

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**МАТЕМАТИКА
В ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

**Сборник трудов
Всероссийской научно-практической конференции
молодых ученых, аспирантов и студентов**

**9-10 октября 2014 года
Юрга**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

МАТЕМАТИКА В ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Сборник трудов
Всероссийской научно-практической конференции
молодых ученых, аспирантов и студентов

9-10 октября 2014 года

Томск 2014

УДК 50:51(063)

ББК 20:21.1л0

М34

М34

Математика в естественнонаучных исследованиях: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов/ Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 365 с.

Сборник содержит материалы всероссийской научно-практической конференции по вопросам построения, исследования, оптимизации и численной реализации математических моделей технологических процессов в технических и эколого-экономических системах, проблемам развития исследовательских способностей молодёжи в процессе непрерывной математической подготовки.

Материалы сборника представляют интерес для преподавателей, научных работников, студентов, магистрантов и аспирантов в сфере научно-практических исследований в естествознании, технике и инновационных технологиях.

УДК 50:51(063)

ББК 20:21.1л0

Ответственный редактор

С.Б. Сапожков

Редакционная коллегия

О.Б. Березовская

Л.Б. Гиль

О.Г. Князева

Э.Г. Соболева

Е.П. Теслева

Е.Г. Фисоченко

*Издание осуществлено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований*

© ФГАОУ ВО НИ ТПУ Юргинский
технологический институт (филиал), 2014

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1: МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВОЛНЫ ГОРЕНИЯ В КРИСТАЛЛАХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ <i>Зыков И.Ю., Каленский А.В., Лукатова С.Г.</i>	11
МИКРООЧАГОВАЯ МОДЕЛЬ ИМПУЛЬСНОГО ЛАЗЕРНОГО ИНИЦИИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С УЧЕТОМ ПЛАВЛЕНИЯ <i>Никитин А.П., Звеков А.А., Каленский А.В.</i>	13
СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНЫХ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ С ПОМОЩЬЮ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ИМПУЛЬСНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ <i>Сопронюк Т.Н., Березовская О.Б.</i>	16
УСРЕДНЕНИЕ ОДНОЧАСТОТНЫХ РЕЗОНАНСНЫХ СИСТЕМ С ФИКСИРОВАННЫМИ МОМЕНТАМИ ИМПУЛЬСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ <i>Сопронюк Т.Н.</i>	21
ВЫЧИСЛЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕННОГО ИНТЕГРАЛА НА ПЕРСОНАЛЬНОМ КОМПЬЮТЕРЕ <i>Дубровский М.В.</i>	25
ВЫБОР АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ МЕТОДОВ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА <i>Даненова Г.Т., Ахметжанов Т.Б., Коккоз М.М.</i>	27
МИР КОМПЛЕКСНЫХ ЧИСЕЛ <i>Архипова Д.А.</i>	29
СТАТИСТИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ <i>Сницарь Л.Р.</i>	31
ФУРЬЕ-АНАЛИЗ, КАК МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕК <i>Нуришианова О.А., Бубин М.Н.</i>	35
РЕЛЕЙНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ НА ПРИМЕРЕ ВОДОХРАНИЛИЩА <i>Субботина В.И.</i>	38
ОБ ОБЛАСТИ ДОПУСТИМЫХ ЗНАЧЕНИЙ В МАТЕМАТИКЕ, ЗАДАВАЕМОЙ ХИМИЕЙ <i>Пичугина М.В., Деменкова Л.Г.</i>	40
ДВОЙНОЕ ОТНОШЕНИЕ И ГАРМОНИЧЕСКИЕ ИНТЕРВАЛЫ <i>Степанов А.П., Сотокина Ю.В., Филимоненко А.Г.</i>	42
МЕТОД ФЛЮКСИЙ НЬЮТОНА <i>Степанов А.П., Готовицкий Ю.М., Черных Е.И.</i>	46
ГЕОМЕТРИЯ ОТ ЕВКЛИДА ДО ГАСПАРА МОНЖА <i>Галеева А.А., Потапова Л.А.</i>	51
О РАСПРЕДЕЛЕНИИ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ ГИПЕРКОНУСОВ ПОРЯДКА $R > 2$ В МНОГОМЕРНОМ АФФИННОМ ПРОСТРАНСТВЕ <i>Березовская С.С.</i>	54
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ РАСШИРЕНИЯ КРАЕВОЙ ДИСЛОКАЦИИ В МЕДИ И АЛЮМИНИИ <i>Петелин А.Е., Петелина Ю.П., Колупаева С.Н.</i>	57

КУБАТУРНАЯ ФОРМУЛА С РЕГУЛЯРНЫМ ПОГРАНИЧНЫМ СЛОЕМ ПО КВАДРАТУ ЕДИНИЧНОЙ ПЛОЩАДИ <i>Голосов С.Е., Корытов И.В.</i>	61
УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ХРАНЕНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЕМ <i>Ирискина Е.Н., Субботина В.И.</i>	65
СВЯЗЬ МЕЖДУ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ $V_{n,r}$ И ПАРОЙ ДВОЙСТВЕННЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ $\Delta_{n,m}^1$ И $\Delta_{n,n-m}^2$ ЛИНЕЙНЫХ ПОДПРОСТРАНСТВ L_m^1 И L_{n-m}^2 <i>Ливерко А.С.</i>	68
ЗАМЕЧАНИЯ ПО ЛОГАРИФМИЧЕСКИМ ФУНКЦИЯМ В D-АНАЛИЗЕ <i>Чуриков В.А.</i>	71
НЕКОТОРЫЕ ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ФУНКЦИИ ПЕРЕМЕННЫХ ВЕЩЕСТВЕННЫХ ПОРЯДКОВ В d-АНАЛИЗЕ <i>Чуриков В.А.</i>	73
D-ОПЕРАТОР ЦЕЛОЧИСЛЕННЫХ ВЕЩЕСТВЕННЫХ ПОРЯДКОВ <i>Чуриков В.А.</i>	74
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДЛЯ ИСТОЛКОВАНИЯ ЗАКОНОВ ПРИРОДЫ <i>Аманолла Г.Н.</i>	77
О ТЕОРИИ «ШЕСТИ РУКОПОЖАТИЙ» <i>Гнедаш Е.В.</i>	79
ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ СДВИГОВ R- ВЕТВИ ПОЛОСЫ ν_2 АММИАКА ПРИ САМОУШИРЕНИИ <i>Черкасов М.Р.</i>	82
 СЕКЦИЯ 2: МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ	
К ВОПРОСУ О МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ОБРАЗОВАНИЯ СВАРОЧНОГО АЭРОЗОЛЯ ПРИ СВАРКЕ ГОРНО-ШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ <i>Македон М.А., Деменкова Л.Г.</i>	86
COMPUTER SIMULATION OF CARDIAC ELECTRICAL ACTIVITY USING AN ELECTROCARDIOGRAPH ON NANOSENSORS <i>Grigoriev M.G.</i>	90
ОБ ОДНОЙ ОШИБКЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ТЕХНИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА <i>Петрушин С.И.</i>	93
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ДУГОВОЙ СВАРКИ <i>Полищук В.А.</i>	95
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ И УПРУГИХ СВОЙСТВ МОНОКРИСТАЛЛОВ И ПОЛИКРИСТАЛЛОВ <i>Игишева А.Л., Литвиненко В.В., Соболева Э.Г.</i>	98
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО СТРОЕНИЯ МОЛЕКУЛ ХИНОНОВ <i>Полищук О.Х., Яркова А.Г., Полицинский Е.В.</i>	101
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПИСАНИЮ ПОЛИМОРФНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ <i>Белькова Т.А., Теслева Е.П.</i>	105

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ О КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ	
<i>Цеплит А.П., Григорьева А.А.</i>	108
РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ МЕТОДОМ ЛАПЛАСА И ОТРЫВА ПЛАСТИНЫ	
<i>Карписонова И.В., Теслева Е.П.</i>	112
РАСЧЕТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ ПРИ СВАРКЕ С УПРАВЛЯЕМЫМ КАПЛЕПЕРЕНОСОМ ЭЛЕКТРОДНОГО МЕТАЛЛА	
<i>Павлов Н.В., Крюков А.В., Зернин Е.А., Полищук В.А.</i>	115
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРАЩАЮЩЕГО МОМЕНТА ТРАНСМИССИИ ГЕОХОДА	
<i>Михеев Д.А.</i>	119
ФИНАНСОВЫЙ АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОГО УВЕЛИЧЕНИЯ ДОХОДНОСТИ БУДУЩИХ ПЕНСИОНЕРОВ	
<i>Ожогова О.В., Лисачева Е.И.</i>	121
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОСОБОВ СНИЖЕНИЯ РИСКА БАНКРОТСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ	
<i>Телипенко Е.В., Яворский М.Р.</i>	125
МЕТОДЫ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ НАУКОЕМКОЙ ПРОДУКЦИИ	
<i>Тащиян Г.О.</i>	130
ПРАВИЛЬНОЕ ПИТАНИЕ – НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ УСПЕШНОГО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ	
<i>Петров В.П.</i>	132
АКТУАЛЬНОСТЬ ЗАДАЧИ ПОСТРОЕНИЯ АНАЛИТИЧЕСКОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА НАПРАВЛЕННОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ	
<i>Николаева Н.В., Рогожкин А.В., Смелов В.Г.</i>	134
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ	
<i>Мейерова Н.И.</i>	136
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ЗАГОТОВИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ	
<i>Николаева Н.В., Рогожкин А.В., Вдовин Р.А.</i>	138
ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ	
<i>Кузнецова Е.Ю.</i>	140
РАЗРАБОТКА ЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК МАРШРУТА № 9 МЕТОДАМИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	
<i>Кононыхина А.Д., Толстова М.С.</i>	142
CALCULATION OF TARIFF RATES BY “METHODOLOGY OF ROSSTRAHNADZOR” WITH USE OF CONDITIONAL AND UNCONDITIONAL FRANCHISES	
<i>Koshkin G.M., Smagina S.R.</i>	147
МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ	
<i>Хаймович А.И., Балякин А.В., Галкина Н.В.</i>	150
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИМПУЛЬСНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЕКАНИЯ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ	
<i>Сапрыкин А.А., Сапрыкина Н.А., Ибрагимов Е.А.</i>	155
ТЕОРИЯ ГРАФОВ И ЕЁ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ	
<i>Евстафьев С.Н., Соколова С.В.</i>	160

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МУЛЬТИФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ В ЗАДАЧАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	
<i>Попова А.К., Масловская А.Г.</i>	162
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ОТЛИВОК В МАТЕМАТИЧЕСКОМ ПАКЕТЕ PRO-CAST	
<i>Бабакова Е.В., Сапрыкин А.А., Ибрагимов Е.А.</i>	167
ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ ДАННЫХ ГОРНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ	
<i>Михеев Д.А., Дубровский М.В.</i>	170
АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИЙ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ	
<i>Скрипкина Т.А., Григорьева А.А.</i>	172
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕХАНИЗМА КОНЕЧНОГО АВТОМАТА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОЙ ЗАПИСИ СО СТАРОГО СТАНДАРТА НА НОВЫЙ	
<i>Сорочан А.Э.</i>	175
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОТЕКАЮЩИХ В ПРОМКОВШЕ	
<i>Федосеев С.Н.</i>	180
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОСТ-ПРОЦЕССОВ РАЗЛОЖЕНИЯ В КРИСТАЛЛАХ АТМ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СЛАБЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЕМ	
<i>Родзевич А.П., Газенаур Е.Г., Крашенинин В.И.</i>	184
ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОФАКТОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ БИРАЦИОНАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ	
<i>Боровиков И.Ф., Пятанин П.С., Потапова Л.А.</i>	189
НЕЛИНЕЙНЫЕ ИНВОЛЮЦИИ В ГЕОМЕТРИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ФОРМ	
<i>Боровиков И.Ф., Пятанин П.С., Владимирова В.В.</i>	191
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ГЕОЛОГИИ	
<i>Ворошилов В.В., Гановичев С.С., Литвиненко В.В.</i>	193
МАТЕМАТИКА В СОЗДАНИИ ЗЕНИТНО-РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСА С-300	
<i>Гановичев С.С., Бурнашов Е.В.</i>	196
РАСЧЁТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ SCADA-СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОХОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «КОВЧЕГ»	
<i>Иванова И.С.</i>	197
РОЛЬ И ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ	
<i>Колтаков В.К.</i>	202
МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ ПРИ СВАРКЕ ТОНКОЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА	
<i>Павлов Н.В., Крюков А.В., Зернин Е.А., Полищук В.А.</i>	204
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОЦЕНКИ ПЕРЕХОДА К ОБЛАЧНЫМ ИТ-СЕРВИСАМ	
<i>Разумников С.В., Лунегов В.Ю.</i>	207
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЕТРА НА ИСТЕЧЕНИЕ ЗАЩИТНОГО ГАЗА ПРИ СВАРКЕ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ	
<i>Филимоненко А.Г., Готовицкий Ю.М., Чинахов Д.А.</i>	213

АНАЛИЗ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ Г.ЮРГА ЗА ПЕРИОД 2009-2013 Г.Г.	
<i>Клековкин В.А., Николаев Д.В., Соколова С.В.</i>	217
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ИОНОВ Mn^{2+} И Fe^{3+} В СИСТЕМЕ «ВОДА»-«МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ШЛАК»	
<i>Латыпова Л.Ш., Торсян В.Ф., Торсян Е.С.</i>	219
АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ТОЧНОСТЬ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ МАНИПУЛЯТОРА СО СВОБОДНЫМИ ГИБКИМИ НИТЯМИ	
<i>Клековкина Е.Е., Иванов С.Е., Архипова Д.А.</i>	222
ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ВЫБОРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ	
<i>Зорина Т.Ю., Чернышева Т.Ю.</i>	224
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КИНЕМАТИКИ ПЛОСКОГО МАНИПУЛЯТОРА СО СВОБОДНЫМИ ГИБКИМИ НИТЯМИ	
<i>Клековкина Е.Е.</i>	227
ИЗМЕНЕНИЕ ГЕОМЕТРИИ СОПЛА МИНИ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ (ГТД) КАК ОДИН ИЗ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СОПЛА	
<i>Батурин О.В., Николаева Н.В., Рогожкин А.В.</i>	231
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНОГО РАЗРЫВА ПРИ ВЕРХОВЫХ ЛЕСНЫХ ПОЖАРАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СКОРОСТИ ВЕТРА И СВОЙСТВ ЛЕСНОГО МАССИВА ПРИ ПОМОЩИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	
<i>Фрянова К.О.</i>	233
СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА ЗАЩИТНОГО ПРОТИВОПРИГАРНОГО ПОКРЫТИЯ ПРИ СВАРКЕ В УГЛЕКИСЛОМ ГАЗЕ	
<i>Сапожков А.С., Сапожков С.Б.</i>	236
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ПРИ ШЛИФОВАНИИ	
<i>Буракова Е.М.</i>	238

СЕКЦИЯ 3: ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НЕПРЕРЫВНОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ	
<i>Шатц Э.А., Уманцев М.А.</i>	243
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ В УСЛОВИЯХ СОВМЕСТНОЙ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ	
<i>Курилова А.В.</i>	245
РАЗВИТИЕ ОБЩИХ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ В КОНТЕКСТЕ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ	
<i>Зырянов В.С., Шалунов А.А.</i>	247
ЗАДАЧНЫЙ ПОДХОД ОРГАНИЗАЦИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
<i>Петрова К.А.</i>	249
ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОРГАНИЗАЦИИ САМОКОНТРОЛЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ	
<i>Шалунов А.А.</i>	251

ПРОБЛЕМА МАТЕМАТИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК <i>Ливерко А.С., Васюнин В.А.</i>	253
МАТЕМАТИКА В ИСТОРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ <i>Милованова М.С., Чеховских К.А.</i>	255
АКТИВИЗАЦИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ <i>Губайдулина Р.Х., Галеева А.А.</i>	257
К ВОПРОСУ О САМОРАЗВИТИИ ЛИЧНОСТИ СТУДЕНТОВ <i>Галеева А.А., Деменкова Л.Г.</i>	259
СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ СТУДЕНТОВ ЮТИ ТПУ <i>Зорина Т.И., Соколова С.В.</i>	263
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ <i>Куанышев Т.Т.</i>	265
ГОТОВНОСТЬ КАК РЕЗУЛЬТАТ НЕПРЕРЫВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ <i>Лоцилова М.А., Стрековцова Т.А.</i>	267
НЕПРЕРЫВНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ В ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ И ПРАКТИКЕ <i>Лоцилова М.А.</i>	270
ДИАГНОСТИКА ТРУДНОСТЕЙ, СВЯЗАННЫХ С ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКОЙ КАК ОБЯЗАТЕЛЬНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ И СТУДЕНТОВ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ <i>Полицинский Е.В.</i>	274
АДАПТИРОВАННЫЙ ВАРИАНТ МАТЕМАТИЧЕСКОГО БОЯ ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ <i>Жуковская А.О.</i>	277
ОБУЧЕНИЕ МАТЕМАТИКЕ ЧЕРЕЗ ЗАДАЧИ <i>Князева О.Г., Тищенко А.В.</i>	279
К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА <i>Сорокин П.Д.</i>	281
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ – ПЛЮСЫ И МИНУСЫ <i>Юшков В.П., Князева О.Г.</i>	282
ВЫСШЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Полянская А.А.</i>	283
РЕАЛИЗАЦИЯ ТРЕБОВАНИЯ ФГОС НА СТУПЕНИ ОСНОВНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВСЁ ПОЗНАЁТСЯ В СРАВНЕНИИ» <i>Конюкова О.В.</i>	285
MOODLE – ПОМОЩНИК ПРЕПОДАВАТЕЛЯ И СТУДЕНТА <i>Вик К.В., Полосухин К.А.</i>	287
ИНТЕГРАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ И ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА <i>Барсуков В.В.</i>	290
РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ – КАК ЭЛЕМЕНТ КОМФОРТНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ <i>Иванов С.Е., Габдулганиев А.В.</i>	291

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ КАК СРЕДСТВО АКТИВИЗАЦИИ МЫСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ	
<i>Горева С.А.</i>	294
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖЕНЕРНО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ ПРИКЛАДНЫХ БАКАЛАВРОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «МАШИНОСТРОЕНИЕ»	
<i>Дронов А.А., Потапова Л.А.</i>	300
ИЗУЧЕНИЕ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ ПЕРВОКУРСНИКОВ КАК ФАКТОРА, ВЛИЯЮЩЕГО НА УСПЕШНОЕ УСВОЕНИЕ МАТЕМАТИКИ	
<i>Литвиненко В.В.</i>	302
ГОЛОСОВОЕ СОЗДАНИЕ И ВЫПОЛНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ТЕСТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХ-ФОРМУЛ	
<i>Сивак С.А., Сопролюк Т.Н.</i>	304
КОММУНИКАТИВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ФОРМИРОВАНИИ СМЫСЛОВ ПОЗНАНИЯ	
<i>Кулагина А.А., Ибрагимова Н.И.</i>	309
УЧЕБНО-ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ УМЕНИЙ ШКОЛЬНИКОВ	
<i>Голубева Л.М.</i>	310
АНАЛИЗ ОТНОШЕНИЯ СТУДЕНТОВ К ИНФОРМАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ	
<i>Имас О.Н., Каминская В.С., Харлова А.Н.</i>	314
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МАТЕМАТИКИ В УЧРЕЖДЕНИЯХ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ	
<i>Лиханов Д.Я., Лежнева З.И.</i>	317
РАЗВИТИЕ ЛИЧНОСТНОГО ПОТЕНЦИАЛА СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫМ И ТЕХНИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ	
<i>Соколова И.Ю.</i>	319
ФОРМИРОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ НАВЫКОВ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ КУРСА ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ	
<i>Подскребко Э.Н., Голуб О.А.</i>	326
ЭМОЦИОНАЛЬНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МАТЕМАТИКИ	
<i>Игишева А.Л., Гиль Л.Б.</i>	328
ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ РАСЧЁТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ	
<i>Пичугина М.В., Деменкова Л.Г.</i>	331
ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ ИНОСТРАННЫМ СТУДЕНТАМ, ОБУЧАЮЩИХСЯ В ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗАХ РОССИИ	
<i>Березовская О.Б., Поткина Е.С.</i>	334
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТУДЕНТОВ В КОНТЕКСТЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ	
<i>Мельникова В.В., Якутова В.А.</i>	336
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАКЕТА WOLFRAMMATHEMATICA ДЛЯ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ ВАРИАНТОВ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ И ОТВЕТОВ К НИМ ПО МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ДИСЦИПЛИНЕ	
<i>Гнедаш Е.В., Гнедаш Д.В.</i>	337
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ВУЗЕ	
<i>Юрченко В.Ю.</i>	342

ВЫБОР КРИТЕРИЕВ И МОДЕЛЕЙ ОЦЕНКИ ЛИЧНОСТНЫХ КАЧЕСТВ И КОМПЕТЕНТНОСТИ ОБУЧАЕМЫХ	
<i>Агаджанян В.Д., Лызин В.А., Картуков К.С., Евстафьев С.Н.</i>	345
ОТ ЧЕГО ЗАВИСЯТ ВЫСОКИЕ БАЛЛЫ НА ЕГЭ?	
<i>Карпова Л.Ю., Белякина И.В.</i>	348
ТЕХНОЛОГИЯ АКТИВИЗАЦИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ, ТВОРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ	
<i>Андреева С.Ю.</i>	350
АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИТОГОВОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МАТЕМАТИКЕ ВЫПУСКНИКОВ IX КЛАССОВ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ В ФОРМЕ ОГЭ В 2014 ГОДУ	
<i>Трушкина Т.П.</i>	357
ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ КАК НЕОБХОДИМАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ В ШКОЛЕ	
<i>Шугалов Б.С.</i>	361
АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ	364

СЕКЦИЯ 1: МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВОЛНЫ ГОРЕНИЯ В КРИСТАЛЛАХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

*И.Ю. Зыков, аспирант, А.В. Каленский, д-р. ф-м.н., проф., С.Г. Лукатова, магистрант
Кемеровский государственный университет
650043, г. Кемерово, ул. Красная, 6
E-mail: kriger@kemsu.ru*

Исследование кинетики процессов, приводящих к взрывному разложению азидов тяжелых металлов (АТМ), интенсивно проводится последние пятьдесят лет. Вместе с тем остаются дискуссионными как сам механизм реакции разложения, так и природа отдельных стадий. Измерение скорости движения волны реакции взрывного разложения в АТМ, инициированных импульсом неодимового лазера, проведено в работах [1-2]. Несмотря на различия в образцах, способах инициирования и методиках измерения, скорость движения фронта волны реакции практически одинакова и составляет величину $V = (1.2 \pm 0.2) \text{ км/с}$. Наблюдаемая скорость фронта движения реакции меньше скорости детонации ($\sim 4.4 \text{ км/с}$) и скорости звука в кристаллах азидов серебра ($\sim 1.8 \text{ км/с}$). Для определения механизма зарождения и распространения волны взрывного разложения по образцу энергетического материала принципиальное значение имеют исследования пространственно-временных характеристик волны реакции (скорость, ширина и форма фронта) и её зависимости от параметров инициирующего импульса и образца. В работе [3] определены пространственно-временные характеристики волны твердофазной цепной реакции в азиде серебра (АС), инициированного импульсным излучением неодимового лазера. Ширина переднего фронта волны на полувысоте составляет $l_1 = 110 \pm 10 \text{ мкм}$, ширина на полувысоте заднего фронта- $l_2 = 120 \pm 20 \text{ мкм}$. Рассчитаны пространственно-временные параметры волны реакции в нитевидных кристаллах АС в рамках предложенной ранее авторами феноменологической модели этого процесса. Показано, что рассчитанные значения скорости и ширины фронта согласуются с экспериментальными данными.

Экспериментальное значение скорости фронта ранее интерпретировалось с позиций диффузионного движения волны разветвленной цепной реакции. Расчеты по диффузионной модели бимолекулярной твердофазной цепной реакции свидетельствуют о том, что для реализации диффузионного механизма необходимо, чтобы коэффициент диффузии носителей цепи составлял $100 \div 200 \text{ см}^2/\text{с}$. Экспериментальная величина коэффициента диффузии $D = 0.25 \text{ см}^2/\text{с}$, полученная при исследовании размерного эффекта в условиях взрывного разложения, на три порядка меньше.

Цель настоящей работы: в рамках модели теплового горения рассчитать пространственно-временные характеристики движения фронта волны реакции и сравнить их с экспериментом.

Модель теплового горения АС основывается на предположении, что кинетика реакции разложения лимитируется реакцией первого порядка с аррениусовской температурной зависимостью константы скорости. Процесс передачи энергии из очага реакции в непрореагировавшую зону происходит за счет теплопроводности. Предполагается, что коэффициент температуропроводности, предэкспоненциальный множитель и энергия активации не зависят от температуры. Модель распространения волны горения [5] имеет вид:

$$V \frac{dT}{dx} = \chi \frac{d^2T}{dx^2} + \frac{Q}{c} k_0 z e^{-\frac{E}{kT}}, \quad (1)$$

$$\frac{dn}{dt} = -k_0 z e^{-\frac{E}{kT}}, \quad (2)$$

где χ – коэффициент температуропроводности, c – объёмная теплоёмкость энергетического материала, Q – тепловой эффект разложения единицы объема взрывчатого вещества, z – доля неразложенного вещества. Для азидов серебра значения параметров составляют: $\chi = 5 \cdot 10^{-4} \text{ см}^2/\text{с}$; $Q = 6.81 \cdot 10^3 \text{ Дж/см}^3$. Предэкспоненциальный множитель k_0 , как правило, принимается равным 10^{13} с^{-1} .

Для расчёта кристалл АС разбивался на ячейки. В соответствии с законами теплопроводности динамика изменения температуры в каждой ячейке определяется системой обыкновенных диффе-

ренциальных уравнений первого порядка. Размер ячейки должен быть не менее чем в 20 раз меньше ширины зоны химической реакции, определяемой выражением [5]:

$$L = \chi / V = 1.25 \cdot 10^{-7} \text{ см}, \quad (3)$$

где скорость можно оценить по формуле:

$$V = \sqrt{2\chi k_0 z_{onm} \exp\left(-\frac{E}{kT_{onm}}\right)} = 3.99 \cdot 10^3 \text{ см/с}, \quad (4)$$

$$T_{onm} = 300 + \frac{Q}{c}(1 - z_{onm}), \quad z_{onm} = \frac{m}{\theta_{onm}}, \quad \theta_{onm} = \frac{E}{RT_m^2}(T_{onm} - T_0), \quad (5-7)$$

где $m = 1$ – порядок реакции, $T_0 = 300 \text{ К}$, T_m – адиабатическая температура взрыва азида серебра ($\sim 4700 \text{ К}$). Из приведенных выше оценок, следует, что размер ячейки должен быть не более $1 \text{ \AA}$.

В качестве начальных условий было задано следующее распределение температуры и концентраций:

$$T = T_0 + T_n e^{-\frac{x^2}{S^2}}, \quad n = 1 - e^{-\frac{x^2}{S^2}}, \quad (8)$$

где $S = 30 \text{ \AA}$, $T_n = 4400 \text{ К}$. Такой тип начальных условий достаточно близок к искомой форме волны горения, поэтому требовалось меньшее время расчета для определения параметров распространения в стационарном режиме.

Для расчета формы стационарной волны горения использовалась следующая методика: вначале проводили расчет с начальными условиями (8), далее начало координат смещалось, и за начальные условия принимался уже рассчитанное распределение реагентов.

Скорость распространения волны горения рассчитывалась как тангенс угла наклона прямолинейной зависимости положения фронта реакции от времени. В качестве точки положения фронта выбиралось значение координаты, которому соответствовала температура 3000 К . Рассчитанная скорость составила $5.16 \cdot 10^3 \text{ см/с}$.

Исходя из рассчитанной скорости движения фронта реакционной волны, ширина области реакции по формуле (3) составляет $0.97 \cdot 10^{-7} \text{ см}$.

Для расчёта ширины фронта реакции было построено распределение температуры в волне реакции (Рис. 1), его средний участок был аппроксимирован линейной функцией.

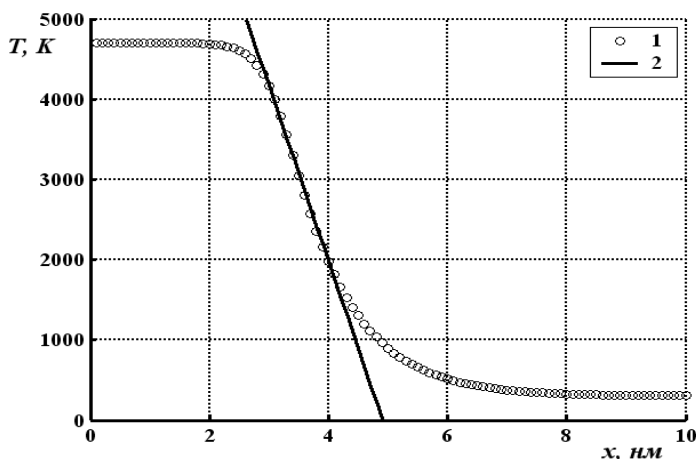


Рис. 1. Распределение температуры в волне реакции:
1 – рассчитанное, 2 – аппроксимация среднего участка
линейной функцией

четыре порядка меньше экспериментально измеренной ширины фронта, но и сопоставимо с размером элементарной ячейки кристалла АС. То есть температура в волне возрастает от 300 К до 4700 К на расстоянии составляющее примерно 4 элементарных ячейки. Макроскопические уравнения теплопереноса, на которых базируется модель, не могут применяться на столь малых расстояниях.

2. Единственным параметром модели, который можно считать варьируемым, является предэкспоненциальный множитель в аррениусовской зависимости скорости реакции разложения от тем-

Период определялся как отрезок оси абсцисс между точками пересечения построенной прямой и прямых $T = 4700 \text{ К}$ и $T = 300 \text{ К}$. Полученная величина составила $2.02 \cdot 10^{-7} \text{ см}$.

Результаты расчетов свидетельствуют о том, что модель теплового горения не может объяснить экспериментально наблюдаемые закономерности распространения фронта реакции в кристаллах азида серебра:

1. Рассчитанное по модели теплового горения значение скорости волны реакции в 24 раза меньше, чем наблюдаемая скорость волны реакции в АТМ. Рассчитанное значение ширины фронта горения не только на че-

пературы. Из приведенных выше выражений следует, что скорость волны горения пропорциональна корню из предэкспоненциального множителя $V \sim k_0^{1/2}$, ширина волны обратно пропорциональна корню из предэкспоненциального множителя $l \sim k_0^{-1/2}$. Следовательно, при увеличении предэкспонента уменьшится расхождение между экспериментальной и рассчитанной по рассматриваемой модели величинами скорости, но возрастет расхождение между экспериментальной и рассчитанной шириной фронта реакции.

Работа выполнена при финансовой поддержке министерства образования и науки РФ госзадание № 2014/64.

Литература.

1. Корепанов В.И., Лисицын В.М., Олешко В.И., Ципилев В.П. К вопросу о кинетике и механизме взрывного разложения азидов тяжелых металлов // Физика горения и взрыва. – 2006. – Т. 42. – № 1. – С. 106-119.
2. Кригер В.Г., Каленский А.В., Ципилев В.П., Боровикова А.П., Звеков А.А. Закономерности зарождения, развития и распространения реакции взрывного разложения азидов тяжелых металлов// Фундаментальные проблемы современного материаловедения. 2007. – Т. 4. – № 2. – С. 109-113.
3. Кригер В.Г., Каленский А.В., Звеков А.А., Боровикова А.П., Гришаева Е.А. Определение ширины фронта волны реакции взрывного разложения азидов серебра // Физика горения и взрыва. – 2012. – Т.48. – № 4. – С. 129-136.

МИКРООЧАГОВАЯ МОДЕЛЬ ИМПУЛЬСНОГО ЛАЗЕРНОГО ИНИЦИИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С УЧЕТОМ ПЛАВЛЕНИЯ

А.П. Никитин, аспирант, А.А. Звеков, к.ф.-м.н., научный сотрудник, А.В. Каленский, д.ф.-м.н., проф.*

**Институт Углеродных и химического материаловедения СО РАН
650000, г. Кемерово, пр. Советский, 18, e-mail: zvekova@gmail.com*

**Кемеровский государственный университет
650043, г. Кемерово, ул. Красная, 6
E-mail: kriger@kemsu.ru*

Микроочаговая модель инициирования взрывного разложения лазерным излучением [1] основывается на предположении, что в объеме прозрачного энергетического материала находятся включения, эффективно поглощающие лазерное излучение. Предполагается, что основным следствием поглощения света включениями является их нагрев (без плавления и испарения), приводящий к увеличению температуры окружающего энергетического материала и образованию очага самоподдерживающейся экзотермической реакции. Первоначально модель была предложена для объяснения закономерностей низкорогового инициирования взрывного разложения азидов тяжелых металлов импульсным лазерным излучением [1]. В работах [2-3] было показано, что добавки наночастиц металлов позволяют снизить критическую плотность энергии лазерного инициирования пентаэритрита тетранитрата (ТЭНа). Благодаря этому доказана роль малых включений как центров поглощения световой энергии в объеме вторичных взрывчатых веществ. Следующим этапом развития микроочаговой модели лазерного инициирования является учет фазовых переходов материалов включения и матрицы. Цель работы: формулировка и исследование микроочаговой модели лазерного инициирования самоускоряющегося разложения энергетических материалов в окрестности металлических наночастиц с учетом процессов плавления.

Система дифференциальных уравнений, описывающая процессы кондуктивного теплопереноса во включениях и среде с реакцией экзотермического разложения для сферической симметрии имеет вид [1-3]:

$$\begin{aligned}\frac{\partial T}{\partial t} &= \alpha \cdot \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{2}{x} \cdot \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{Q}{c} k_0 n \cdot \exp\left(-\frac{E}{k_B T}\right), x > R, \\ \frac{\partial n}{\partial t} &= -k_0 n \cdot \exp\left(-\frac{E}{k_B T}\right), x > R, \\ \frac{\partial T}{\partial t} &= \alpha_M \cdot \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{2}{x} \cdot \frac{\partial T}{\partial x} \right), x < R,\end{aligned}\tag{1}$$

где T – температура, n – доля неразложенного взрывчатого вещества, α и α_M – коэффициенты температуропроводности материалов матрицы и включения R – радиус включения, k_B – постоянная Больцмана, E – энергия активации, Q – тепловой эффект разложения, k_0 – предэкспонент, c – объемная теплоемкость взрывчатого вещества. Начальные условия для приведенной системы уравнений имеют вид:

$$T = 300 \text{ K}; \quad r_m = R; \quad r_M = R; \quad n = 1, x \geq R; \quad n = 0, x < R;$$

где r_m и r_M – положение фронтов плавления в энергетическом материале и металле. На границе включения-матрица $x = R$ происходит поглощение излучения, что приводит к следующему граничному условию:

$$J - c_M \alpha_M \cdot \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x \rightarrow R-0} + c \alpha \cdot \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x \rightarrow R+0} = 0, \quad (2)$$

где c и c_M – объемная теплоемкость материалов матрицы и энергетического материала, $J(t)$ – поглощаемая плотность мощности излучения лазерного импульса. На границе рассматриваемой области (включение и слой энергетического материала толщиной $8R$) ставилось условие первого рода $T=300 \text{ K}$.

Движение фазовой границы рассматривалось как квазихимическая реакции перемещения атомов из одной фазы в другую. Для скорости перемещения фазовой границы использовалось уравнение подобное кинетическому уравнению для продукта обратимой реакции типа $A \leftrightarrow B$ [4]:

$$v = \gamma \frac{k_B T}{hL^{1/3}} \cdot \left\{ \exp \left(-\frac{\Delta H_m}{k_B} \cdot \left[\frac{1}{T} - \frac{1}{T_m} \right] \right) - 1 \right\}, \quad (3)$$

где ΔH_m – энтальпия плавления, T_m – температура плавления, T – температура на границе твердой и жидкой фазы, h – постоянная Планка, L – число Лошмидта, γ обозначает величину:

$$\gamma = \exp \left(\frac{\Delta S_{l \rightarrow s}^\ddagger}{k_B} - \frac{\Delta H_{l \rightarrow s}^\ddagger}{k_B T} \right),$$

где $\Delta S_{l \rightarrow s}^\ddagger$ и $\Delta H_{l \rightarrow s}^\ddagger$ – энтропия и энтальпия активации перехода молекулы из жидкой фазы в твердую. При применении выражения (3) температура на фазовой границе вычислялась при помощи линейной интерполяции значений температуры в ближайших к ней ячейках. В работе [5] сделана оценка множителя $\gamma = 0.1$ перед фигурной скобкой в (3). Это значение, соответствующее отсутствию активационного барьера и отрицательной энтропии активации, использовалось в расчетах. Моделирование проводили при следующих значениях параметров: $\alpha = 1.1 \cdot 10^{-3} \text{ см}^2 \text{ с}^{-1}$ (ТЭН), $\alpha_M = 0.973 \text{ см}^2 \text{ с}^{-1}$ (алюминий), $c = 2.22 \text{ Дж/см}^3$, $c_M = 2.7 \text{ Дж/см}^3$ [2], для включения температура и энтальпия плавления составляли $\Delta H_m^M = 10.75 \text{ кДж/моль}$ и $T_m^M = 933.5 \text{ K}$ соответственно, матрицы – $\Delta H_m = 60.67 \text{ кДж/моль}$ и $T_m = 413 \text{ K}$, $E = 1.7 \text{ эВ}$, $Q = 9640 \text{ Дж/см}^3$, $k_0 = 10^{16} \text{ с}^{-1}$ [2]. Для величины $J(t)$ использовалось выражение [5], в котором за начало отсчета времени принималось положение максимальной интенсивности импульса:

$$J(t) = \frac{k_i H_0}{\sqrt{\pi}} \cdot \exp(-k_i^2 t^2), \quad (4)$$

где $k_i = 8.325 \cdot 10^7 \text{ с}^{-1}$ – параметр, определяющий длительность импульса (соответствует длительности импульса на полувысоте $2 \cdot \sqrt{\ln 2} / k_i = 20 \text{ нс}$); H_0 – плотность энергии в импульсе. Методика численного решения уравнений модели (1)–(4) сформулирована в [5].

В рамках модели (1)–(4) проведены расчеты критических значений плотности энергии инициирования и динамики образования очага реакции. На рис. 1 приведены зависимости критической плотности энергии инициирования от радиуса включений алюминия в матрице ТЭНа при длительности импульса 20 нс, рассчитанные с учетом (1) и без учета плавления (2). Разница в значениях критической плотности энергии полученных без учета плавления и с ним увеличивается при росте радиуса включения. Это естественно объясняется тем, что для расплавления включения большего объема

требуется больше энергии. Как и в случае отсутствия плавления на кривой наблюдается минимум в области 50 – 100 нм, связанный с тем, что в данный промежуток попадает наиболее разогретое импульсом включение. Минимум на зависимостях с плавлением и без него наблюдается при радиусе включения 61.6 и 75.7 нм соответственно. Минимальные значения критической плотности энергии составляют 0.09036 и 0.07077 Дж/см² в каждом из случаев.

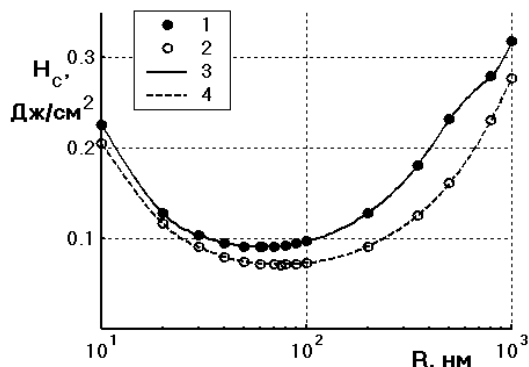


Рис. 1. Рассчитанная зависимость критической плотности энергии импульса от радиуса включения при длительности импульса 20 нс.
1 – с учетом плавления,
2 – без учета плавления

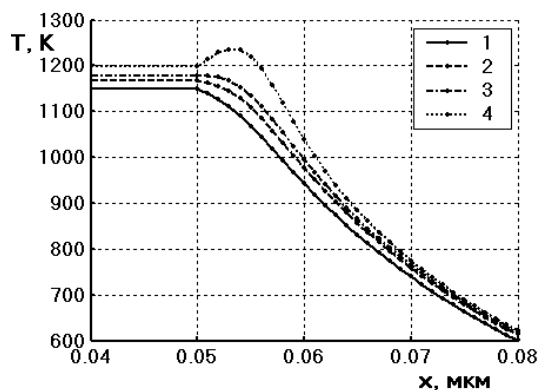


Рис. 2. Рассчитанные распределения температуры в моменты времени 1 – 14 нс, 2 – 15 нс, 3 – 15.25 нс, 4 – 15.5 нс ($t = 0$ соответствует максимуму импульса) при $R = 50$ нм, и пороговой интенсивности воздействия

Распределения температуры во включении и взрывчатом веществе, иллюстрирующие образование очага реакции, рассчитанные для $R = 50$ нм, при пороговой интенсивности воздействия ($H = 0.09134$ Дж/см²) в моменты времени 14, 15, 15.25 и 15.5 нс, приведены на рис. 2. Образование очага реакции разложения происходит на расстоянии около 3 нм от поверхности, из-за большой теплоемкости включения. Аналогичная закономерность наблюдается и без учета процессов плавления [1]. Рассмотрим соответствие теоретических оценок и экспериментальных данных. Согласно последним [3], критическая плотность энергии лазерного инициирования прессованных таблеток ТЭНа, содержащих 0.1 % наноалюминия по массе (средний радиус включений 50 нм), излучением неодимового лазера с длиной волны 1064 нм составляет 1.15 Дж/см² при длительности импульса 12 нс. Согласно оценкам по теории Ми, включение алюминия такого радиуса поглощает 10.6% энергии излучения с длиной волны 1064 нм, падающего на его поверхность [2-3]. С учетом корректировки на эффективность поглощения, оцененная плотность энергии составляет 0.86 Дж/см², что неплохо соответствует эксперименту. Авторы выражают благодарность профессору Лисицину В. М. и профессору Ципилеву В. П. за полезные дискуссии.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№13-03-98032 р_сибирь_а) и Министерства образования и науки РФ госзадание № 2014/64.

Литература.

1. Буркина Р.С., Морозова Е.Ю., Ципилев В.П. Иницирование реакционно-способного вещества потоком излучения при поглощении его неоднородностями вещества // Физика горения и взрыва. – 2011. – Т. 47, №5. – С. 95–105.
2. Ананьева, М.В., Звеков, А.А., Зыков, И.Ю., Каленский, А.В., Никитин, А.П. Перспективные составы для капсуля оптического детонатора // Перспективные материалы – № 7. – 2014. С. 5–12.
3. Адуев Б.П., Нурмухаметов Д.Р., Фурега Р.И. Звеков А.А., Каленский А.В. Взрывчатое разложение тэна с нанодобавками алюминия при воздействии импульсного лазерного излучения различной длины волны // Химическая физика. – 2013, Т. 32, № 8, – С. 39–42.
4. Жвавый С.П. Моделирование процессов плавления и кристаллизации монокристаллического кремния при воздействии наносекундного лазерного излучения // Журнал технической физики. – 2000. Т. 70, № 8. – С. 58–62.
5. Кригер, В.Г., Каленский А.В., Звеков А.А., Зыков И.Ю., Никитин А.П. Процессы теплопереноса при лазерном разогреве включений в инертной матрице // Теплофизика и аэромеханика. – 2013. – Т.20, № 3. – С.375–382.

СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНЫХ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ С ПОМОЩЬЮ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ИМПУЛЬСНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

Т.Н. Сопронюк, канд. физ.-мат. наук, доц., О.Б. Березовская

Черновицкий национальный университет, г. Черновцы, Украина, e-mail: sopronyuk@gmail.com

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

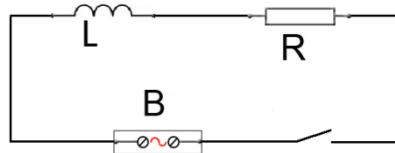
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

E-mail: 1959olga@rambler.ru

При переключениях в электротехнических системах возникают быстрые возмущения, длиной которых можно пренебречь. Традиционный подход к анализу таких схем заключается в построении модели, которая описывается дифференциальными уравнениями с разрывной правой частью [1].

В данной статье предложен другой подход: осуществлен переход от модели, которая описывается дифференциальным уравнением с разрывной правой частью, к модели с непрерывной правой частью с импульсным воздействием в фиксированные моменты времени. Также нами созданы программные компоненты, которые позволяют анализировать поведение электрической цепи с переключениями.

Рассмотрим сначала цепь, которая состоит из линейных индуктивности и сопротивления и питается от источника электродвижущей силы B .



Как известно, второй закон Кирхгофа для такой цепи имеет вид

$$U_L + U_R = e(t),$$

где

$$U_R = Ri(t), \quad U_L = L \frac{di(t)}{dt}, \quad e(t) = E \sin(\omega t + \varphi).$$

Отсюда получим линейное неоднородное дифференциальное уравнение

$$Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt} = E \sin(\omega t + \varphi).$$

Теперь рассмотрим электротехническую систему, которая состоит из линий индуктивности L и сопротивления R и в определенные промежутки времени поочередно питается от одного из источников электродвижущей силы $E_1, E_2, \dots, E_m$ в зависимости от положения переключателя.

Будем считать, что переключения происходят в моменты времени $\tau_j, j = 1, 2, \dots$. Допустим, что $\tau_0 = 0$ - начальный момент времени и

$$\tau_1 > 0 = \text{const}, \quad \tau_{j+1} - \tau_j > \theta, j = 1, 2, \dots$$

Тогда процессы, которые происходят в электрической цепи с синусоидальным током и переключениями, можно задать моделью, которая описывается линейным неоднородным дифференциальным уравнением с разрывной в точках $\tau_j, j = 1, 2, \dots$ правой частью [2].

$$Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt} = e(t), \quad (1)$$

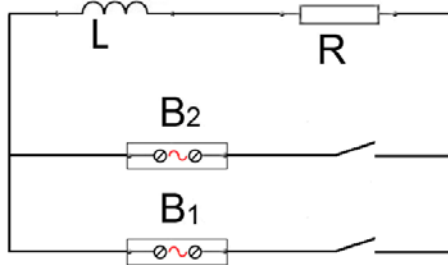
$$e(t) = \begin{cases} E_1 \sin(\omega_1 t + \varphi_1), & \tau_{km} \leq t < \tau_{km+1}, \\ E_2 \sin(\omega_2 t + \varphi_2), & \tau_{km+1} \leq t < \tau_{km+2}, \\ \dots \\ E_m \sin(\omega_m t + \varphi_m), & \tau_{km+m-1} \leq t < \tau_{km+m}, \end{cases}$$

$$k \in \{0, 1, 2, \dots\}.$$

По закону коммутации на искомую функцию накладываются условия

$$i(0) = 0, \quad i(\tau_j + 0) = i(\tau_j - 0), j = 1, 2, \dots$$

В случае $m=2$ для модели с разрывной правой частью и трех моментов времени, в которых поочередно происходит переключение, в статье [1] получены формулы вычисления значения мгновенного тока $i_1(t)$, $i_2(t)$, $i_3(t)$ для промежутков времени $[0, \tau_1]$, $[\tau_1, \tau_2]$, $[\tau_2, \tau_3]$ соответственно.



Например, значение мгновенного тока при $t \in [\tau_2, \tau_3]$ вычисляется по формуле:

$$i_3(t) = \frac{E_1}{R^2 + L^2 w_1^2} (L w_1 \cos \varphi_1 - R \sin \varphi_1) e^{-\frac{R}{L} t} + \left[\frac{E_1}{R^2 + L^2 w_1^2} (R \sin(w_1 t_1 + \varphi_1) - w_1 L \cos(w_1 t_1 + \varphi_1)) + \frac{E_2}{R^2 + L^2 w_2^2} (R \sin(w_2 t_1 + \varphi_2) - w_2 L \cos(w_2 t_1 + \varphi_2)) \right] e^{-\frac{R}{L}(t - t_1)} + \left[\frac{E_1}{R^2 + L^2 w_1^2} (R \sin(w_1 t_2 + \varphi_1) - w_1 L \cos(w_1 t_2 + \varphi_1)) + \frac{E_2}{R^2 + L^2 w_2^2} (R \sin(w_2 t_2 + \varphi_2) - w_2 L \cos(w_2 t_2 + \varphi_2)) \right] e^{-\frac{R}{L}(t - t_2)} + \frac{E_2}{R^2 + L^2 w_2^2} (R \sin(w_2 t + \varphi_2) - w_2 L \cos(w_2 t + \varphi_2))$$

Отметим, что при необходимости вычисления значения мгновенного тока $i(t)$ при дальнейших переключениях модель с разрывной правой частью оказывается мало пригодной в связи с громоздкостью вычислений.

Поэтому построим вспомогательную модель. Для этого используем частные решения $n(t)$ неоднородного уравнения (1).

$$n(t) = n_k(t), t \in [k\tau_{k-1}, k\tau_k], k = 1, \dots, m, \quad k = 0, 1, \dots, \\ n_k(t) = \frac{E_k R}{R^2 + L^2 w_k^2} \sin(w_k t + \varphi_k) - \frac{L E_k w_k}{R^2 + L^2 w_k^2} \cos(w_k t + \varphi_k)$$

и сделаем замену [2]

$$i(t) = x(t) + n(t),$$

которая дает возможность вместо дифференциального уравнения с разрывной правой частью исследовать другую модель, описываемую линейным однородным уравнением с фиксированными моментами импульсного воздействия [3]

$$R x(t) + L \frac{dx(t)}{dt} = 0, t \neq t_j, \quad j = 1, 2, \dots$$

$$x(0) = -n_1(0),$$

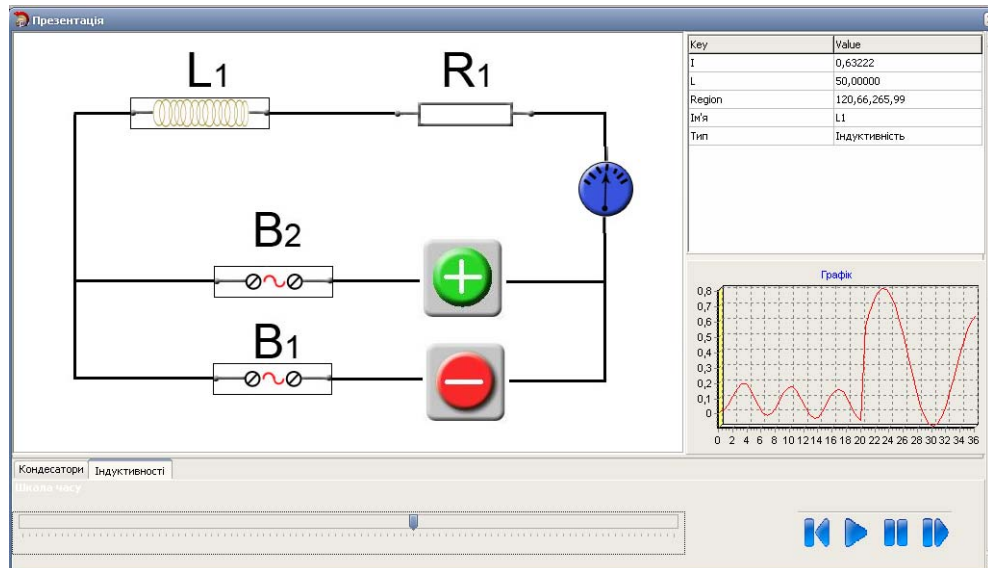
$$\Delta x|_{t=\tau_j} = \begin{cases} n_1(\tau_j) - n_2(\tau_j), j = km + 1, \\ n_2(\tau_j) - n_3(\tau_j), j = km + 2, \\ \vdots \\ n_m(\tau_j) - n_1(\tau_j), j = km + m. \end{cases} \quad k=0, 1, \dots$$

Решив это уравнение, применяя общее решение однородного уравнения

$$X(t) = C e^{-\frac{R}{L}t}, \quad C = \text{const},$$

вернёмся к искомой функции $i(t)$.

Для анализа поведения электрических цепей нами создана программа, интерфейс которой имеет вид



При включении одного из источников ЕРС (зеленая кнопка) автоматически выключаются включенный ранее источник ЕРС (красная кнопка).

Функции программы:

- визуальное построение электрических цепей для заданного количества m источников электро-движущей силы;
- вычисление значения мгновенного тока $i(t)$ с помощью дифференциальных уравнений с разрывной правой частью (при $m=2$ и $k \in \{0,1,2\}$);
- вычисление значения мгновенного тока $i(t)$ с помощью дифференциальных уравнений с импульсным воздействием (при $m \geq 2$ и $k \in \{0,1,2,\dots\}$);
- выведение графиков колебания мгновенного тока;
- получение данных из текстового файла специального формата.

Отметим, что для реализации проекта созданы собственные компоненты, установленные в палитру компонентов Borland C++ Builder.

Приведем интерфейсную часть одного из таких компонентных классов:

```
//The Power class
// Drawing figure loaded from resources
// Added 3 new parameters : E, W, Fi
class TPower : public TRectangleSchemaElement
{
public:
    TPower(AnsiString ElementName, const TPoint Position,
           double E, double W, double Fi);
    virtual ~TPower() {};
    virtual double __fastcall GetGraphicValue(void) {return U;}
    __property double E = {read = E_, write = E_};
    __property double W = {read = W_, write = W_};
    __property double Fi = {read = Fi_, write = Fi_};
    __property double StartFi = {read = FiStart_};
    __property double U = {read = GetU};
```

```
private:
double E_;
double W_;
double Fi_;
double U_;
double FiStart_;
double __fastcall GetU(void) { return E_*sin(Fi_); }
};
```

Для тестирования программы для случая $m=2$ нами использована система MathCad и заданы такие искусственные параметры модели, которые наглядно демонстрируют влияние переключений на значение мгновенного тока.

Продemonстрируем вычисления на рабочем листе MathCad для двух типов моделей: с разрывной правой частью (часть формул в связи с их громоздкостью не приведены) и с импульсным воздействием и непрерывной правой частью.

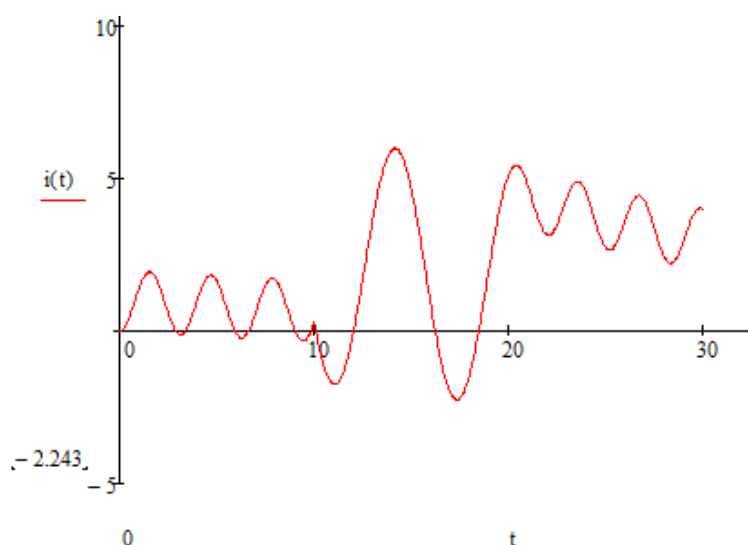
$$\begin{aligned} L_1 &:= 50 & R_1 &:= 2 & E_1 &:= 100 & E_2 &:= 200 \\ \omega_1 &:= 2 & \omega_2 &:= 1 & \phi_1 &:= 0 & \phi_2 &:= 1.5 \\ k &:= 6 & \theta &:= \frac{60}{k} & \tau_0 &:= 0 & j &:= 1..k \end{aligned} \quad \tau_j := \tau_0 + \theta \cdot j$$

$$i1(t) := \frac{E_1}{R^2 + (\omega_1)^2 \cdot L^2} \cdot \left[\left(\omega_1 \cdot L \cdot \cos(\phi_1) - R \cdot \sin(\phi_1) \right) \cdot e^{\frac{-R}{L} \cdot t} + R \cdot \sin(\omega_1 \cdot t + \phi_1) - \omega_1 \cdot L \cdot \cos(\omega_1 \cdot t + \phi_1) \right]$$

$$i2(t) := \frac{E_1}{R^2 + (\omega_1)^2 \cdot L^2} \cdot \left[\left(\omega_1 \cdot L \cdot \cos(\phi_1) - R \cdot \sin(\phi_1) \right) \cdot e^{\frac{-R}{L} \cdot t} \right] + \left[\frac{E_1}{R^2 + (\omega_1)^2 \cdot L^2} \cdot \left(R \cdot \sin(\omega_1 \cdot \tau_1 + \phi_1) - \dots \right. \right.$$

$$i3(t) := \dots$$

$$i(t) := \begin{cases} i1(t) & \text{if } t \leq \tau_1 \\ i2(t) & \text{if } t > \tau_1 \wedge t \leq \tau_2 \\ i3(t) & \text{if } t > \tau_2 \wedge t \leq \tau_3 \end{cases}$$



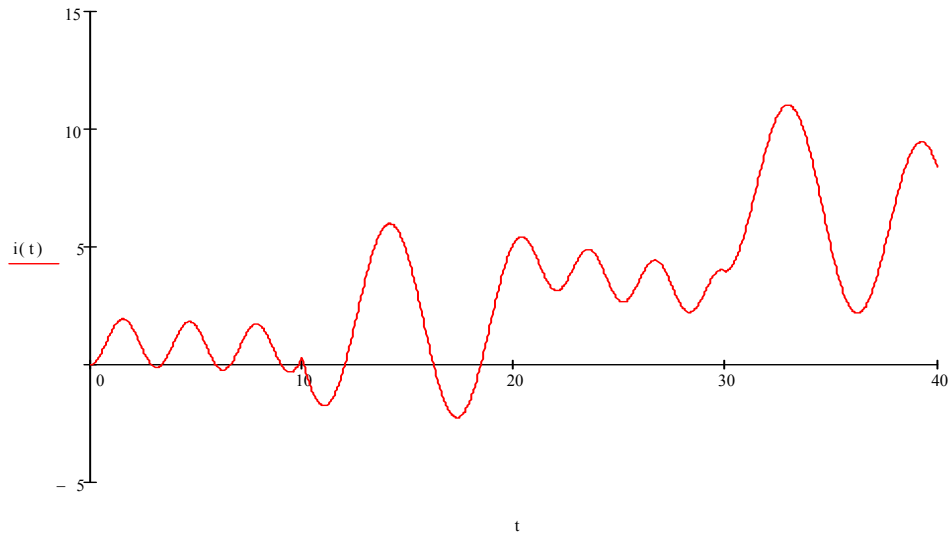
$$n1(t) := \frac{E_1 \cdot R}{R^2 + L^2 \cdot (\omega_1)^2} \cdot \sin(\omega_1 \cdot t + \phi_1) - \frac{L \cdot E_1 \cdot \omega_1}{R^2 + L^2 \cdot (\omega_1)^2} \cdot \cos(\omega_1 \cdot t + \phi_1)$$

$$n2(t) := \frac{E_2 \cdot R}{R^2 + L^2 \cdot (\omega_2)^2} \cdot \sin(\omega_2 \cdot t + \phi_2) - \frac{L \cdot E_2 \cdot \omega_2}{R^2 + L^2 \cdot (\omega_2)^2} \cdot \cos(\omega_2 \cdot t + \phi_2)$$

$$n(t) := \begin{cases} \text{for } j \in 1, 3..k-1 & I(j) := \begin{cases} \text{return } n1(j \cdot \theta) - n2(j \cdot \theta) & \text{if } \text{mod}(j, 2) = 1 \\ \text{return } n2(j \cdot \theta) - n1(j \cdot \theta) & \text{otherwise} \end{cases} \\ \text{return } n2(t) & \text{if } (t > \tau_j) \wedge (t \leq \tau_{j+1}) \\ \text{return } n1(t) \end{cases}$$

$$X(t, c) := c \cdot e^{\frac{-R}{L} \cdot t} \quad \underline{C}(X0, t) := X0 \cdot e^{\frac{R}{L} \cdot t}$$

$$x(t) := \begin{cases} X(t, -n1(0)) & \text{if } t \leq \tau_1 \\ X(t, C(x(\tau_1) + I(1), \tau_1)) & \text{if } t > \tau_1 \wedge t \leq \tau_2 \\ X(t, C(x(\tau_2) + I(2), \tau_2)) & \text{if } t > \tau_2 \wedge t \leq \tau_3 \\ X(t, C(x(\tau_3) + I(3), \tau_3)) & \text{if } t > \tau_3 \end{cases} \quad i(t) := x(t) + n(t)$$



Отметим, что используя предложенный подход и разработанные компоненты, можно легко построить график и получить значение мгновенного тока, задав любое количество и последовательность переключений, любые моменты импульсного воздействия и параметры модели.

Литература.

1. Шидловська Н.А., Кравченко О.П. Аналіз електричних кіл з перемиканнями за допомогою теорії диференціальних рівнянь з імпульсною дією. // Пр. Ін-ту електродинаміки НАН України: Зб. наук. пр. – К.: ІЕД НАНУ, 2005. – №2(11) Ч2, 2005. – С.3-6.
2. Сопронюк Т.М. Моделювання електричних кіл з перемиканнями за допомогою диференціальних рівнянь з імпульсною дією // Математика і інформатика – Ужгород: УжНУ, 2011. – Вип. 22, №2. – С. 138–141.
3. Петришин Р.І., Сопронюк Т.М. Наближені методи розв'язування диференціальних рівнянь з імпульсною дією: навч. посібник. – Чернівці: Чернівецький національний ун-т, 2010. – 200 с.

УСРЕДНЕНИЕ ОДНОЧАСТОТНЫХ РЕЗОНАНСНЫХ СИСТЕМ С ФИКСИРОВАННЫМИ МОМЕНТАМИ ИМПУЛЬСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Т.Н. Сопронюк, канд. физ.-мат. наук, доц.

Черновицкий национальный университет, г. Черновцы, Украина

E-mail: sopronyuk@gmail.com

Для исследования многочастотных систем обычных дифференциальных уравнений известен инструмент, который основывается на равномерных оценках осцилляционных интегралов [1]. Если же указанные системы подлежат импульсному воздействию, то возникает потребность иметь еще и оценки осцилляционных сумм [2-4]. В работах [4, 5] такого типа оценки использованы для обоснования метода усреднения для многочастотных импульсных систем. В данной статье изучаются одночастотные резонансные системы с фиксированными (равномерными) моментами импульсного воздействия [6].

Рассмотрим сначала осцилляционный интеграл

$$I_k(\tau, \bar{\tau}, \bar{t}, \varepsilon) = \int_{\bar{t}}^{\tau + \bar{t}} \exp \left\{ \frac{i}{\varepsilon} \int_{\bar{\tau}}^y k \omega(z) dz \right\} dy,$$

где $\omega(z)$ – действительная функция, L – положительная постоянная; $\varepsilon_0 \geq \varepsilon$ – малый положительный параметр, i – мнимая единица, k – ненулевое целое число, $\tau \in [0, L]$, $\bar{\tau} \geq t$, $\bar{t} \geq t$, $t \in R$.

В монографии [1] установлена оценка такого интеграла в случае, когда подынтегральная функция внутреннего интеграла имеет вид $(k, \omega(z))$, где $\omega(z) = (\omega_1(z), \dots, \omega_m(z)) \in R^m$, k – ненулевой целочисленный m – измеримый вектор, $(\cdot, \cdot)$ – скалярное произведение векторов.

Лемма 1. Пусть $\omega(z) \in C_I^1$, $I = [t, \infty)$, t – произвольное действительное число, $|\omega'(z)| \geq \sigma_0 > 0$, $z \in I$. Тогда для всех $\bar{\tau} \geq t$, $\bar{t} \geq t$, $\tau \in [0, L]$ и $\varepsilon \in (0, \varepsilon_0]$ справедлива оценка

$$|I_k(\tau, \bar{\tau}, \bar{t}, \varepsilon)| \leq \sqrt{\frac{\varepsilon}{|k|}} \left(8 + \frac{2}{\sigma_0} \right). \quad (1)$$

Доказательство. При сделанных предположениях функция $\omega(z)$ имеет не больше одного нуля на I . Обозначим его τ^* и перепишем интеграл $I_k(\tau, \bar{\tau}, \bar{t}, \varepsilon)$ в виде

$$I_k(\tau, \bar{\tau}, \bar{t}, \varepsilon) = \int_{\bar{t}}^{\tau^* - \mu/\sqrt{|k|}} W dy + \int_{\tau^* - \mu/\sqrt{|k|}}^{\tau^* + \mu/\sqrt{|k|}} W dy + \int_{\tau^* + \mu/\sqrt{|k|}}^{\bar{t} + \tau} W dy, \quad (2)$$

где $W = \exp \left\{ \frac{i}{\varepsilon} \int_{\bar{\tau}}^y k \omega(z) dz \right\}$, $0 < \mu < 1$.

Очевидно, что для всех $z \in [\bar{t}, \tau^* - \mu/\sqrt{|k|}]$, $z \in (\tau^* + \mu/\sqrt{|k|}, \bar{t} + \tau]$ и произвольного $\mu > 0$ выполняется неравенство

$$|\omega(z)| > \sigma_0 \mu / \sqrt{|k|}. \quad (3)$$

Если на отрезке $[\bar{t}, \bar{t} + L]$ нет нуля функции $\omega(z)$, то неравенство (3) выполняется всегда, за исключением, возможно, интервала длины не больше $\mu/\sqrt{|k|}$ на одном из концов отрезка.

Интегрируя частями первый интеграл в правой части (2) и учитывая монотонность функции $\omega(z)$, получим

$$\begin{aligned} \left| \int_{\bar{t}}^{\tau^* - \mu/\sqrt{|k|}} W dy \right| &= \left| \int_{\bar{t}}^{\tau^* - \mu/\sqrt{|k|}} \frac{\varepsilon}{i k \omega(y)} d e^{\frac{i}{\varepsilon} \int_{\bar{\tau}}^y k \omega(z) dz} \right| \leq \\ &\leq \varepsilon \left(\frac{2}{\sqrt{|k|} \sigma_0 \mu} + \int_{\bar{t}}^{\tau^* - \mu/\sqrt{|k|}} \frac{|\omega'(y)|}{|k| \omega^2(y)} dy \right) \leq \end{aligned}$$

$$\leq \varepsilon \left(\frac{2}{\sqrt{|k|}\sigma_0\mu} + \frac{1}{|k|} \left| \int_{\bar{t}}^{\tau^* - \mu/\sqrt{|k|}} \frac{d}{dy} \left(\frac{1}{\omega(y)} \right) dy \right| \right) \leq \frac{4\varepsilon}{\sqrt{|k|}\sigma_0\mu}.$$

Точно так же оценивается третье слагаемое в правой части (2), поэтому окончательно имеем

$$|I_k(\tau, \bar{\tau}, \bar{t}, \varepsilon)| \leq \frac{8\varepsilon}{\sqrt{|k|}\sigma_0\mu} + \frac{2\mu}{\sqrt{|k|}}.$$

Выбрав $\mu = \sqrt{\varepsilon}/\sigma_0$, получим неравенство (1). Лемма доказана.

Отметим, что оценка (1) не зависит ни от длины отрезка L , ни от начала отрезка интегрирования $\bar{t}$. Рассмотрим теперь осцилляционную сумму

$$S_k(\tau, \bar{\tau}, \bar{t}, \varepsilon) = \sum_{\bar{t} \leq \tau_j < \bar{t} + \tau} \varepsilon \exp \left\{ \frac{i}{\varepsilon} \int_{\bar{\tau}}^{\tau_j} k\omega(z) dz \right\}, \quad (4)$$

где $\tau \in [0, L]$, $\bar{t} \geq t$, $\bar{\tau} \geq t$, $t \in R$, $\varepsilon \in (0, \varepsilon_0]$; i – мнимая единица; $0 \neq k$ – целое число; $t_j = \tau_j/\varepsilon$ – моменты импульсного воздействия, $\bar{t}_j \equiv \bar{\tau}_j/\varepsilon \equiv t_{j+1} - t_j$.

Предположим, что моменты импульсного воздействия равномерные, т.е. для всех $j \in N$ выполняется равенство

$$\bar{t}_j = \theta, \quad (5)$$

где θ – положительная постоянная.

Лемма 2. Если выполняются условия леммы 1 и предположение (5), то

а) для всех $\bar{\tau} \geq t$, $\bar{t} \geq t$, $\tau \in [0, L]$ и $\varepsilon \in (0, \varepsilon_0]$ выполняется оценка

$$|S_k(\tau, \bar{\tau}, \bar{t}, \varepsilon)| \leq |k|\sigma_2\sqrt{\varepsilon}, \quad (6)$$

с постоянной $\sigma_2 = \sigma_2(\bar{t})$;

б) если же дополнительно предположить, что

$$\sigma_0 \leq |\omega'(z)| \leq \sigma_1, \quad z \in I, \quad (7)$$

то оценка (6) выполняется с постоянной $\sigma_2 = \sigma_2(L)$.

Доказательство. Поскольку осцилляционная сумма (4) рассматривается на произвольном промежутке, который принадлежит полуоси $[t, \infty)$, то очевидно, что существует такая постоянная $\bar{\sigma}_1 = \bar{\sigma}_1(\bar{t})$, что для всех $z \in [\bar{t}, \bar{t} + L]$ выполняется ограничение

$$|\omega(z)| \leq \bar{\sigma}_1.$$

Из неравенства

$$|\sin x| \geq \frac{2}{\pi} \min_{n \in \mathbb{Z}} |x - \pi n|, \quad x \in R,$$

и теоремы о среднем значении вытекает, что

$$\left| \sin \frac{1}{2\varepsilon} \int_{\tau_j}^{\tau_{j+1}} k\omega(z) dz \right| \geq 2 \min_{n \in \mathbb{Z}} |k\theta\omega(\tau_j^*)/(2\pi) - n|. \quad (8)$$

Здесь τ_j^* – некоторая точка из полуинтервала $[\tau_j, \tau_{j+1})$.

При оценивании суммы (4) левая часть неравенства (8) попадает в знаменатель. Поэтому резонансные явления возникают, в точках, в которых функция $f(z) \equiv k\theta\omega(z)/(2\pi)$ принимает целочисленные значения и близкие к ним.

Отнесем к множеству A отрезки малой длины, на которых есть резонансы. Поскольку $|f(z)| \leq |k|\theta\bar{\sigma}_1/(2\pi)$, то существует только $d_1(\bar{t}) < \bar{\sigma}_1|k|\theta/\pi + 1$ целых значений функции $f(z)$.

Пусть теперь выполняется предположение (7). Поскольку сумма (4) рассматривается на отрезке $[\bar{t}, \bar{t} + L]$ и

$$|\omega(\bar{t}) - \omega(\bar{t} + L)| \leq \sigma_1 L,$$

то на этом отрезке существует только $d_2(L) < |k|\theta\sigma_1 L/(2\pi) + 1$ целых значений функции $f(z)$.

Пусть $f(\tau')$ находится в ζ -окрестности некоторого целого числа n_1 , $\zeta < |k|\sigma_0\mu/(2\pi)$. Постоянную $0 < \mu < 1$ определим ниже.

Покажем, что в произвольной точке τ'' , в которой верно неравенство $|\tau'' - \tau'| > \frac{\mu}{\theta}$, выполняется оценка $|f(\tau'') - n_1| \geq |k|\sigma_0\mu/\pi$.

Учитывая ограниченность снизу производной функции $\omega(z)$, имеем

$$\begin{aligned} & |[f(\tau') - n_1] - [f(\tau'') - n_1]| = \\ & = \frac{|k|\theta}{2\pi} |\omega(\tau'') - \omega(\tau')| \geq \frac{|k|\theta}{2\pi} \frac{\mu\sigma_0}{\theta} = \frac{|k|\mu\sigma_0}{2\pi}. \end{aligned}$$

Итак, существует d отрезков длиной $2\frac{\mu}{\theta}$, на которых функция $f(z)$ принимает целые и близкие к целым значениям, а вне них (на множестве B) выполняется неравенство

$$\min_{n \in \mathbb{Z}} |f(z) - n| \geq |k|\sigma_0\mu/\pi. \quad (9)$$

Здесь $d = d_1(\bar{t})$ в случае а) и $d = d_2(L)$ в случае б).

Представим сумму (4) в виде

$$\begin{aligned} S_k(\tau, \bar{\tau}, \bar{t}, \varepsilon) &= \sum_{\tau_j \in A} \varepsilon \exp \left\{ \frac{i}{\varepsilon} \int_{\bar{\tau}}^{\tau_j} k\omega(z) dz \right\} + \\ &+ \sum_{\nu=1}^{d+1} \sum_{\alpha_\nu \leq \tau_j < \beta_\nu} \varepsilon \exp \left\{ \frac{i}{\varepsilon} \int_{\bar{\tau}}^{\tau_j} k\omega(z) dz \right\}, \end{aligned} \quad (10)$$

где $[\alpha_\nu, \beta_\nu]$ – отрезок множества B . Учитывая монотонность функции $\omega(z)$ и условие (5), как и в работе [2], получим

$$\begin{aligned} & \left| \varepsilon \sum_{\alpha_\nu \leq \tau_j \leq \beta_\nu} \exp \left\{ \frac{i}{\varepsilon} \int_{\bar{\tau}}^{\tau_j} k\omega(z) dz \right\} \right| \leq \varepsilon + \frac{\varepsilon\pi}{4\theta} + \\ & + \sum_{j=1}^{n_\nu-2} \frac{\left| \int_{\tau_{j+1}}^{\tau_{j+2}} k\omega(z) dz - \int_{\tau_j}^{\tau_{j+1}} k\omega(z) dz \right|}{4 \left| \sin \frac{1}{2\varepsilon} \int_{\tau_{j+1}}^{\tau_{j+2}} k\omega(z) dz \right| \cdot \left| \sin \frac{1}{2\varepsilon} \int_{\tau_j}^{\tau_{j+1}} k\omega(z) dz \right|} \leq \bar{\sigma}_2 |k| \left(\varepsilon + \frac{\varepsilon}{\mu} \right), \\ & \bar{\sigma}_2 = \text{const} > 0. \end{aligned} \quad (11)$$

Здесь n_ν – количество импульсов на отрезке $[\alpha_\nu, \beta_\nu]$.

Объединяя (10) и (11), имеем

$$|S_k(\tau, \bar{\tau}, \bar{t}, \varepsilon)| \leq (d+1) \left(2\frac{\mu}{\theta} + \bar{\sigma}_2 |k| \varepsilon + \bar{\sigma}_2 |k| \frac{\varepsilon}{\mu} \right).$$

Выбирая $\mu = \sqrt{\varepsilon}$, а $\sigma_2 = \frac{(d+1)(2/\theta + \bar{\sigma}_2)}{3|k|}$, получим оценку (6). Лемма доказана.

Рассмотрим дальше одночастотную систему с импульсным воздействием в фиксированные моменты времени

$$\begin{aligned} \frac{dx}{d\tau} &= a(x, \varphi, \tau), \quad \frac{d\varphi}{d\tau} = \frac{\omega(\tau)}{\varepsilon} + b(x, \varphi, \tau), \quad \tau \neq \tau_j, \\ \Delta x|_{\tau=\tau_j} &= \varepsilon p(x, \varphi, \tau_j), \quad \Delta \varphi|_{\tau=\tau_j} = \varepsilon q(x, \varphi, \tau_j), \end{aligned} \quad (12)$$

в которой функции a, b, p, q и ω определены при $(x, \varphi, \tau, \varepsilon) \in \mathcal{D} \times R \times I \times [0, \varepsilon_0]$, $I = [t, \infty)$, моменты импульсного воздействия τ_j такие же, как в лемме 1.

Будем считать, что функция $c(x, \varphi, \tau) = [a(x, \varphi, \tau); b(x, \varphi, \tau)]$, $(x, \varphi, \tau) \in G \equiv \mathcal{D} \times R \times I$, 2π -периодическая по φ , раскладывается в равномерно по φ сходящийся в G ряд Фурье

$$\sum_k c_k(x, \tau) \exp\{ik\varphi\},$$

причем

$$\sum_{|k|>0} \frac{\|c_k(x, \tau)\|}{\sqrt{|k|}} \leq \sigma_3, \quad (x, \tau) \in \mathcal{D} \times I, \sigma_3 = \text{const} > 0. \quad (13)$$

Предположим, что функция $r(x, \varphi, \tau) = [p(x, \varphi, \tau); q(x, \varphi, \tau)]$ 2π -периодическая по φ , раскладывается в ряд Фурье, а коэффициенты Фурье $r_k(x, \tau)$ удовлетворяют ограничению

$$\sum_k |k| \|r_k(x, \tau)\| \leq \sigma_3, \quad (x, \tau) \in \mathcal{D} \times I. \quad (14)$$

Пусть также для всех $\tau', \tau'' \in I, x', x'' \in \mathcal{D}, \varphi', \varphi'' \in R$ выполняются неравенства

$$\begin{aligned} \|c(x', \varphi', \tau')\| &\leq \sigma_3, \quad \|r(x', \varphi', \tau')\| \leq \sigma_3, \\ \|c(x', \varphi', \tau') - c(x'', \varphi'', \tau'')\| &\leq \sigma_3(\|x'' - x'\| + |\varphi'' - \varphi'| + |\tau'' - \tau'|), \\ \|r(x', \varphi', \tau') - r(x'', \varphi'', \tau'')\| &\leq \sigma_3(\|x'' - x'\| + |\varphi'' - \varphi'| + |\tau'' - \tau'|). \end{aligned} \quad (15)$$

Поставим в соответствие системе (12) усредненную по угловой переменной систему

$$\frac{d\bar{x}}{d\tau} = \bar{a}(\bar{x}, \tau) + \frac{1}{\theta}\bar{p}(\bar{x}, \tau), \quad \frac{d\bar{\varphi}}{d\tau} = \frac{\omega(\tau)}{\varepsilon} + \bar{b}(\bar{x}, \tau) + \frac{1}{\theta}\bar{q}(\bar{x}, \tau), \quad (16)$$

где

$$\begin{aligned} [\bar{a}(x, \tau); \bar{b}(x, \tau)\bar{p}(x, \tau); \bar{q}(x, \tau)] &= [a_0(x, \tau); b_0(x, \tau); p_0(x, \tau); q_0(x, \tau)] = \\ &= 2\pi \int_0^{2\pi} [a(x, \varphi, \tau); b(x, \varphi, \tau); p(x, \varphi, \tau); q(x, \varphi, \tau)] d\varphi. \end{aligned} \quad (17)$$

Обозначим через $(x_\tau(t, x^*, \varphi^*, \varepsilon); \varphi_\tau(t, x^*, \varphi^*, \varepsilon))$ – решение системы (12), которое в момент времени $\tau = t$ принимает значение (x^*, φ^*) , $x^* \in K \subset \mathcal{D}$, а через $(\bar{x}_\tau(t, x^*); \bar{\varphi}_\tau(t, x^*, \varphi^*, \varepsilon))$ – решение системы (16), которое при $\tau = t$ принимает такое же значение.

Теорема 1. Пусть:

1) справедливы предположения леммы 2;

2) выполняются условия (13) – (17) для всех $\tau \in I$;

3) кривая $\bar{x} = \bar{x}_\tau(t, x^*)$ лежит в $\mathcal{D}$ вместе со своей ρ -окрестностью при $\tau \in [\bar{t}, \bar{t} + L]$.

Тогда существует такое $\varepsilon_0 > 0$, что при $\tau \in I$, $t \in [\bar{t}, \bar{t} + L]$, $x^* \in K$, $\varphi^* \in R$ и $\varepsilon \in (0, \varepsilon_0]$ справедлива оценка

$$\|U_\tau(t, x^*, \varphi^*, \varepsilon)\| \leq \sigma_4 \varepsilon^{1/4}, \quad (18)$$

где $U_\tau(t, x^*, \varphi^*, \varepsilon) = (x_\tau(t, x^*, \varphi^*, \varepsilon) - \bar{x}_\tau(t, x^*); \varphi_\tau(t, x^*, \varphi^*, \varepsilon) - \bar{\varphi}_\tau(t, x^*, \varphi^*, \varepsilon))$, а постоянная σ_4 зависит от $\bar{t}$, если выполняются условия леммы 1, и от L , если выполняются условия леммы 2 (случай б)).

В монографии [1] рассмотрена аналогичная теорема для многочастотных систем при других ограничениях на частоты. Ее доказательство основывается на оценках осцилляционных интегралов и сумм в случае, когда $\omega(\tau)$ является вектором-функцией. Если теперь использовать предложенную там схему доказательства, применив оценки (1), (6), то получим неравенство (18).

С помощью оценок (1), (6), повторяя доказательство теоремы об обосновании метода усреднения на полуоси [5], легко доказывается следующая теорема.

Теорема 2. Пусть:

1) $\omega(z) \in C_I^1$, $I = [t, \infty)$, $t \in R$, $0 < \sigma_0 \leq |\omega'(z)| \leq \sigma_1$, $z \in I$;

2) существует решение $\bar{x} = \xi(\tau)$ усредненных уравнений

$$\frac{d\bar{x}}{d\tau} = \bar{a}(\bar{x}, \tau) + \frac{1}{\theta}\bar{p}(\bar{x}, \tau),$$

которое определено для всех $\tau \in I$ и лежит в $\mathcal{D}$ вместе со своей ρ -окрестностью;

3) нормальная фундаментальная матрица $Q(\tau, t)$ уравнения в вариациях

$$\frac{dz}{d\tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\bar{a}(\xi(\tau), \tau) + \frac{1}{\theta}\bar{p}(\xi(\tau), \tau) \right) z$$

удовлетворяет оценку

$$\|Q(\tau, t)\| \leq \bar{K} e^{-\gamma(\tau-t)}, \quad \tau \geq t \in I, \quad \bar{K} = \text{const} \geq 1, \quad \gamma = \text{const} > 0,$$

4) функции $\frac{\partial}{\partial x} a_0(x, \tau)$ и $\frac{\partial}{\partial x} p_0(x, \tau)$ равномерно непрерывны на множестве $\{(x, \tau) : x \in R^n, \tau \in I, \|x - \xi(\tau)\| \leq \rho/2\}$.

Тогда при сколь угодно малом $\varepsilon_0 > 0$ для всех $(\psi, \varepsilon) \in R \times (0, \varepsilon_0]$ существует такое $x^0(\psi, \varepsilon)$, что решение $(x_\tau(0, x^0(\psi, \varepsilon), \psi, \varepsilon); \varphi_\tau(0, x^0(\psi, \varepsilon), \psi, \varepsilon))$ системы (12) определено для всех $\tau \in I$ и справедливо неравенство

$$\|x_\tau(0, x^0(\psi, \varepsilon), \psi, \varepsilon) - \xi(\tau)\| \leq \sigma_5 \varepsilon^{1/4}, \quad (\psi, \tau, \varepsilon) \in R \times I \times (0, \varepsilon_0],$$

с постоянной σ_5 , независимой от ψ, ε .

Литература.

1. Самойленко А.М., Петришин Р.І. Багаточастотні коливання нелінійних систем.— К.: Ін-т математики НАН України, 1998.— 340 с.

2. Астафьева М.Н. К вопросу обоснования метода усреднения для многочастотных колебательных систем с импульсным воздействием // Укр. матем. журн.— 1989.— **41**, N8.— С.1124-126.
3. Сопронюк Т.М. Асимптотична стійкість розв'язків нелінійної імпульсної системи з малим параметром // Наук. вісник Чернівецького ун-ту: 3б. наук. пр. Вип.111. Математика.— Чернівці: Рута, 2001.— С.113-120.
4. Петришин Р. І., Сопронюк Т.М. Обґрунтування методу усереднення для багаточастотних імпульсних систем // Укр. мат. журн.— 2003.— **55**, N1.— С.55—65.
5. Петришин Я.Р. Обґрунтування методу усереднення на півосі для одного класу нелінійних коливних систем з імпульсним впливом // Наук. вісник Чернівецького ун-ту: 3б. наук. пр. Вип. 111. Математика.— Чернівці: Рута, 2001.— С.105-109.
6. Петришин Р.І., Сопронюк Т.М. Наближені методи розв'язування диференціальних рівнянь з імпульсною дією: навч. посібник.- Чернівці: Чернівецький національний ун-т, 2010. —200 с.

ВЫЧИСЛЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕННОГО ИНТЕГРАЛА НА ПЕРСОНАЛЬНОМ КОМПЬЮТЕРЕ

М.В. Дубровский, студент гр. 10790, научный руководитель: В.А. Журавлев
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26
E-mail: df1999@mail.ru

В процессе обучения мы неоднократно сталкивались с необходимостью вычисления определённых интегралов. Поскольку решение аналитическим методом не всегда легко даётся, то в этой работе мы решили воспользоваться программой Microsoft Excel, а точнее методом прямоугольников и методом трапеций. Принцип решения определённого интеграла состоит в следующем.

Пусть на отрезке $[a, b]$ задана функция $y=f(x)$, и отрезок $[a, b]$ разбит на n элементарных отрезков точками $x_0, x_1, \dots, x_n$: $a = x_0 < x_1 < x_2 < \dots < x_n = b$.

На каждом отрезке $[x_{i-1}, x_i]$ разбиения выбрана некоторая точка Ψ и положено, что $\Delta x_i = x_i - x_{i-1}$, где $i = 1, 2, \dots, n$. Тогда сумма вида:

$$\sum f(\Psi) \Delta x_i \quad (1)$$

называется интегральной суммой для функции $y = f(x)$ на $[a, b]$. Интегральная сумма зависит как от способа разбиения отрезка $[a, b]$ точками $x_0, x_1, \dots, x_n$, так и от выбора точек $\Psi_1, \Psi_2, \dots, \Psi_n$ на каждом из отрезков разбиения $\Delta x_i = x_i - x_{i-1}$, $i = 1, 2, \dots, n$.

Обозначим через $\max \Delta x_i$ максимальную из длин отрезков $[x_{i-1}, x_i]$, где $i = 1, 2, \dots, n$.

Тогда определённым интегралом от функции $y=f(x)$ на $[a, b]$ называется предел интегральной суммы при стремлении $\max \Delta x_i$ к нулю, если он существует, конечен и не зависит от способа выбора точек $x_1, x_2, \dots$ и точек $\Psi_1, \Psi_2, \dots$. Определённый интеграл обозначается:

$\int_a^b f(x) dx$, а функция $f(x)$ называется интегрируемой на отрезке $[a, b]$, т.е.

$$\int_a^b f(x) dx = \lim_{\max \Delta x_i \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n f(\Psi) \Delta x_i \quad (2)$$

При этом число a называется нижним пределом определённого интеграла, число b - его верхним пределом, функция $f(x)$ - подынтегральной функцией, выражение $f(x)dx$ подынтегральным выражением, а задача о нахождении определённого интеграла интегрированием функции $f(x)$ на отрезке $[a, b]$.

Геометрический смысл определённого интеграла заключается в следующем. Если функция $y = f(x)$ неотрицательна на отрезке $[a, b]$, где $a < b$, то $\int_a^b f(x) dx$ численно равен площади S под кривой $y = f(x)$ на $[a, b]$.

Действительно, отдельное слагаемое интегральной суммы (2) равно площади S_i прямоугольника со сторонами Δx_i и $f(x_i)$ (согласно определению значение определённого интеграла не зависит от способа выбора точек $\Psi_1, \Psi_2, \dots$), где $i = 1, 2, \dots, n$. Поэтому вся интегральная сумма (1) равна пло-

щади $S_{\text{л}} = S_1 + S_2 + \dots + S_n$ под ломаной, образованной на каждом из отрезков $[x_{i-1}, x_i]$ прямыми, параллельными оси абсцисс. При стремлении $\max \Delta x$, к нулю ломаная неограниченно приближается к исходной кривой и площадь под ломаной переходит в площадь под кривой $S_{\text{л}} = S$.

Для нахождения определенного интеграла используется формула Ньютона-Лейбница:

$$\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a), \quad (3)$$

где $F(a)$ и $F(b)$ первообразные для $f(x)$ в точках a и b . Первообразной функцией для функции $f(x)$ на промежутке x называется функция $F(x)$, если в каждой точке x этого промежутка $F'(x) = f(x)$.

Однако применение формулы (3) на практике связано с существенными трудностями, возникающими при нахождении первообразной в случае усложнения подынтегральной функции. Поэтому в приложениях используют так называемые численные методы, позволяющие найти приближенное значение искомого интеграла с требуемой точностью. Этот подход оказывается особенно предпочтительным при использовании компьютеров для нахождения интегралов.

Существуют различные численные методы вычисления определенных интегралов:

- метод прямоугольников – как сумма элементарных прямоугольников;

$$\int_a^b f(x)dx \approx \sum_{i=1}^n f(x_i)\Delta x \quad (4)$$

- метод трапеций – как сумма элементарных трапеций;

$$\int_a^b f(x)dx \approx \sum_{i=1}^{n-1} f(x_i) + \frac{f(x_0) + f(x_n)}{2} \Delta x, \quad (5)$$

а также методы Симпсона, Монте-Карло и др.

Формула метода прямоугольников (4) получается, если отрезок интегрирования $[a, b]$ разбить на n равных частей длиной: $\Delta x = \frac{b-a}{n}$. На каждом из отрезков разбиения $[x_{i-1}, x_i]$ участок кривой $y =$

$f(x)$ заменяется отрезком прямой, параллельным оси абсцисс. Тогда: $\int_a^b f(x)dx \approx S_1 + S_2 + \dots + S_n$, где $S_1, S_2, \dots, S_n$ - площади прямоугольников на каждом из отрезков разбиения. Метод прямоугольников является простейшим, но и наименее точным.

Более точно определенный интеграл может быть вычислен по формуле трапеций (5). В этом случае, в отличие от метода прямоугольников, на каждом из отрезков разбиения $[x_{i-1}, x_i]$ участок кривой $y=f(x)$ заменяется хордами, стягивающими концевые точки. Тогда, отдельное слагаемое интегральной суммы S , равно площади трапеции с основаниями $f(x_i)$ и $f(x_{i-1})$ и высотой Δx , где $i = 1, 2, \dots, n$. То есть: $S_i = \frac{f(x_{i-1}) + f(x_i)}{2} \Delta x$.

Складывая площади элементарных трапеций и приводя подобные члены, получаем формулу (5).

Погрешность (Δ) вычисления определенного интеграла по формуле трапеций ($S(n)$):

$$\Delta = \left| \int_a^b f(x)dx - S(n) \right| \text{ может быть оценена из выражения:}$$

$$\Delta \leq \frac{(b-a)^3}{12n^2} M_2, \text{ где } M_2 - \text{максимальное значение модуля второй производной } f''(x) \text{ подынтегральной функции } y=f(x) \text{ на } [a, b].$$

Рассмотрим вычисления интегралов по методу прямоугольников и методу трапеций.

Пример. Методом прямоугольников и методом трапеций найти $\int_0^3 x^2 dx$ с шагом $\Delta x = 0,1$.

Решение 1. Для нахождения определенного интеграла методом прямоугольников необходимо ввести значения подынтегральной функции $f(x)$ в рабочую таблицу Excel в диапазоне $x \in [0;3]$ с заданным шагом $\Delta x = 0,1$. Открываем чистый рабочий лист (команда Вставка, лист.), составляем таблицу данных (x и $f(x)$). Пусть первый столбец будет значениями x , а второй соответствующими показателями Δx . Для этого в ячейку A1 вводим слово Аргумент, а в ячейку B1 - слово Функция. В ячейку A2 вводится первое значение аргумента - левая граница диапазона (0). В ячейку A3 вводится второе

значение аргумента - левая граница диапазона плюс шаг построения (0,1). Затем, выделив блок ячеек A2:A3, автозаполнением получаем все значения аргумента (за правый нижний угол блока протягиваем до ячейки A32, значение $x = 3$).

Далее вводим значения подынтегральной функции, в ячейку B2 необходимо записать ее уравнение. Для этого табличный курсор необходимо установить в ячейку B2 и с клавиатуры ввести формулу $=A2^2$ (при английской раскладке клавиатуры). Нажимаем клавишу Enter. В ячейке B2 появляется 0. Теперь необходимо скопировать функцию из ячейки B2. Автозаполнением копируем эту формулу в диапазон B2:B32. В результате должна быть получена таблица данных для нахождения интеграла. Нажимаем кнопку ОК. В ячейке B33 появляется приближенное значение искомого интеграла (9,455).

Сравнивая полученное приближение с истинным значением интеграла (9), можно видеть, что ошибка приближения метода прямоугольников в данном случае довольно значительна - 0,455.

Решение 2. Для нахождения определенного интеграла методом трапеций, как и в случае использования метода прямоугольников, значения подынтегральной функции $f(x)$ должны быть введены в рабочую таблицу Excel в диапазоне $x \in [0;3]$ с заданным шагом $\Delta x = 0,1$. Поэтому этапы 1-3 полностью аналогичны этапам предыдущего решения. Поскольку таблица данных для нахождения интеграла уже введена, приступаем сразу к этапу 4:

Теперь в ячейке B34 может быть найдено приближенное значение интеграла по методу трапеций. Для этого в ячейку B34 вводим формулу $= 0,1 * ((B2 + B32) / 2 +$, затем вызываем Мастер функций (нажатием на панели инструментов кнопки Вставка функции (fx)). В появившемся диалоговом окне Мастер функций шаг 1 из 2 слева в поле Категория выбираем Математические. Справа в поле Функция - функцию Сумм. Нажимаем кнопку ОК. Появляется диалоговое окно Сумм. В рабочее поле мышью вводим диапазон суммирования B3:B31. Нажимаем кнопку ОК и еще раз ОК. В ячейке B34 появляется приближенное значение искомого интеграла (9,005). Сравнивая полученное приближение с истинным значением интеграла (9), можно увидеть, что ошибка приближения метода трапеций в данном случае вполне приемлемая - 0,005.

Вывод: 1) вычисление определенного интеграла с помощью программы Excel гораздо ускоряет расчеты;

2) метод трапеций является более точным методом, по сравнению с методом прямоугольников.

Литература.

1. Решение математических задач средствами Excel: Практикум / В.Я. Гельман. – СПб.: Питер, 2003. – 240с.

ВЫБОР АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ МЕТОДОВ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА

Г.Т. Даненова, к.т.н., Т.Б. Ахметжанов, к.т.н., М.М. Коккоз, к.п.н.

Карагандинский государственный технический университет

100027, Казахстан, г.Караганда, б.Мира, 56, тел. +7 (7212) 56-75-98

E-mail: lady_aigerim@bk.ru, makhabbat_k@bk.ru

Для получения представительной выборки используем правило рационального планирования экспериментов [1,2]. Применение данного метода сокращает, по сравнению с полным экспериментом, число прогонов машинной модели в q^{k-2} раз, где k - число факторов, q - число уровней каждого фактора.

При большом числе факторов для получения плана эксперимента ($k > 4$) более рациональным является применение числовых матриц. Число строк в матрице равно числу опытов, а число столбцов - числу влияющих факторов. Комбинация цифр в каждой строке представляет собой сочетание уровней факторов в соответствующем опыте. Такие планы строятся на основе латинских квадратов. Для получения оптимального плана пригодны только ортогональные латинские квадраты.

Методика построения взаимно ортогональных квадратов подробно описана в [1]. При q уровнях каждого фактора можно построить $q+1$ взаимно ортогональных квадратов. Следовательно, для построения рационального плана эксперимента максимально возможное число факторов может быть на единицу больше уровня каждого фактора. Каждая система взаимно ортогональных латинских квадратов может быть преобразована путем переставления строк и столбцов $(q!)^2$ раз [2]. Это позволяет выбрать оптимальный план по диапазонам изменения факторов или избежать неблагоприятного сочетания уровней факторов.

Рассмотрим алгоритм формирования матрицы планирования. Он базируется на заданном векторе (строке) формируемой матрицы, которая будет первой строкой матрицы. Остальные строки получаются наращиванием номера уровня на единицу по столбцу матрицы с порядком от последнего к первому номеру. План эксперимента состоит из количества матриц планирования, равного числу уровней. Первая строка очередной матрицы планирования формируется из диагонали предыдущей матрицы.

Построим план эксперимента для случая $k=5$, $q=5$. Число опытов при полнофакторном эксперименте $N=q^k=5^5=3125$. Применение РПЭ сокращает число опытов в $q^{k-2}=5^{5-2}=125$ раз. То есть число опытов при неполном факторном эксперименте составит $N=25$. Для случая $q=5$ можно составить $(q!)^2=14400$ систем взаимно ортогональных латинских квадратов. Примем начальный вектор - строку в виде: 1 2 3 4 5. Тогда получим 5 латинских квадратов:

1 1 2 3 4 5	6 1 3 5 2 4	11 1 4 2 5 3	16 1 5 4 3 2	21 1 1 1 1 1
2 2 3 4 5 1	2 2 4 1 3 5	12 2 5 3 1 4	17 2 1 5 4 3	22 2 2 2 2 2
3 3 4 5 1 2	8 3 5 2 4 1	13 3 1 4 2 5	18 3 2 1 5 4	23 3 3 3 3 3
4 4 5 1 2 3	9 4 1 3 5 2	14 4 2 5 3 1	19 4 3 2 1 5	24 4 4 4 4 4
5 5 1 2 3 4	10 5 2 4 1 3	15 5 3 1 4 2	20 5 4 3 2 1	25 5 5 5 5 5

Алгоритм выдает план эксперимента для количества факторов, равного числу уровней. Очевидно, что если число факторов меньше, необходимо ограничиться соответственным значением столбцов.

На основе результатов машинного эксперимента строятся регрессионные зависимости для параметров модели. Существует 2 метода их получения: традиционный и нетрадиционный.

Традиционный метод моделирования представляет собой целевую функцию в форме полинома некоторой степени, коэффициенты которого находятся решением системы линейных уравнений. Для полиномов высоких степеней число уравнений системы будет возрастать. Поэтому для числа аргументов более 5-6 становятся громоздкими решения систем уравнений для полиномов даже второй степени. Кроме того, в этом методе многие факторы будут исключаться из анализа, т.к. парные зависимости от них не удовлетворяют требованиям к существенности связи. Нетрадиционный метод базируется на разработках проф. М.М. Протодяконова [2] и заключается в выборе парных уравнений из числа 15-ти, заложенных в программу. Они, как правило, с достаточной надежностью описывают большинство явлений природы и технологических процессов с плавным изменением функции. Кроме того, этот метод предусматривает весьма полезную процедуру последовательной нейтрализации сильнодействующего фактора для проявления характера влияния на целевую функцию остальных. При этом повышаются и показатели надежности влияния этих факторов. Нетрадиционный метод моделирования реализован в программе ANETR, созданной в КарГТУ [1]. Использование программы не требует специальной длительной подготовки.

Для сопоставления методов сравним получаемые модели на одних и тех же исходных данных. Причем за исходные данные примем значения коэффициента интенсивности напряжений (таблица 1).

По приведенным данным модели строились в четырех вариантах: традиционными методами - полиномом первой степени (гиперплоскостью) и полиномом второй степени; нетрадиционным методом в первом случае задавалось для парных зависимостей только уравнение прямой, во втором выбор зависимости осуществляется автоматически (таблица 2).

Таблица 1

Значения коэффициента интенсивности напряжений
для образца с центральной трещиной

l/b	P/P _{пр}	K _I	l/b	P/P _{пр}	K _I	l/b	P/P _{пр}	K _I
0.05	0.2	292.4	0.1	0.2	407.1	0.2	0.2	530.7
0.05	0.4	584.9	0.1	0.4	814.2	0.2	0.4	1061.2
0.05	0.6	877.4	0.1	0.6	1221.3	0.2	0.6	1668.9
0.05	0.8	1169.8	0.1	0.8	1628.4	0.2	0.8	2112.3
0.05	1.0	1462.3	0.1	1.0	2035.5	0.2	1.0	2652.7
0.3	0.2	636.8	0.4	0.2	622.5	0.5	0.2	618.9
0.3	0.4	1273.4	0.4	0.4	1244.9	0.5	0.4	1237.8
0.3	0.6	1998.7	0.4	0.6	1957.2	0.5	0.6	1946.6
0.3	0.8	2665.2	0.4	0.8	2609.6	0.5	0.8	2594.9
0.3	1.0	3182.9	0.4	1.0	3113.7	0.5	1.0	3094.3

Модели варианта №1 (гиперплоскости) и №3 (комбинации линейных уравнений) в нетрадиционном методе совпали. Параметры их надежности наиболее низкие. Таковы же соотношения коэффициентов множественной корреляции R и коэффициента доверительной вероятности $(1-\alpha)$. По всем этим показателям надежность модели, построенной традиционным методом на основе полинома второго порядка (№2), значительно выше и еще выше по модели №4, построенной нетрадиционным методом. Это позволяет сделать вывод: в диапазоне эксперимента процессы могут быть описаны одним уравнением, причем без существенной потери точности. Следует обратить внимание на меньшее число коэффициентов в моделях, найденных нетрадиционным методом.

Таблица 2

Регрессионные зависимости коэффициента интенсивности напряжений
для образца с центральной трещиной

Вид моделирования	№ модели	Формула	Параметры надежности уравнения		
			R	СКО, %	$1-\alpha$
Традиционное	1	$K_I = 2,6 \cdot 10^3 \cdot (P/P_p + 0,86 \cdot l/b - 0,22)$ (1)	0,947	30,9	0,999
	2	$K_I = 5,2 \cdot 10^3 \cdot (3,9 \cdot P/P_p + 9,5 \cdot l/b + 7,2 \cdot P/P_p \cdot l/b - 17,5 \cdot l/b^2 - 0,6 \cdot P/P_p^2 - 1)$ (2)	0,992	11,4	0,999
Нетрадиционное	3	$K_I = 2,6 \cdot 10^3 \cdot (P/P_p + 0,86 \cdot l/b - 0,22)$ (3)	0,947	30,9	0,999
	4	$K_I = 1,5 \cdot 10^4 \cdot P/P_p \cdot (-l/b^2 + 0,776 \cdot l/b + 0,064)$ (4)	0,997	7,2	0,999

Примечание: R - множественный коэффициент корреляции, СКО - среднеквадратическое отклонение, $(1-\alpha)$ - уровень доверительной вероятности.

Наконец, еще одно преимущество нетрадиционного метода заключается в том, что частные (парные зависимости) могут быть выделены в отфильтрованном виде и представлены аналитически и графически. При этом конечная модель может иметь вид суммы, произведения частных зависимостей, их комбинации, с последующей нейтрализацией влияния приоритетных аргументов или без таковой.

Сказанное выше позволило применить метод нетрадиционного построения регрессионных зависимостей параметров прочности сварных соединений. Алгоритм реализации метода сводится к следующему:

Этап 1. Строится план эксперимента на основе РПЭ и выбирается план, где нет неблагоприятных сочетаний уровней факторов.

Этап 2. На основе анализа результатов эксперимента выбираются парные зависимости $f_i(x)$.

Этап 3. Строится многомерная модель с использованием программы ANETR [1].

Этап 4. Сравнительный анализ и оценка точности расчетной модели.

Литература.

1. Ермеков М.А., Махов А.А. Статистико-детерминированный метод построения многомерных моделей с использованием ЭВМ. - Караганда, 1988. – 70 с.
2. Протоdjаконов М.М., Тендер М.И. Методика рационального планирования эксперимента. – М.: Наука, 1970. – 75 с.

МИР КОМПЛЕКСНЫХ ЧИСЕЛ

Д.А. Архипова, студент гр. 10А31

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Первоначально идея о необходимости расширения понятия действительного числа возникла в результате формального решения квадратных и кубических уравнений, в которых в формулах для корней уравнения под знаком корня стояло отрицательное число. История возникновения комплексных чисел была самой сложной среди других видов чисел. Первое их упоминание в истории, можно отнести

к 50 веку до нашей эры. Тогда студент Герон из Александрии, пытаясь вычислить объем пирамиды, столкнулся с тем, что должен был взять квадратный корень из разности 81-144. Но тогда он посчитал это невозможным и очень быстро сдался. В дальнейшем, возникшая теория функций комплексного переменного, нашла применение для решения многих задач во всех областях математики и физики.

Комплексные числа (устар. мнимые числа) - числа вида $x+iy$, где x и y - вещественные числа, i - мнимая единица; то есть $i^2 = -1$. Множество всех комплексных чисел обычно обозначается $\{C\}$ от лат. complex (тесно связанный).

История появления и развития комплексных чисел началась в XVI веке. Многие знаменитые математики внесли вклад в развитие комплексных чисел и благодаря комплексным числам, появилась новая наука, теория функций комплексного переменного.

Древнегреческие математики считали «настоящими» только натуральные числа. Постепенно складывалось представление о бесконечности множества натуральных чисел. В III веке Архимед разработал систему обозначения вплоть до такого громадного числа как $10^8 \cdot 10^{16}$.

Наряду с натуральными числами применяли дроби - числа, составленные из целого числа долей единицы. В практических расчетах дроби применялись за две тысячи лет до нашей эры в древнем Египте и древнем Вавилоне. Долгое время полагали, что результат измерения всегда выражается или в виде натурального числа, или в виде отношения таких чисел, то есть дроби. Древнегреческий философ и математик Пифагор учил, что элементы чисел являются элементами всех вещей и весь мир в целом является гармонией и числом.

Сильнейший удар по этому взгляду был нанесен открытием, сделанным одним из пифагорейцев. Он доказал, что диагональ квадрата несоизмерима со стороной. Отсюда следует, что натуральных чисел и дробей недостаточно, для того чтобы выразить длину диагонали квадрата со стороной 1.

Есть основание утверждать, что именно с этого открытия начинается эра теоретической математики: открыть существование несоизмеримых величин с помощью опыта, не прибегая к абстрактному рассуждению, было невозможно. Следующим важным этапом в развитии понятия о числе, было введение отрицательных чисел – это было сделано китайскими математиками за два века до нашей эры.

Отрицательные числа применяли в III веке древнегреческий математик Диофант, знавший уже правила действия над ними, а в VII веке эти числа уже подробно изучили индийские ученые, которые сравнивали такие числа с долгом. С помощью отрицательных чисел можно было единым образом описывать изменения величин.

Уже в VIII веке было установлено, что квадратный корень из положительного числа имеет два значения - положительное и отрицательное, а из отрицательных чисел квадратный корень извлекать нельзя: нет такого числа x , чтобы $x^2 = -9$.

В XVI веке в связи с изучением кубических уравнений оказалось необходимым извлекать квадратные корни из отрицательных чисел. В формуле для решения кубических уравнений вида $x^3+px+q=0$ кубические и квадратные корни:

$$x = \sqrt[3]{\frac{q}{2} + \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^2}{27}}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{\frac{q^2}{4} - \frac{p^2}{27}}}$$

Эта формула безотказно действует в случае, когда уравнение имеет один действительный корень, а если оно имеет три действительных корня, то под знаком квадратного корня оказывалось отрицательное число. Получалось, что путь к этим корням ведет через невозможную операцию извлечения квадратного корня из отрицательного числа. Вслед за тем, как были решены уравнения 4-й степени, математики усиленно искали формулу для решения уравнения 5-й степени.

Руффини (Италия) на рубеже XVIII и XIX веков доказал, что буквенное уравнение пятой степени $x^5+ax^4+bx^3+cx^2+dx+e=0$ нельзя решить алгебраически; точнее нельзя выразить его корень через буквенные величины a, b, c, d, e с помощью шести алгебраических действий (сложение, вычитание, умножение, деление, возведение в степень, извлечение корня).

В 1830 году Галуа (Франция) доказал, что никакое общее уравнение, степень которого больше чем 4, нельзя решить алгебраически. Тем не менее, всякое уравнение n -й степени имеет (если рассматривать и комплексные числа) n корней (среди которых могут быть и равные). В этом математики были убеждены еще в XVII веке (основываясь на разборе многочисленных частных случаев).

Первым, кто упомянул в своих исследованиях комплексные числа, был итальянский математик Джероламо Кардано. Это произошло при нахождении корней кубических уравнений. Джероламо заметил, что при поиске корней кубических уравнений, порой приходится брать корень из отрица-

тельного значения. Это никоим образом не влияло на решение уравнения и решение находилось верно, поэтому Кардано не придал этому факту должного внимания. Первым, кто достойно оценил комплексные числа, был итальянский математик Рафаэль Бомбелли. Именно он первым описал простейшие правила действий с комплексными числами. Сам термин «комплексные числа» был введен Гауссом в 1831 году. История возникновения комплексных чисел после этого начала набирать свои обороты. Многие математики признали и стали изучать их. Муавр и Котса разработали формулы для нахождения корней любой натуральной степени из комплексного числа, которая стала называться формулой Муавра. Символ i – так называемая мнимая единица была введена Эйлером, а геометрическую интерпретацию комплексных чисел впервые опубликовал Вассел. И на самом деле, с комплексными числами можно совершать гораздо больше математических действий и применять их гораздо чаще, чем мы думаем.

Геометрическое истолкование комплексных чисел позволило определить многие понятия, связанные с функцией комплексного переменного, расширило область их применения.

Стало ясно, что комплексные числа полезны во многих вопросах, где имеют дело с величинами, которые изображаются векторами на плоскости: при изучении течения жидкости, задач теории упругости. Комплексные числа – это очень замечательное поле чисел, позволяющие немного изменить наши познания в математике.

Применение комплексных чисел позволяет не только проще и изящнее решать многие известные задачи, но и дает возможность обнаружить новые факты и делать обобщения.

Наконец, комплексные числа служат хорошим средством установления межпредметных связей между различными разделами математики и физики. С помощью комплексных чисел исследуется не только течение воды, но и полет самолетов и ракет. Применяются они при вычерчивании географических карт. Используются комплексные числа для изучения явлений в атомах и атомных ядрах и т.д.

Использование методов теории функции комплексной переменной используется при построении фракталов, которые в последнее время стали очень популярны. Фракталы находят применение, например, в компьютерном дизайне, в алгоритмах сжатия информации. Фракталы используются при анализе и классификации сигналов сложной формы, они применяются в физике твердого тела, в динамике активных сред. Столь популярные ныне фрактальные объекты – порождение компьютерного мира.

Широкое использование комплексных чисел в математике и физике, с одной стороны убеждает нас в реальности и полезности этих чисел, с другой стороны, само по себе очень интересно и важно, особенно для будущих студентов технических вузов. Поэтому изучение комплексных чисел на факультативных занятиях в старших классах с математическим профилем вместе с их приложениями к вопросам геометрии, тригонометрии, физики и фракталам повысит уровень математической подготовки учащихся, обогатит их новыми знаниями, необходимыми им в дальнейшем, как для успешного изучения смежных дисциплин, так и для практической деятельности после окончания школы.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Л.Р. Сницарь, студент гр. ВТ-11-3

*Карагандинский государственный технический институт
100017, г. Караганда, пр. Бухар Жырау, 60, тел. (7212) 42-10-57
E-mail: lilek_mr@mail.ru*

Методами статистической обработки результатов эксперимента называются математические приемы, формулы, способы количественных расчетов, с помощью которых показатели, получаемые в ходе эксперимента, можно обобщать, приводить в систему, выявляя скрытые в них закономерности. Речь идет о таких закономерностях статистического характера, которые существуют между изучаемыми в эксперименте переменными величинами.

Некоторые из методов математико-статистического анализа позволяют вычислять так называемые элементарные математические статистики, характеризующие выборочное распределение данных, например выборочное среднее, выборочная дисперсия, мода, медиана и ряд других. Иные методы математической статистики, например дисперсионный анализ, регрессионный анализ, позволяют судить о динамике изменения отдельных статистик выборки. С помощью третьей группы методов, скажем, корреляционного анализа, факторного анализа, методов сравнения выборочных данных, можно достоверно судить о статистических связях, существующих между переменными величинами, которые исследуют в данном эксперименте.

Все методы математико-статистического анализа условно делятся на первичные и вторичные. Первичными называют методы, с помощью которых можно получить показатели, непосредственно отражающие результаты производимых в эксперименте измерений. Соответственно под первичными статистическими показателями имеются в виду те, которые применяются в самих психодиагностических методиках и являются итогом начальной статистической обработки результатов психодиагностики. Вторичными называются методы статистической обработки, с помощью которых на базе первичных данных выявляют скрытые в них статистические закономерности.

К первичным методам статистической обработки относят, например, определение выборочной средней величины, выборочной дисперсии, выборочной моды и выборочной медианы. В число вторичных методов обычно включают корреляционный анализ, регрессионный анализ, методы сравнения первичных статистик у двух или нескольких выборок.

Рассмотрим методы вычисления элементарных математических статистик.

Мода. Числовой характеристикой выборки, как правило, не требующей вычислений, является так называемая мода. Модой называют количественное значение исследуемого признака, наиболее часто встречающееся в выборке. Для симметричных распределений признаков, в том числе для нормального распределения, значение моды совпадает со значениями среднего и медианы. Для других типов распределения, несимметричных, это не характерно. К примеру, в последовательности значений признаков 1, 2, 5, 2, 4, 2, 6, 7, 2 модой является значение 2, так как оно встречается чаще других значений - четыре раза.

Моду находят согласно следующим правилам:

1) В том случае, когда все значения в выборке встречаются одинаково часто, принято считать, что этот выборочный ряд не имеет моды. Например: 5, 5, 6, 6, 7, 7 - в этой выборке моды нет.

2) Когда два соседних (смежных) значения имеют одинаковую частоту и их частота больше частот любых других значений, мода вычисляется как среднее арифметическое этих двух значений. Например, в выборке 1, 2, 2, 2, 5, 5, 5, 6 частоты рядом расположенных значений 2 и 5 совпадают и равняются 3. Эта частота больше, чем частота других значений 1 и 6 (у которых она равна 1). Следовательно, модой этого ряда будет величина $=3,5$

3) Если два несмежных (не соседних) значения в выборке имеют равные частоты, которые больше частот любого другого значения, то выделяют две моды. Например, в ряду 10, 11, 11, 11, 12, 13, 14, 14, 14, 17 модами являются значения 11 и 14. В таком случае говорят, что выборка является бимодальной.

Могут существовать и так называемые мультимодальные распределения, имеющие более двух вершин (мод).

4) Если мода оценивается по множеству сгруппированных данных, то для нахождения моды необходимо определить группу с наибольшей частотой признака. Эта группа называется модальной группой.

Медиана. Медианой называется значение изучаемого признака, которое делит выборку, упорядоченную по величине данного признака, пополам. Справа и слева от медианы в упорядоченном ряду остается по одинаковому количеству признаков. Например, для выборки 2, 3, 4, 4, 5, 6, 8, 7, 9 медианой будет значение 5, так как слева и справа от него остается по четыре показателя. Если ряд включает в себя четное число признаков, то медианой будет среднее, взятое как полусумма величин двух центральных значений ряда. Для следующего ряда 0, 1, 1, 2, 3, 4, 5, 5, 6, 7 медиана будет равна 3,5.

Знание медианы полезно для того, чтобы установить, является ли распределение частных значений изученного признака симметричным и приближающимся к так называемому нормальному распределению. Средняя и медиана для нормального распределения обычно совпадают или очень мало отличаются друг от друга. Если выборочное распределение признаков нормально, то к нему можно применять методы вторичных статистических расчетов, основанные на нормальном распределении данных. В противном случае этого делать нельзя, так как в расчеты могут вкратиться серьезные ошибки.

Выборочное среднее. Выборочное среднее (среднее арифметическое) значение как статистический показатель представляет собой среднюю оценку изучаемого в эксперименте психологического качества. Эта оценка характеризует степень его развития в целом у той группы испытуемых, которая была подвергнута психодиагностическому обследованию. Сравнивая непосредственно средние значения двух или нескольких выборок, мы можем судить об относительной степени развития у людей, составляющих эти выборки, оцениваемого качества.

Разброс выборки. Разброс (иногда эту величину называют размахом) выборки обозначается буквой R. Это самый простой показатель, который можно получить для выборки - разность между максимальной и минимальной величинами данного конкретного вариационного ряда, т.е.

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

Понятно, что чем сильнее варьирует измеряемый признак, тем больше величина R , и наоборот. Однако может случиться так, что у двух выборочных рядов и средние, и размах совпадают, однако характер варьирования этих рядов будет различный. Например, даны две выборки:

$$X = 10 \ 15 \ 20 \ 25 \ 30 \ 35 \ 40 \ 45 \ 50 \quad X = 30 \quad R = 40$$

$$Y = 10 \ 28 \ 28 \ 30 \ 30 \ 30 \ 32 \ 32 \ 50 \quad Y = 30 \quad R = 40$$

При равенстве средних и разбросов для этих двух выборочных рядов характер их варьирования различен. Для того чтобы более четко представлять характер варьирования выборок, следует обратиться к их распределениям.

Дисперсия. Дисперсия - это среднее арифметическое квадратов отклонений значений переменной от её среднего значения.

Дисперсия как статистическая величина характеризует, насколько частные значения отклоняются от средней величины в данной выборке. Чем больше дисперсия, тем больше отклонения или разброс данных.

С помощью вторичных методов статистической обработки экспериментальных данных непосредственно проверяются, доказываются или опровергаются гипотезы, связанные с экспериментом. Эти методы, как правило, сложнее, чем методы первичной статистической обработки, и требуют от исследователя хорошей подготовки в области элементарной математики и статистики [5].

Обсуждаемую группу методов можно разделить на несколько подгрупп:

1. Регрессионное исчисление.
2. Методы сравнения между собой двух или нескольких элементарных статистик (средних, дисперсий и т.п.), относящихся к разным выборкам.
3. Методы установления статистических взаимосвязей между переменными, например их корреляции друг с другом.
4. Методы выявления внутренней статистической структуры эмпирических данных (например, факторный анализ). Рассмотрим каждую из выделенных подгрупп методов вторичной статистической обработки на примерах.

Регрессионное исчисление. Регрессионное исчисление - это метод математической статистики, позволяющий свести частные, разрозненные данные к некоторому линейному графику, приблизительно отражающему их внутреннюю взаимосвязь, и получить возможность по значению одной из переменных приблизительно оценивать вероятное значение другой переменной [5].

Графическое выражение регрессионного уравнения называют линией регрессии. Линия регрессии выражает наилучшие предсказания зависимой переменной (Y) по независимым переменным (X).

Регрессию выражают с помощью двух уравнений регрессии, которые в самом прямом случае выглядят, как уравнения прямой.

$$Y = a_0 + a_1 * X \quad (1)$$

$$X = b_0 + b_1 * Y \quad (2)$$

В уравнении (1) Y - зависимая переменная, X - независимая переменная, a_0 - свободный член, a_1 - коэффициент регрессии, или угловой коэффициент, определяющий наклон линии регрессии по отношению к осям координат.

В уравнении (2) X - зависимая переменная, Y - независимая переменная, b_0 - свободный член, b_1 - коэффициент регрессии, или угловой коэффициент, определяющий наклон линии регрессии по отношению к осям координат.

Количественное представление связи (зависимости) между X и Y (между Y и X) называется регрессионным анализом. Главная задача регрессионного анализа заключается в нахождении коэффициентов a_0 , b_0 , a_1 и b_1 и определении уровня значимости полученных аналитических выражений, связывающих между собой переменные X и Y .

Корреляция. Следующий метод вторичной статистической обработки, посредством которого выясняется связь или прямая зависимость между двумя рядами экспериментальных данных, носит название метод корреляций. Он показывает, каким образом одно явление влияет на другое или связано с ним в своей динамике. Подобного рода зависимости существуют, к примеру, между величинами, находящимися в причинно-следственных связях друг с другом. Если выясняется, что два явления статистически достоверно коррелируют друг с другом и если при этом есть уверенность в том, что одно из них может выступать в качестве причины другого явления, то отсюда определенно следует вывод о наличии между ними причинно-следственной зависимости [5].

Когда повышение уровня одной переменной сопровождается повышением уровня другой, то речь идёт о положительной корреляции. Если же рост одной переменной происходит при снижении уровня другой, то говорят об отрицательной корреляции. При отсутствии связи переменных мы имеем дело с нулевой корреляцией [1].

Имеется несколько разновидностей данного метода: линейный, ранговый, парный и множественный. Линейный корреляционный анализ позволяет устанавливать прямые связи между переменными величинами по их абсолютным значениям. Эти связи графически выражаются прямой линией, отсюда название "линейный". Ранговая корреляция определяет зависимость не между абсолютными значениями переменных, а между порядковыми местами, или рангами, занимаемыми ими в упорядоченном по величине ряду. Парный корреляционный анализ включает изучение корреляционных зависимостей только между парами переменных, а множественный, или многомерный, - между многими переменными одновременно. Распространенной в прикладной статистике формой многомерного корреляционного анализа является факторный анализ [4].

Факторный анализ - статистический метод, который используется при обработке больших массивов экспериментальных данных. Задачами факторного анализа являются: сокращение числа переменных (редукция данных) и определение структуры взаимосвязей между переменными, т.е. классификация переменных, поэтому факторный анализ используется как метод сокращения данных или как метод структурной классификации.

Важное отличие факторного анализа от всех описанных выше методов заключается в том, что его нельзя применять для обработки первичных, или, как говорят, "сырых", экспериментальных данных, т.е. полученных непосредственно при обследовании испытуемых. Материалом для факторного анализа служат корреляционные связи, а точнее - коэффициенты корреляции Пирсона, которые вычисляются между переменными (т.е. психологическими признаками), включенными в обследование. Иными словами, факторному анализу подвергают корреляционные матрицы, или, как их иначе называют, матрицы интеркорреляций. Наименования столбцов и строк в этих матрицах одинаковы, так как они представляют собой перечень переменных, включенных в анализ. По этой причине матрицы интеркорреляций всегда квадратные, т.е. число строк в них равно числу столбцов, и симметричные, т.е. на симметричных местах относительно главной диагонали стоят одни и те же коэффициенты корреляции.

Главное понятие факторного анализа - фактор. Это искусственный статистический показатель, возникающий в результате специальных преобразований таблицы коэффициентов корреляции между изучаемыми психологическими признаками, или матрицы интеркорреляций. Процедура извлечения факторов из матрицы интеркорреляций называется факторизацией матрицы. В результате факторизации из корреляционной матрицы может быть извлечено разное количество факторов вплоть до числа, равного количеству исходных переменных. Однако факторы, выделяемые в результате факторизации, как правило, неравноценны по своему значению [4].

Если данные, полученные в эксперименте, качественного характера, то правильность делаемых на основе их выводов полностью зависит от интуиции, эрудиции и профессионализма исследователя, а также от логики его рассуждений. Если же эти данные количественного типа, то сначала проводят их первичную, а затем вторичную статистическую обработку. *Первичная статистическая обработка* заключается в определении необходимого числа элементарных математических статистик. Такая обработка почти всегда предполагает как минимум определение выборочного среднего значения. В тех случаях, когда информативным показателем для экспериментальной проверки предложенных гипотез является разброс данных относительно среднего, вычисляется дисперсия или квадратическое отклонение. Значение медианы рекомендуется вычислять тогда, когда предполагается использовать методы вторичной статистической обработки, рассчитанные на нормальное распределение. Для такого рода распределения выборочных данных медиана, а также мода совпадают или достаточно близки к средней величине. Этим критерием можно воспользоваться для того, чтобы приблизительно судить о характере полученного распределения первичных данных.

Вторичная статистическая обработка (сравнение средних, дисперсий, распределений данных, регрессионный анализ, корреляционный анализ, факторный анализ и др.) проводится в том случае, если для решения задач или доказательства предложенных гипотез необходимо определить статистические закономерности, скрытые в первичных экспериментальных данных. Приступая к вторичной статистической обработке, исследователь прежде всего должен решить, какие из различных вторичных статистик ему следует применить для обработки первичных экспериментальных данных.

Решение принимается на основе учета характера проверяемой гипотезы и природы первичного материала, полученного в результате проведения эксперимента.

Литература.

1. Годфруа Ж. Что такое психология: В 2-х т. Т.2: Пер. с франц. - М.: Мир, 1992. - 376 с.
2. Горбатов Д.С. Практикум по психологическому исследованию: Учеб. пособие. - Самара: "БАХРАХ - М", 2003. - 272 с.
3. Дружинин В.Н. Экспериментальная психология: Учебное пособие - М.: ИНФРА-М, 1997. - 256 с.
4. Ермолаев А.Ю. Математическая статистика для психологов. - М.: Московский психолого-социальный институт: Флинта, 2003. 336с.
5. Немов Р.С. Психология. Кн.3: Психодиагностика. Введение в научное психологическое исследование с элементами математической статистики. - М.: ВЛАДОС, 1998. – 632 с.

ФУРЬЕ-АНАЛИЗ, КАК МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕК

О.А. Нуришанова, студент гр. 17Б10, М.Н. Бубин, к.г.н., доц.

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. 8(384-51) 6-44-32

E-mail: mkhailbubin@rambler.ru

Воздействие антропогенной нагрузки на природу привело к обострению многих проблем экологического характера. Перспективы их решения, непосредственно связаны с исследованием закономерностей изменения природных явлений во времени. Катастрофические наводнения (высокие весенние половодья и летние дождевые паводки) в многоводные годы наносят огромный ущерб окружающей среде, поэтому проблема, связанная с прогнозированием природных процессов представляет научный интерес и является важной задачей современной гидрологии.

Прогнозирование гидрологического режима рек – сложная многоуровневая проблема, актуальность которой обусловлена современным состоянием хозяйственных систем. Это в первую очередь касается промышленных регионов с интенсивным уровнем водопотребления. На территориях подверженных негативному влиянию наводнений, находятся промышленные объекты, населенные пункты, сельскохозяйственные угодья. Наличие заблаговременной и достаточно точной прогнозной информации позволяет рационально спланировать и провести профилактические мероприятия по недопущению или минимизации ущерба от разлива рек.

Методы гидрологических прогнозов разрабатывались и совершенствовались учеными: Георгиевским Ю.М., Евстигнеевым В.М., Калинин Г.П., Рождественским А.В., Поповым Е.Г., Соколовым А.А. и др. Продолжением исследований явилось создание комплексных систем прогнозирования и определения риска затопления территории. Среди систем, реализующих функции прогнозирования наводнений следует выделить:

- Систему предупреждения о наводнениях (Flood Warning System – FWS);
- Европейскую систему прогнозирования наводнений (European Flood Forecasting System, EFFS);
- Европейскую систему предупреждения о наводнениях (European Flood Alert System, EFAS) и др.

В России широкое распространение получили различные программные проекты, реализующие математические прогнозные модели гидрологического режима рек с применением автоматизированных систем сбора гидрологической информации. Но существует проблема создания единого программно-аппаратного комплекса, реализующего функции автоматического сбора, обработки, прогнозирования гидрологических величин, с развитой системой принятия решений и оповещения, которая в настоящее время остается открытой.

Информационной базой для составления прогноза является изучение данных гидрологических временных рядов. Их анализ объединяет различные методы их изучения, которые рассматривают природу точек данных. Прогнозирование гидрологических временных рядов заключается в построении моделей для предсказания будущих событий, основываясь на известных событиях прошлого. При построении прогноза очень важно и актуально выбрать соответствующий метод исследования. В гидрологии большое распространение получили различные способы прогнозирования: анализ нормированных разностных интегральных кривых, скользящих средних, графоаналитические, водно-балансовые, математического моделирования и др.

Наиболее приемлемым способом прогнозирования гидрологических временных рядов является Фурье-анализ, который может послужить основой при создании единого программно-аппаратного комплекса прогнозирования гидрологической информации. Данный способ ликвидирует неправильные представления о наличии тех или иных изменяющихся величин их взаимосвязи. В итоге, все вместе делает Фурье-анализ одним из важнейших инструментов научного исследования. Этот метод отличается постоянством и конкретностью результатов и дает представление об амплитудах и фазах гидрологических характеристик временных рядов. Детальное описание Фурье-анализа приводится в трудах Дж. Бендат, А. Пирсол [1].

Формула ряда Фурье имеет следующий вид:

$$f(x) = \bar{x} + \sum_{i=1}^{i=n} [A_i * \sin(2\pi i x/p) + B_i * \cos(2\pi i x/p)], \quad (1)$$

$\bar{x}$ – среднеарифметическая величина ряда данных;

i – номер гармоники колебания;

p – базовый период данных;

n – число данных в общей совокупности (в общем случае $p = n$);

A_i и B_i – коэффициенты ряда Фурье, которые вычисляются по формулам:

$$A_i = 2/n \sum_{t=1}^{t=n} x_t \sin(2\pi i t/t), \quad (2)$$

$$B_i = 2/n \sum_{t=1}^{t=n} x_t \cos(2\pi i t/t), \quad (3)$$

n – число данных в общей совокупности (в общем случае $p = n$);

x_t – значения ряда данных;

t – порядковый номер наблюдения;

i – номер гармоники колебания.

Рассматриваемый способ является строгим математическим методом и дает более точные результаты, что позволяет выявлять закономерности, где они непосредственно не прослеживаются. При проведении исследования гидрологических рядов с помощью Фурье-анализа, важным обстоятельством является то, что определяются начальные фазы гармонических компонент и амплитуды, вследствие чего становится возможным установить сходство или различие в разных сериях наблюдаемых величин, измеренных в различных природных условиях. Знание амплитуд колебания изменения гидрологического режима очень важно с точки зрения оценки реальности существования выявленных ритмических вариаций, так как, если эти составляющие имеют большие амплитуды, то их наличие совершенно очевидно [1].

Важное преимущество рассматриваемого метода заключается в том, что при его применении к гидрологическим рядам наблюдений, информация, содержащаяся в них, не теряется. К недостаткам Фурье-анализа следует отнести связь получаемых периодичностей от длины исходного ряда. Гидрологический временной ряд должен содержать четное количество значений, так как при его разложении ряд представляется в виде суммы среднего арифметического ряда данных ($\bar{x}$) за период (p), $(n/2-1)$ — количества синусов и $(n/2)$ — количества косинусов.

Фурье-анализ имеет практический смысл и может использоваться для выявления ритмических многолетних колебаний сезонного стока рек, а также служить основой для составления прогноза колебаний стока рек. Ритмические многолетние колебания стока рек являются сложным и детерминированным процессом, обусловленным совместным влиянием ритмических воздействий геофизических сил глобального и космического происхождения на атмосферу, ионосферу, гидросферу и литосферу Земли [2, 3 и др.].

При проведении исследования применялись данные гидрологических наблюдений за весенним стоком (расходов воды, м³/сек) реки Урал, гидрологического поста Верхнеуральск, расположенным на территории Челябинской области, за период с 1936-2003 годы.

В результате проведенных расчетов выявлен 22-23 летний ритм с наибольшей повторяемостью за рассматриваемый период наблюдения. Его существование также пролеживается на нормированных разностных интегральных кривых (Рис.1). Природу данного ритма многие ученые связывают со сменой полярности солнечных пятен [2, 3 и др].

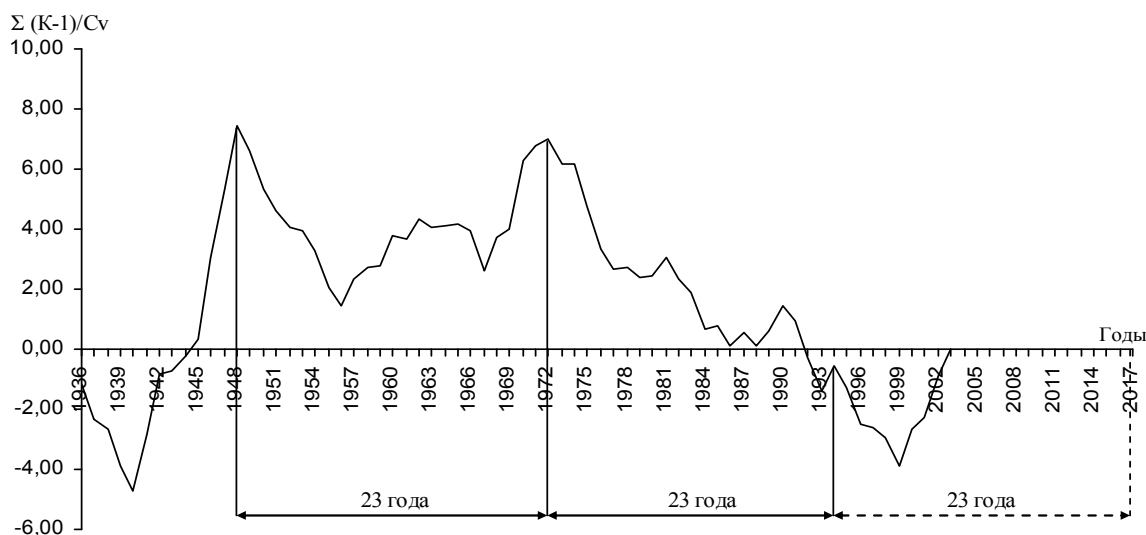


Рис. 1. Нормированные разностные интегральные кривые весеннего стока
р. Урал - гидрологический пост Верхнеуральск

Из рис. 1 следует, что в районе города Верхнеуральска резкий подъем уровней и увеличение расходов воды в реке Урал происходит каждые 22 года, подобная ситуация уже наблюдалась в 1971 и 1994 годах. Следовательно, возможное высокое половодье произойдет в 2016-2017 годах, в результате территориям, прилегающим к реке, может быть причинен экономический ущерб от разлива реки.

Выявление ритмов колебания стока имеет большую практическую значимость. Результаты исследований могут быть использованы для различных целей и учитываться:

- при составлении кадастровых карт с целью оценки территории на водосборной площади бассейнов рек;
- при выборе оптимальных промышленных характеристик гидроузлов при проектировании гидросооружений;
- при проектировании водохранилищ, где учет ритмичности позволяет снизить их объем, что позволяет уменьшить затраты при строительстве;
- при размещении хозяйственных объектов.

Таким образом, решение проблем рационального природопользования невозможно без привлечения математических методов прогнозирования, одним из которых является Фурье-анализ.

Литература.

1. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных / Дж. Бендат, А.. – М. : Мир, 1989. – 540 с.
2. Бубин М.Н., Рассказова Н.С. Ритмичность многолетних колебаний стока рек как интегральный показатель изменчивости климата (на примере Урала). – Томск: ТПУ, 2013. – 279 с.
3. Рассказова Н.С. Многолетние колебания стока рек и их связь с космо- и геофизическими факторами. / Н.С. Рассказова. – Челябинск : ЮурГУ, 2003. – 233 с.

РЕЛЕЙНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ НА ПРИМЕРЕ ВОДОХРАНИЛИЩА

В.И. Субботина, магистрант

Томский государственный университет

634050, г. Томск, пр. Ленина, 36

E-mail: valsubbotina@mail.ru

Управление запасами заключается в решении двух основных задач:

- 1) определение размера необходимого запаса, т.е. нормы запаса, и частоты его пополнения;
- 2) создание системы контроля за фактическим размером запаса и своевременным его пополнением (опустошением) в соответствии с установленной нормой. [1]

Один из вариантов управления размером запасов рассматривается в данной работе.

Пусть $Q(t)$ уровень запасов в водохранилище в момент времени t . Ресурс водохранилища непрерывно пополняется с постоянной скоростью c_0 . Запросы на воду поступают в систему. Моменты запросов образуют пуассоновский поток с интенсивностью λ , а величины запросов – независимые одинаково распределенные случайные величины с известными первым и вторым моментами: a_1 и a_2 соответственно.

Если уровень запасов $Q(t)$ выше некоторого критического уровня, то мы начинаем сбрасывать ресурс, чтобы предотвратить переполнение. Предполагаем, что сброс ресурса происходит с непрерывной скоростью $c^*(Q)$. Целью является стабилизировать процесс $Q(t)$ так, чтобы избежать опустошения и переполнения.

Обозначим скорость изменения ресурса в системе

$$c_0 - c^*(Q) = c(Q).$$

Марковский процесс как диффузионный процесс удовлетворяет уравнению

$$dQ(t) = (c(Q) - a_1\lambda)dt + \sqrt{a_2\lambda}dw(t). \quad [2]$$

Из-за ограниченности $Q(\cdot)$, существует стационарное распределение

$$p(x) = C \cdot \exp\left(\frac{2}{a_2\lambda} \int (c(x) - a_1\lambda)dx\right), \quad (1)$$

где C – константа.

Будем считать, что в моменты опустошения водохранилище функционирует, но происходят задержки по предоставлению ресурса.

Пусть емкость водохранилища ограничена $Q_{\max}$ и критический объем ресурса составляет величину $Q_{\max} - Q_0$, тогда управление ресурсом имеет вид

$$c(Q) = \begin{cases} c_0, & \text{при } Q < Q_{\max} - Q_0, \\ c_0 - c_1, & \text{при } Q > Q_{\max} - Q_0, \end{cases} \quad (2)$$

где $c_0 > a_1\lambda$ и $c_0 - c_1 < a_1\lambda$. Это означает, что если объем ресурса не превышает $Q_{\max} - Q_0$, то происходит только обслуживание поступающих запросов, причем условие $c_0 > a_1\lambda$ означает, что в среднем объем ресурса растет. В противном случае, когда происходит превышение критического уровня, т.е. $Q > Q_{\max} - Q_0$, тогда происходит сброс ресурса со скоростью c_1 , а условие $c_0 - c_1 < a_1\lambda$ говорит о том, что объем ресурса будет в среднем уменьшаться.

Подставляя (2) в (1) имеем

$$p(x) = \begin{cases} C \cdot \exp\left(\frac{2}{a_2\lambda} (c_0 - a_1\lambda)(x - (Q_{\max} - Q_0))\right), & \text{если } x < Q_{\max} - Q_0, \\ C \cdot \exp\left(-\frac{2}{a_2\lambda} (a_1\lambda + c_1 - c_0)(x - (Q_{\max} - Q_0))\right), & \text{если } x > Q_{\max} - Q_0, \end{cases}$$

где

$$C = \frac{2(a_1\lambda + c_1 - c_0)(c_0 - a_1\lambda)}{a_2\lambda c_1}.$$

Математическое ожидание

$$E(Q) = C \int_{-\infty}^{Q_{\max} - Q_0} \exp\left(\frac{2}{a_2 \lambda} (c_0 - a_1 \lambda)(x - (Q_{\max} - Q_0))\right) dx + C \int_{Q_{\max} - Q_0}^{\infty} \exp\left(-\frac{2}{a_2 \lambda} (a_1 \lambda + c_1 - c_0)(x - (Q_{\max} - Q_0))\right) dx =$$

$$= Q_{\max} - Q_0 + \frac{a_2 \lambda}{2c_1} \left(\frac{c_0 - a_1 \lambda}{a_1 \lambda + c_1 - c_0} - \frac{a_1 \lambda + c_1 - c_0}{c_0 - a_1 \lambda} \right).$$

Вероятность переполнения водохранилища [3]

$$\alpha = P(Q(t) > Q_{\max}) = C \int_{Q_{\max}}^{\infty} \exp\left(-\frac{2}{a_2 \lambda} (a_1 \lambda + c_1 - v_0)(x - (Q_{\max} - Q_0))\right) dx =$$

$$= \frac{c_0 - a_1 \lambda}{c_1} \exp\left(-\frac{2}{a_2 \lambda} (a_1 \lambda + c_1 - c_0) Q_0\right).$$

Вероятность опустошения

$$\gamma = P\{Q < 0\} = C \int_{-\infty}^0 \exp\left(\frac{2}{a_2 \lambda} (c_0 - a_1 \lambda)(x - (Q_{\max} - Q_0))\right) dx = \frac{a_1 \lambda + c_1 - c_0}{c_1} \exp\left(-\frac{2(c_0 - a_1 \lambda)}{a_2 \lambda} (Q_{\max} - Q_0)\right).$$

Для данной задачи была построена имитационная модель.

В качестве объекта моделирования было взято водохранилище, объем которого $Q_{\max} = 4$. В водохранилище поступает вода с постоянной скоростью $c_0 = 1$. При превышении ресурсом критического объема $Q_{\max} - Q_0 = 1,47$, мы начинаем сброс воды со скоростью $c_1 = 0,82$, пока объем ресурса не достигнет уровня ниже критического. Количество реализаций было взято равным 10.

Результаты моделирования одной из реализаций приведены на рисунке 1.

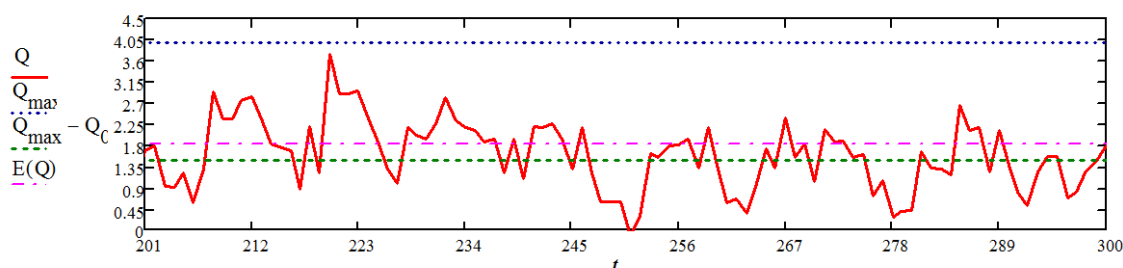


Рис. 1. Реализация процесса $Q(t)$

Качество реализаций можно оценить исходя из данных таблицы 1.

Таблица 1

Оценка качества моделирования			
Номер реализации	Аналитический результат	Численный результат	Относительная ошибка по трем реализациям
	Мат. ожидание	Мат. ожидание	
1	1,686	1,169	4,4%
2		1,707	
3		1,881	

Результат численного моделирования говорит о том, что рассматриваемый подход к задаче управления запасами оправдан.

Литература.

1. Алесинская Т. В. Основы логистики. Функциональные области логистического управления - Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009.
2. Глухова Е. В., Змеев О. А., Лившиц К. И. Математические модели страхования. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2004.
3. Kitaeva A. V. Stabilization of Inventory System Performance: On/Off Control, The 19th World Congress of the International Federation of Automatic Control, Cape Town, South Africa, 24-29 August 2014.

ОБ ОБЛАСТИ ДОПУСТИМЫХ ЗНАЧЕНИЙ В МАТЕМАТИКЕ, ЗАДАВАЕМОЙ ХИМИЕЙ

М.В. Пичугина, студент гр. 3-17290, Л.Г. Деменкова, ст. преподаватель

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. 8(384-51) 6-44-32

«В любой науке столько истины, сколько в ней математики».

И. Кант

Химия очень широко использует в своих целях достижения других наук, в первую очередь, физики и математики. Выражение «математическая химия» прочно вошло в лексикон химиков. Многие статьи в серьезных химических журналах не содержат ни одной химической формулы, зато изобилуют математическими уравнениями.

Однако, изучаемые химией объекты накладывают определённые ограничения применение математических методов для решения химических задач. Как-то раз Гаусс спорил с Авогадро (1776-1856) о сущности научных законов. Гаусс утверждал, что законы существуют только в математике, а потому химия почитаться за науку не может. В ответ Авогадро сжег 2 л водорода в литре кислорода и, получив два литра водяного пара, торжествуя воскликнул: «Вот видите! Если химия захочет, то два плюс один окажутся равны двум. А что скажет на это ваша математика?» [1]. Математические уравнения и методы, используемые в химии, имеют дело не с абстрактными величинами, а с конкретными свойствами атомов и молекул, которые подчиняются естественным природным ограничениям. Иногда эти ограничения бывают довольно жесткими и приводят к резкому сужению числа возможных решений математических уравнений. Говоря другим языком, математические уравнения, применяемые в химии, должны иметь химический смысл. Рассмотрим конкретные примеры, помогающие понять это утверждение.

1) Число атомов в молекулах должно быть положительным целым числом.

Рассмотрим уравнение $12x + y = 16$. Для математика это уравнение описывает прямую линию на плоскости. Оно имеет бесконечно много решений, в том числе и целочисленных. А для химика выражение $12x + y$ описывает молекулярную массу углеводорода C_xH_y (12 – атомная масса углерода, 1 – водорода). Молекулярную массу 16 имеет единственный углеводород – метан, CH_4 , поэтому только одно решение данного уравнения обладает химическим смыслом: $x = 1, y = 4$.

2) Одно из ключевых понятий химии – валентность, то есть число химических связей, которыми данный атом соединен с другими. **Валентность в общей химии, изучаемой студентами первого курса, является положительным целым числом.** Например, углерод в органических соединениях всегда четырехвалентен. Это накладывает некоторые ограничения на химические формулы. Например, число атомов водорода во всех углеводородах четно. Кроме того, оно всегда имеет верхнюю границу.

Найдем максимально возможное число атомов водорода в углеводороде, содержащем n атомов углерода. Любой химик, будь то школьник, студент или научный сотрудник, сразу скажет, что это число равно $2n + 2$. Оно соответствует предельным углеводородам алканам. Решим эту задачу с помощью математических рассуждений.

1 способ. Используем метод математической индукции. При $n = 1$ существует только один углеводород – CH_4 . Число атомов водорода равно $2 \cdot 1 + 2 = 4$. Формула верна. Далее, пусть углеводород с n атомами углерода содержит максимально $2n + 2$ атомов водорода. Увеличим число атомов углерода на 1. Новый атом углерода можно добавить к молекуле C_nH_{2n+2} только вместо атома водорода, при этом из четырех валентностей нового атома одна будет занята связью C–C, а три другие – связями C–H. Таким образом, число атомов водорода в новом углеводороде равно: $2n + 2 - 1 + 3 = 2(n+1) + 2$. Доказательство закончено.

2 способ. Общее число валентностей углерода в молекуле C_nH_x равно $4n$, так как каждый атом углерода четырехвалентен. Что входит это число? Атомы углерода связаны друг с другом и с атомами водорода. Минимально возможное число связей C–C равно $(n-1)$ – оно необходимо, чтобы углеродный скелет был связным. В каждой такой связи участвует два атома углерода, поэтому число валентностей, расходуемых на связи C–C, равно $2(n-1)$. Остальные $4n - 2(n-1) = 2n + 2$ валентностей расходуются на связи C–H. Водород одновалентен, поэтому число его атомов равно числу связей C–H: $x = 2n + 2$.

Благодаря ограничениям, накладываемым валентностями атомов, часто по молекулярной массе можно однозначно установить формулу вещества. Например, молекулярной массе 78 формально

соответствуют 6 формул углеводородов: CH_{66} , C_2H_{54} , C_3H_{42} , C_4H_{30} , C_5H_{18} , C_6H_6 . Из них только последняя имеет химический смысл, так как во всех остальных число атомов водорода заведомо превышает то, которое возможно при четырехвалентном углероде.

3) **Многие физические величины**, используемые для описания химических веществ и реакций, **могут принимать только неотрицательные значения**: масса, объем, концентрация, скорость реакции и др.

Химикам часто приходится решать задачи на расчет состава равновесной смеси. В них возникают полиномиальные уравнения относительно доли превращения исходных веществ в продукты. Согласно основной теореме алгебры полином n -ой степени имеет ровно n корней, среди которых могут быть и комплексные. Однако во всех уравнениях, возникающих в химии, всегда только один корень имеет химический смысл.

Рассмотрим такой пример. Смесь азота и водорода в соотношении 1:3 нагрели до установления равновесия. Рассчитаем, какая доля исходных веществ превратилась в аммиак, если константа равновесия при конечной температуре смеси и давлении 100 атм равна $5 \cdot 10^{-6}$.

Запишем уравнение реакции: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$.

Составим таблицу, в которой указаны количества веществ до реакции, вступивших в реакцию и после реакции. Долю прореагировавшего азота обозначим x .

Количества веществ (моль)	N_2	H_2	NH_3	Всего
Исходный состав	1	3	0	
Вступило в реакцию	x	$3x$	$2x$	
Конечный (равновесный) состав	$1 - x$	$3 - 3x$	$2x$	$4 - 2x$

Неизвестное x можно определить из уравнения, выражающего константу равновесия через давления находящихся в смеси газов:

$$K = \frac{P_{\text{NH}_3}^2}{P_{\text{N}_2} P_{\text{H}_2}^3} = \frac{\left(\frac{2x}{4-2x}P\right)^2}{\frac{1-x}{4-2x}P \cdot \left(\frac{3-3x}{4-2x}P\right)^3} = 5.0 \cdot 10^{-6}$$

При $P = 100$ атм данное уравнение 4-й степени относительно x имеет 4 действительных корня: $x_1 = -0,187$; $x_2 = 0,120$; $x_3 = 1,880$; $x_4 = 2,187$; из которых только один (x_2) удовлетворяет условию положительности концентраций. Такой результат абсолютно типичен для расчетов химических равновесий: каким бы сложным ни было уравнение относительно степени превращения реагентов в продукты и сколько бы корней оно ни имело, всегда только один корень будет иметь химический смысл, то есть приводить к положительным равновесным концентрациям веществ. В данном примере выход реакции, то есть доля прореагировавших веществ, составил 12%.

4) **В химии нет иррациональных чисел**. Иррациональное число содержит бесконечное число знаков в десятичной записи. Химия – наука экспериментальная, она оперирует с результатами измерений, которые выражаются или целыми числами, или дробными, но полученными с конечной точностью, как правило не более 4 значащих цифр. Например, показатель преломления вещества может быть равен 1,414, но не бывает равным $2^{1/2}$. Поэтому числа π и e , часто возникающие в химических расчетах, обычно округляют до 3,14 и 2,72, соответственно.

5) **В химии нет понятия «бесконечность»**. Число атомов в наблюдаемой части Вселенной очень велико, но конечно, поэтому в природе нет бесконечно больших величин. Каковы же самые большие числа, используемые химиками? Число атомов во Вселенной оценивается как 10^{80} , на Земле – 10^{50} атомов, в человеческом организме их примерно 10^{27} . В статистической термодинамике возникает число способов перестановки одинаковых молекул в порции жидкого вещества, которое равно $N!$, где $N \sim 10^{23}$. Для оценки этого числа используем формулу Стирлинга:

$$\ln(10^{23}!) \approx 10^{23} \ln(10^{23}) - 10^{23} \approx 5 \cdot 10^{24}$$

$$10^{23}! \approx \exp(5 \cdot 10^{24}) \approx 10^{2 \cdot 10^{24}}$$

Для сравнения, математик Харди утверждал, что самое большое число, которое когда-либо служило какой-либо цели в математике, равно $10^{10^{34}}$ [3].

Аналогично, в химии нет и бесконечно малых величин. Каждая физическая величина – время, энергия, масса, расстояние – имеет конечное наименьшее значение, которому присущ химический смысл. Например, время в химии ограничено снизу значением 10^{-14} с, которое характеризует самую быструю реакцию среди всех возможных: $H + H = H_2$. Нижняя граница для расстояний – это 10^{-10} м, то есть характерный размер атомов. Меньшие значения с точки зрения химии уже не имеют смысла.

Раз нет бесконечно малых величин, то, строго говоря, теряет смысл понятие «производной в точке», которое равно отношению бесконечно малых приращений функции и аргумента. Тем не менее, в химии производная играет очень большую роль: производные по температуре, давлению и объему составляют основу математического аппарата химической термодинамики, а производные по времени – химической кинетики. Это связано с тем, что при той точности измерений, которая принята в химии, точное значение производной практически равно отношению конечных приращений:

$$f'(t) = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{\Delta f}{\Delta t} \approx \frac{\Delta f}{\Delta t}.$$

Мы рассмотрели всего несколько примеров, показывающих, как математика используется в химии. Они дают определенное, хотя, конечно, неполное представление о задачах, решаемых химиками с помощью математики, и ограничениях, которые химия накладывает на применяемую в ней математику. Взаимодействие химиков и математиков не ограничивается решением только химических задач. Иногда и в химии возникают абстрактные задачи, которые приводят даже к появлению новых областей математики. Так, математики до сих пор работают над доказательством второго закона термодинамики – одного из основных законов химии, справедливость которого для самих химиков очевидно вытекает из всех известных до сих пор экспериментальных данных о химических веществах и химических реакциях.

История науки говорит о том, что на границах различных областей знания могут происходить очень интересные события. И хотя химики и математики мыслят совсем по-разному, те случаи, когда им удается взаимодействовать, приводят к появлению красивых и нетривиальных результатов и способствуют обогащению обеих наук.

Литература.

1. М.Г.Воронков, А.Ю.Рулв. О химии с улыбкой, или основы пегниохимии. – СПб: Наука, 1999.
2. Химия и жизнь-XXI век. 1997, № 2, с. 5.
3. С.Сингх. Великая теорема Ферма. М.: МЦНМО, 2000.
4. М.М.Левицкий. О химии серьезно и с улыбкой. – М.: Академкнига, 2005.

ДВОЙНОЕ ОТНОШЕНИЕ И ГАРМОНИЧЕСКИЕ ИНТЕРВАЛЫ

*А.П. Степанов, ст. преподаватель, Ю.В. Сотокина, инж. А.Г. Филимоненко, студент
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского*

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

E-mail: apsut@rambler.ru

Рассмотрим четвёрку точек, расположенных на одной прямой особым образом. Пусть точка C принадлежит отрезку AB . Она делит его в отношении AC/CB . Найдём на прямой AB точку D такую, что она делит этот отрезок в таком же отношении, но снаружи (рис. 1), то есть

$$\frac{AD}{DB} = \frac{AC}{CB}. \quad (1)$$

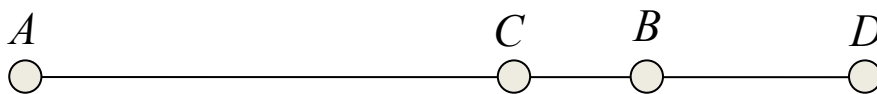


Рис. 1. Гармоническая четверка точек

Такая четвёрка точек называется **гармонической**, а точки C и D – **гармонически сопряжёнными** относительно отрезка AB .

Если при определении отношения учитывать направление отрезков (отношение положительно, если отрезки сонаправлены, и отрицательно, если противоположно направлены), то,

$$\frac{AD}{DB} = -\frac{AC}{CB}, \text{ или } \frac{AD}{DB} : \frac{AC}{CB} = -1. \quad (2)$$

Двойное отношение (1) определено для любых четырёх точек на прямой, включая и бесконечно удалённую. Если, например, C – бесконечно удалённая точка, то $AC/DB = -1$, а

$$\frac{AD}{DB} : \frac{AC}{CB} = -\frac{AD}{DB}.$$

В частности, середине отрезка гармонически сопряжена именно бесконечно удалённая точка.

Двойное отношение четырёх точек, лежащих на одной прямой (например, A, B, C, D), представляет собой число, которое обозначается символом $(ABCD)$. В символе $(ABCD)$ каждая точка имеет особую роль:

A – начало отрезка, B – конец отрезка (**базисная** или **основная пара**), C – первая делящая точка, D – вторая делящая точка (**делящая пара**).

Число $(ABCD)$ будет отрицательным в случае расположения одной из точек делящей пары внутри отрезка AC , а второй точки делящей пары — вне отрезка AC . При значении $(ABCD) = -1$ двойное отношение называют **гармоническим**. При расположении делящей пары точек внутри или вне отрезка AC число $(ABCD)$ будет положительным, а двойное отношение называют **ангармоническим** [1].

Можно рассматривать сложное отношение и в координатах. Предположим, что A, B, C, D четыре точки на прямой. Примем в качестве начальной какую-нибудь точку O и предположим, что точки A, B, C, D расположены соответственно на расстояниях a, b, c, d справа от точки O (рис. 2).

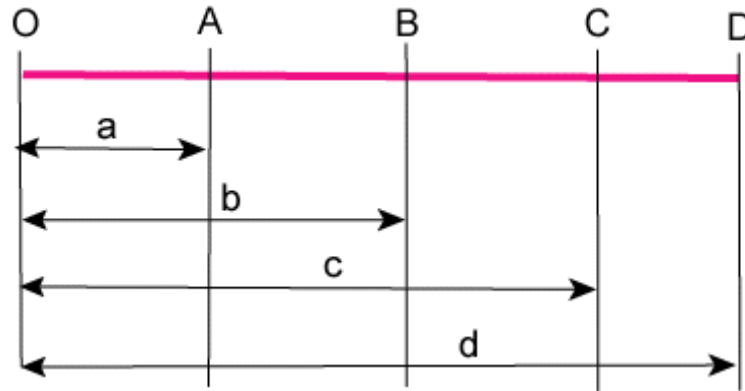


Рис. 2. Представление точек прямой с помощью чисел координатной прямой

Двойное отношение (или **сложное отношение** или устаревшее **ангармоническое отношение**) четверки чисел a, b, c, d определяется как

$$(a, b, c, d) = (ab, cd) = \frac{c-a}{c-b} : \frac{d-a}{d-b}. \quad (3)$$

Двойное отношение широко применяется математике и часто встречается в разных областях естествознания.

Рассмотрим отрезки AD, AB и AC рисунка 1, как струны, дающие мажорное трезвучие чистого строя. Так будет, если между длинами этих отрезков имеются соотношения: $AC=2/3AD$; $AB = 3/4 AD$ (что мы и будем предполагать). Из этих предположений следует, что точка B делит отрезок CD **внутренним** образом, а точка A делит этот же самый отрезок CD **внешним** образом в одном и том же (по абсолютной величине) отношении.

Рассмотрим в координатном представлении (рис. 3).

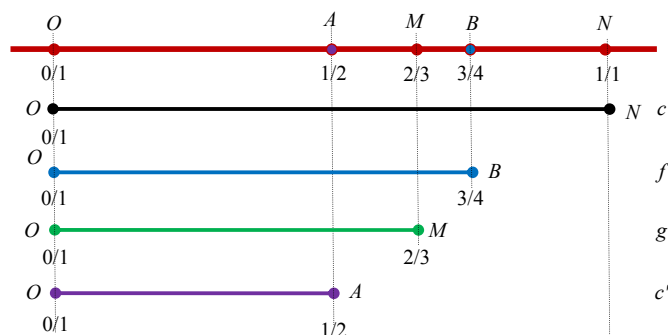


Рис. 3. Гармонические интервалы на прямой ON

В этом случае: $OM = 2/3 ON$ ($ON = do$), $OB = 3/4 ON$ ($OB = mi$), $OM = sol$. Отрезки ON , OB и OA могут рассматриваться как интервалы пифагорейского кватернера. Другими словами, точки N , A , M , B на прямой образуют гармоническую четверку точек. Саму эту прямую мы можем рассматривать как некоторую прямую, с выбранной на ней системой координат. Таким образом числа, приписанные точкам N , A , M , B , являются их координатами в этой выбранной системе координат и естественным образом порождают четверку отрезков, которые, будучи интерпретированы как струны соответствующей длины, и образуют "звукоряд Орфея" или Пифагорейский кватернер.

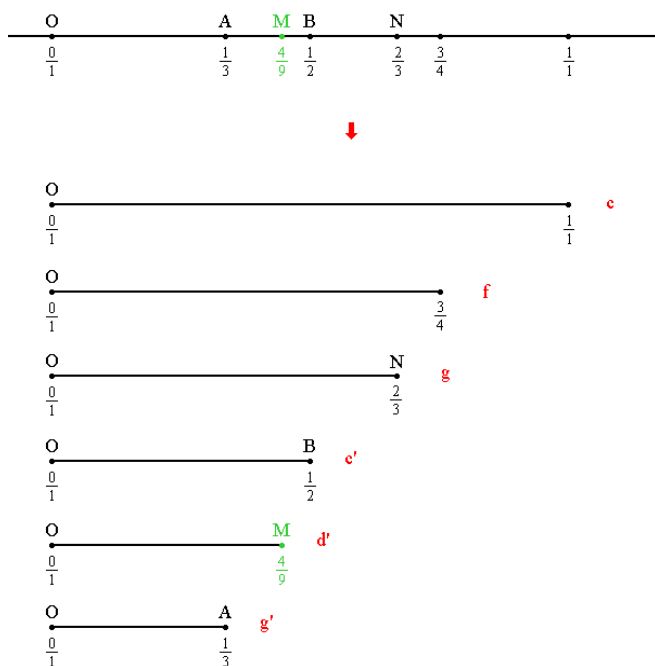


Рис. 4. Построение гармонических интервалов на прямой

рой уже построенной ранее тройке интервалов. Например, интервал, отвечающий звуку d' , может быть построен как четвертый гармонический интервал к уже построенной ранее тройке интервалов, ассоциированных со звуками g' , c' и g (рис. 4).

В математике существует способ построения множества всех неотрицательных дробей m/n , где m и n не имеют одинаковых простых сомножителей, т.е. являются взаимно простыми числами. Этот способ называется *деревом Штерна – Броко*, поскольку он был открыт независимо друг от друга немецким математиком Морицем Штерном и французским часовщиком Ахиллом Броко [2].

Суть этого способа состоит в том, чтобы начать с двух дробей $\left(\frac{0}{1}, \frac{1}{0}\right)$, а затем повторить не-

обходимое количество раз следующую операцию: вставить $\frac{m+m'}{n+n'}$ между двумя соседними дробями

$\frac{m}{n}$ и $\frac{m'}{n'}$. Новая дробь $(m + m')/(n + n')$ называется медиантой дробей m/n и m'/n' . Например, первый

шаг дает одну новую вставку между $\frac{0}{1}$ и $\frac{1}{0}$:

$$\frac{0}{1}, \frac{1}{1}, \frac{1}{0};$$

следующий шаг добавляет две:

$$\frac{0}{1}, \frac{1}{2}, \frac{1}{1}, \frac{2}{1}, \frac{1}{0}.$$

Последующий шаг добавляет четыре:

$$\frac{0}{1}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, \frac{2}{3}, \frac{1}{1}, \frac{2}{2}, \frac{3}{1}, \frac{1}{0};$$

Затем добавляется 8, 16 и т.д. новых вставок. Всю совокупность вставок можно представить в виде бесконечного бинарного дерева, верхние уровни которого выглядят так:

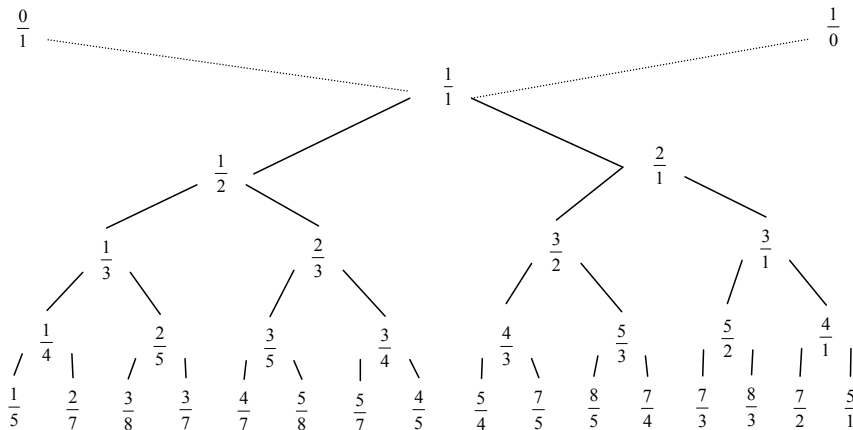


Рис. 5. Дерево Штерна-Броко

Каждая дробь имеет вид $\frac{m + m'}{n + n'}$, где $\frac{m}{n}$ - ближайший предок сверху слева, а дробь $\frac{m'}{n'}$ - сверху справа («предком» является дробь, которая достижима, если следовать по ветвям вверх).

Рассмотрим теперь наши интервалы с двойным отношением (рис. 3) и дерево Штерна-Броко (рис. 5), например, на втором уровне. На нем находится число $2/3$, которое расположено между числами $1/2$ и $1/1$. Эти числа соответствуют струнам c , c' и g .

На следующем уровне число между числом $2/3$ и $1/1$ появится новое число – $3/4$ (рис. 6).

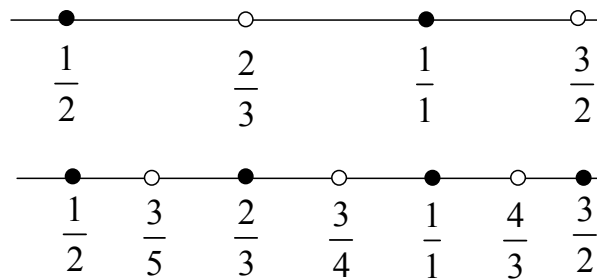


Рис. 6. Второй и третий уровни Дерево Штерна-Броко

Числа $1/2$, $2/3$, $3/4$ и $1/1$ образуют гармоническую четверку чисел. Аналогично можно показать, что на любом уровне дерево Штерна-Броко растет *гармонично*.

Таким образом, каждый уровень дерева Штерна-Броко растет гармонично и, следовательно, имеет связь с двойным отношением. Это позволяет нам с помощью этого числового треугольника рассчитывать гармонические интервалы любого уровня сложности.

Литература.

1. Бескин Н. М. Деление отрезка в данном отношении. М.: Наука, 1973, 64 с.
2. Грэхем Р., Кнут Д., Паташник О. Конкретная математика. Основание информатики: Пер. с англ. – М.: Мир, 1998. – 703 с.

МЕТОД ФЛЮКСИЙ НЬЮТОНА

*А.П. Степанов, ст. преподаватель, Ю.М. Готовицки, студент, Е.И. Черных, студент
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26
E-mail: apsuti@rambler.ru*

Одним из первооткрывателей дифференциального и интегрального исчисления является Исаак Ньютон, родившийся в 1642 г., который разделил честь его открытия наряду с Лейбницем. В 1660 г. И. Ньютон поступил в Кембриджский университет и преуспел. За несколько лет он создал метод решения проблемы касательной: теперь он мог вычислить касательную к любой плавной кривой в любой точке. Этот процесс представляет собой первую часть математического анализа, теперь известную как дифференциальное исчисление. Однако способ дифференцирования Ньютона не особенно похож на тот, которым мы пользуемся в настоящее время.

В понятиях и терминологии метода флюксий с полной отчётливостью отразилась глубокая связь математических и механических исследований Ньютона. Понятие непрерывной математической величины он вводит как абстракцию от различных видов непрерывного механического движения. Линии производятся движением точек, поверхности - движением линий, тела - поверхностей, углы - вращением сторон и т.д.

Переменные величины Ньютон назвал **флюентами** (текущими величинами, от *лат.* fluo - теку). Общим аргументом текущих величин - флюент - является у Ньютона "*абсолютное время*", к которому отнесены прочие, зависимые переменные. Скорости изменения флюент Ньютон назвал **флюксиями**, а необходимые для вычисления флюксий бесконечно малые изменения флюент - "*моментами*" (у Лейбница они назывались **дифференциалами**). Момент флюэнты u , например, он обозначает так: $o\dot{u}$, где u – флюксия. Таким образом, Ньютон положил в основу понятия флюксий (**производной**) и флюенты (первообразной, или неопределённого **интеграла**).

Наиболее полное изложение дифференциального и интегрального исчислений содержится в "**Метод флюксий...**" (1670-1671 гг., опубликовано в 1736 г.). Здесь Ньютон формулирует две основные взаимно-обратные задачи анализа: 1) определение скорости движения в данный момент времени по известному пути, или определение соотношения между флюксиями по данному соотношению между флюентами (**задача дифференцирования**), и 2) определение пройденного за данное время пути по известной скорости движения, или определение соотношения между флюентами по данному соотношению между флюксиями (**задача интегрирования** дифференциального уравнения и, в частности, отыскания первообразных).

Метод флюксий применяется здесь к большому числу геометрических вопросов (задачи на касательные, кривизну, экстремумы, квадратуры, спрямления и др.); здесь же выражается в элементарных функциях ряд интегралов от функций, содержащих квадратный корень из квадратичного трёхчлена.

Большое внимание уделено в "**Метод флюксий**" интегрированию обыкновенных дифференциальных уравнений, причём основную роль играет представление решения в виде бесконечного степенного ряда.

Стиль дифференцирования Ньютона основывался на флюксиях (производных) – потоках – математических выражений, которые он называл флюэнтами (переменными).

Как пример метода флюксий Ньютона рассмотрим функцию [3]

$$y = x^2 + x + 1. \quad (1)$$

В этом уравнении флюэнтами (переменными) являются x и y . Ньютон полагал, что x и y изменяются – текут – с течением времени. Скорость их изменения он назвал флюксиями и обозначал как $\dot{x}$ и $\dot{y}$ соответственно.

Метод дифференцирования Ньютона основывается на одном приеме: Ньютон позволяет флюксиям изменяться, но изменяться бесконечно мало. По существу, он не давал им времени течь. В обозначениях Ньютона y в этот момент времени меняется на $(y + o\dot{y})$, в то время как x меняется на $(x + o\dot{x})$. Буква « o » представляла собой количество прошедшего времени, оно было почти нулем, но не совсем.

Уравнение (1) тогда принимает вид

$$(y + o\dot{y}) = (x + o\dot{x})^2 + (x + o\dot{x}) + 1.$$

Раскрывая выражение $(x + o\dot{x})^2$ по обыкновенным правилам алгебры, получим:

$$(y + o\dot{y}) = x^2 + 2x(o\dot{x}) + (o\dot{x})^2 + x + (o\dot{x}) + 1.$$

Приводим подобные члены:

$$(y + o\dot{y}) = (x^2 + x + 1) + (o\dot{x})^2 + 2x(o\dot{x}) + 1 \cdot (o\dot{x}).$$

Поскольку $y = x^2 + x + 1$, мы можем сократить данное выражение, получим

$$o\dot{y} = 2x(o\dot{x}) + 1 \cdot (o\dot{x}) + (o\dot{x})^2.$$

Далее следует следующий прием Ньютона: он заявил, что поскольку $o\dot{x}$ на самом деле очень мал, $(o\dot{x})^2$ будет еще меньше и значит исчезает. По сути это ноль, и его можно игнорировать. Это дает нам уравнение

$$o\dot{y} = 2x(o\dot{x}) + 1 \cdot (o\dot{x}), \quad (2)$$

а это значит, что

$$\frac{o\dot{y}}{o\dot{x}} = 2x + 1. \quad (3)$$

Это и есть угол наклона касательной в любой точке данной кривой $y = x^2 + x + 1$ (рис. 1):

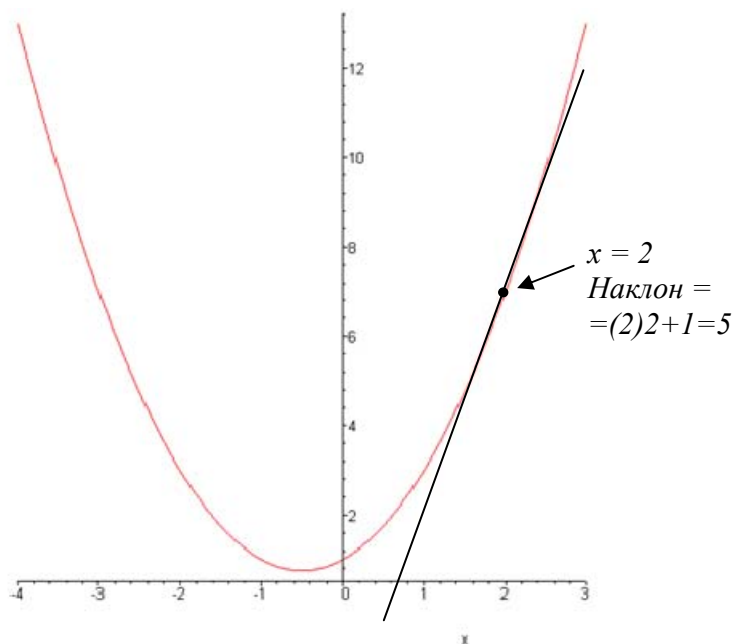


Рис. 1. Касательная к графику функции $y = x^2 + x + 1$ в точке $x = 2$

Как мы видим в уравнении (3), бесконечно малый период времени o выпадает из уравнения, $o\dot{y}/o\dot{x}$ превращается в $\dot{y}/\dot{x}$ и об o больше не нужно думать.

Метод Ньютона давал правильный ответ, но ньютоновские действия исчезновения величины $(o\dot{x})^2$ очень смущало современников Ньютона.

Из арифметики известно, что если мы перемножаем два числа и получаем ноль, то одно из них должно быть равно нулю: если $ab = 0$, то или $a = 0$, или $b = 0$. Это значит, что если $a^2 = 0$, то $aa = 0$, и тем самым $a = 0$. Значит если, как настаивал Ньютон, $(o\dot{x})^2$, $(o\dot{x})^3$ и более высокие степени $o\dot{x}$ были равны нулю, то и само $o\dot{x}$ должно быть равно нулю: $o\dot{x} = 0$.

Следовательно, если $o\dot{x}$ – ноль, то деление на $o\dot{x}$, что мы делали в выражении (2), как и последний шаг избавления от o в верхней и нижней части выражения $o\dot{y}/o\dot{x}$ в уравнении (3), являются запрещенными математическими операциями. Деление на ноль запрещено математической логикой.

Метод флюксий Ньютона был очень сомнителен. Он предполагал незаконную математическую операцию, однако обладал одним огромным преимуществом – он работал. Метод флюксий не только разрешал проблему касательной, но и позволял определять максимумы и минимумы величин, определять кривизну плавной кривой в данной точке, а также разрешал проблему площадей.

В методе Ньютона бесконечно малые величины, маленькие o в его флюксиях иногда вели себя как ноль, а иногда – как отличные от нуля числа. В определенном смысле эти бесконечно малые были бесконечно малы, меньше любого положительно числа, но все же каким-то образом больше нуля. Для математиков того времени это была смешная концепция и неразрешимый парадокс.

Исчисление бесконечно малых почти одновременно и независимо друг от друга разработали И. Ньютон и Г. Лейбниц. Каждый применял свои обозначения для одних и тех же математических величин. Символы Лейбница настолько ясно и удобно выражали смысл и значение новых понятий, что легко привились и вскоре стали общепринятыми на континенте.

Там, где Ньютон писал $o\dot{x}$, Лейбниц писал dx – бесконечно малый кусочек x . При этом если у Ньютона маленькие o в его уравнениях были всего посредниками, которые исчезали к концу выкладки (уравнение (3)), то в методе Лейбница бесконечно малые величины остаются во всех расчетах. При вычислениях с этими dx и dy можно было общаться как с обычными числами, поэтому современные математики и физики обычно используют обозначения Лейбница, а не Ньютона. Дифференциальное исчисление Лейбница обладало той же самой силой, что и метод Ньютона, а благодаря удобным обозначениям – даже несколько большей.

Не сразу Лейбниц пришел и к общепринятому ныне символу интеграла. Ознакомившись через Гюйгенса с одной из теорем Паскаля, он записывает ее в 1676 году формульным языком, применив выражение «omn x » («все x ») как сокращенное обозначение интеграла от величины x . Но уже через несколько дней Лейбниц замечает, что удобнее использовать для интеграла символ, тот, который употребляется в настоящее время, – стилизованную первую букву латинского слова «summa». (В то время интеграл еще назывался суммой и лишь несколько позднее был принят термин Иоганна Бернулли «интеграл».) В печатных научных трудах того времени этот символ так и употребляется в виде прописной буквы S. Вскоре Лейбниц вводит под интеграл знак дифференциала. В такой форме эта запись окончательно узаконена и сохранилась до наших дней. Подобно многократному умножению друг на друга одинаковых чисел, повторное дифференцирование Лейбниц обозначает в виде степени буквы d . Столь удачная находка расширила сферу действия одного символа. Совсем иными были обозначения Ньютона – точки и штрихи, кружки и рамки... (табл.)

Таблица 1

Обозначение величин исчисления бесконечно малых Ньютона и Лейбница

Обозначения	Ньютон	Лейбниц
производной	$\dot{x}$	$\frac{dx}{dt}$
второй производной	$\ddot{x}$	$\frac{d^2x}{dt^2}$
бесконечно малой	$o\dot{x}$	dx
интеграла	$\boxed{x}$ и x'	$\int x$ и $\int dx$

Ньютон мыслил не менее тонко и не менее глубоко, чем Лейбниц. Но он не слишком задумывался о значении символики для созданного им математического метода. Ньютон видел огромную ценность найденного им абстрактного метода, однако, возможно, на начальном этапе, когда идея еще не оформилась окончательно, ему было сложно выразить ее доступно. Скорее всего, на этом этапе ему попросту не хватало терминов и обозначений. Он сосредоточил основное внимание на формулировке и решению абстрактных задач анализа.

Склоняясь перед непререкаемым авторитетом своего великого соотечественника, английские ученые впоследствии канонизировали каждый штрих, каждую мельчайшую деталь его научной деятельности, даже введенные им для личного употребления математические знаки. «Над английской наукой тяготела традиция почитания Ньютона, и его обозначения, неуклюжие по сравнению с обозначениями Лейбница, затрудняли прогресс», - пишет голландский ученый Д. Я. Стройк, указывая на поразительное сходство между английской математикой XVIII века и античной математикой позднеалександрийской эпохи.

В 1812 году несколько молодых кембриджских математиков основали «Аналитическое общество», главной целью которого была пропаганда лейбницевских обозначений. Благодаря их деятельности английские ученые вскоре перешли к общепринятым в Европе математическим символам. Консерватизм университетских профессоров не устоял против удобства и мудрости математических знаков. Но ньютоновская символика не исчезла бесследно. Например, знак «о малое» употребляется ныне в оценочных формулах как показатель малой величины, а точечное обозначение производной часто используется в механике.

Учение Ньютона о пределе через ряд посредствующих звеньев (Ж. Л. Д'Аламбер, Л. Эйлер) получило глубокое развитие в математике XIX в. (О. Л. Коши и др.). В настоящее время понятие производной опирается на надежный логический базис, поскольку мы определяем ее в терминах пределов.

Формально производная от функции $f(x)$ в точке x_0 обозначается как $f'(x)$ и определяется как

$$f'(x) = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{f(x + \varepsilon) - f(x)}{\varepsilon}.$$

Чтобы увидеть, как это определение помогает избежать приема Ньютона, рассмотрим функцию, которая использовалась для демонстрации метода флюксий Ньютона: $y = x^2 + x + 1$. Производная этой функции равна

$$f'(x) = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{(x^2 + 2\varepsilon x + \varepsilon^2 + x + \varepsilon + 1 - x^2 - x - 1)}{\varepsilon}.$$

После приведения подобных членов, получим

$$f'(x) = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{(2\varepsilon x + \varepsilon^2 + \varepsilon)}{\varepsilon}.$$

Разделив на ε , мы помним, что ε всегда отлично от 0, потому что мы еще не вычислили предел (поэтому деление на ε математически корректно), получим

$$f'(x) = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} (2x + 1 + \varepsilon) \text{ при } \varepsilon \rightarrow 0.$$

Теперь мы находим предел, т.е. позволяем ε приблизиться к нулю. Получаем

$$f'(x) = 2x + 1 + 0 = 2x + 1.$$

Это и есть уравнение касательной, которое мы нашли методом флюксий Ньютона (3).

С помощью найденного им абстрактного метода Ньютон также определял площади, ограниченные кривыми определенного типа и др. вопросы анализа.

Приведем частный случай, описанный самим Ньютоном в работе «Анализ с помощью уравнений с бесконечным числом членов», которая была завершена в 1669 году, но опубликована только в 1711-м.

Определим площадь, ограниченной кривой, которая задается следующей формулой

$$A(x) = \frac{2}{3} x^{\frac{3}{2}}.$$

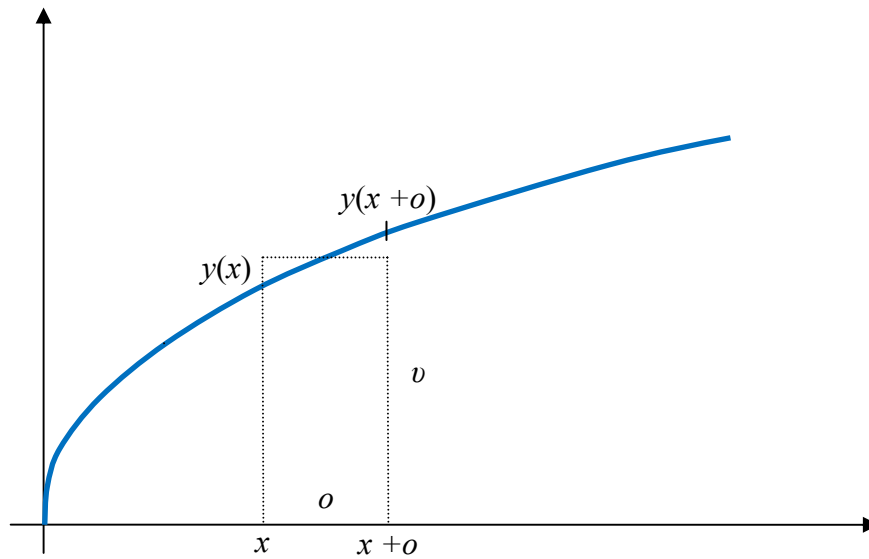


Рис. 2. Определение площади, ограниченной кривой

Ньютон действовал следующим образом. Увеличим на бесконечно малую величину, которую обозначим через o , абсциссу x (рис. 2). Площадь увеличится на площадь прямоугольника с вершинами $x, y(x), y(x+o)$ и $x+o$, как показано на рис. 2. Возьмем прямоугольник со сторонами o и v такой, что его площадь будет равна упомянутому приращению площади. Получим:

$$\frac{2}{3}(x+o)^{\frac{2}{3}} = A(x+o) = A(x) + ov = \frac{2}{3}x^{\frac{2}{3}} + ov.$$

Возведя обе части в квадрат и упростив равенство, получим:

$$\frac{4}{9}(3x^2o + 3xo^2 + o^3) = \frac{4}{9}x^{\frac{2}{3}}ov + o^2v^2.$$

Разделив обе части на o , получим:

$$\frac{4}{9}(3x^2 + 3xo + o^2) = \frac{4}{9}x^{\frac{2}{3}}v + ov^2.$$

Если теперь мы примем прирост x бесконечно малым, т. е. приравняем o к нулю, то $v = y$, и предыдущая формула примет вид

$$\frac{4}{3}x^2 = \frac{4}{3}x^{\frac{2}{3}}y,$$

откуда выразим y :

$$y = x^{\frac{1}{2}}. \quad (4)$$

Отсюда следует, что площадь, ограниченная кривой (4), равна $\frac{2}{3} \cdot \frac{3}{2}x$.

Многие считают, что Ньютон был исключительно физиком, точнее натурфилософом, или занимался прикладной математикой. По этому поводу Дерек Том Уайтсайд, составитель восьмитомника рукописей Ньютона по математике сказал: «Никогда не следует забывать, что математика была для Ньютона не просто набором инструментов для поиска истины. Она обладала внутренней красотой и силой, не зависящей от внешних причин и способов практического применения. Тем, кто не чувствует элегантность и мощь математики как самостоятельной дисциплины, я представляю Ньютона – «чистого» математика, который, как в библейской метафоре, удалился от мира в башню из слоновой кости в Кембридже, где занимался поисками новых теорем, свойств, алгоритмов и доказательств, элегантных самих по себе. И сколь удивительно он использовал свой талант и способности! В то время в мире не было более одаренного и разностороннего математика, никого, кто больше него разбирался бы в алгебре, геометрии и в тонкостях анализа бесконечно малых» [4].

О значении метода флюксий Ньютона для математики можно привести слова Д.Д. Мордухай-Болотовского: "«Метод флюксий» содержит, кроме формального аппарата анализа ...еще богатый комплекс идей, с помощью которых обосновываются операции анализа и которые имели очень важное значение для эволюции основных понятий анализа бесконечно малых, представляя переходную ступень от точки зрения актуально бесконечно малых к точке зрения потенциально бесконечно малых, т.е. к теории пределов" [1].

Литература.

1. И. Ньютон. Математические работы / пер. с англ. Д.Д. Мордухай-Болотовского. – М.-Л.: 1937. – 452 с.
2. Глейзер Г.И. История математики в школе: IX – X кл. Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1983. – 351 с.
3. Ноль: биография опасной идеи / Чарльз Сейфе; пер. с англ. А.В. Александровой. – Москва: АСТ, 2014. – 287 с.
4. Мир математики: в 40 т. Т.14: Антонио Дуран. Истина в пределе. Анализ бесконечно малых/ Пер. с исп. – М.: Де Агостини, 2014. – 144 с.

ГЕОМЕТРИЯ ОТ ЕВКЛИДА ДО ГАСПАРА МОНЖА

А.А. Галеева, студент гр. 10300, Л.А. Потапова, доцент кафедры ГШО

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

E-mail: pla46@mail.ru

Греческие авторы относят появление геометрии в Греции к концу VII в. до н. э. и связывают его с именем Фалеса Милетского (639-548), вся научная деятельность которого изображается греками в полумифическом свете. Достоверно, что Фалес в молодости много путешествовал по Египту, имел общение с египетскими жрецами и у них научился многому, в том числе геометрии. Возвратившись на родину, Фалес поселился в Милете, посвятив себя занятиям наукой, и окружил себя учениками, образовавшими так называемую Ионийскую школу. Фалесу приписывают открытие ряда основных геометрических теорем (например, теорем о равенстве углов при основании равнобедренного треугольника, равенстве вертикальных углов и т.д.).

Ионийская школа перенесла геометрию в область гораздо более широких представлений и задач, придала ей теоретический характер и сделала ее предметом тонкого исследования, в котором наряду с интуицией начинает играть видную роль и абстрактная логика. Абстрактно-логический характер геометрии, который в Ионийской школе только намечался, в Александрийской школе нашел свое завершение. Была создана наука, широкая по замыслу, богатая фактическим материалом и, несмотря на свой абстрактный характер, дающая ряд чрезвычайно важных практических применений.

Около IV в. до н. э. уже стали появляться сводные сочинения под названием «Начал геометрии», имевшие задачей систематизировать добытый геометрический материал. Такие «Начала» по свидетельству Прокла, составили Гиппократ Хиосский, Феодосий из Магнезии, Гиероним Колофонский и др. Ни одно из этих сочинений до нас не дошло: все они утратили свое значение и были забыты, когда появилось замечательное руководство по геометрии - «Начала» Евклида, жившего в конце IV - начале III в. до н. э.

Евклид жил в Александрии в эпоху, когда там образовался наиболее крупный центр греческой научной мысли. Материал, содержащийся в «Началах», по существу охватывает элементарную геометрию, как мы ее понимаем в настоящее время. Метод построения геометрии у Евклида позже характеризовали словами - строить геометрию исключительно геометрическими средствами (*geometria geometrice*), не внося в нее чуждых ей элементов. Это означает, прежде всего, что Евклид не прибегает к арифметическим средствам, т. е. к численным соотношениям. Равенство фигур у Евклида означает, что они могут быть совмещены движением, неравенство - что одна фигура может быть целиком или частями вложена в другую. Равновеликость фигур означает, что они могут быть составлены из частей. Именно этими средствами, не прибегая даже к пропорциям, Евклид доказывает, что каждый многоугольник может быть преобразован в равновеликий треугольник, а треугольник - в квадрат.

Эпоха великих геометров (второй Александрийский период). Наиболее характерной чертой второй Александрийской эпохи является то, что она принесла с собой метрику, которой геометрии Евклида не доставало. Ту задачу, которую Евклид, может быть, сознательно обходил, - измерение, -

Архимед поставил во главу угла. Это не случайно, а связано с тем прикладным направлением, которым проникнуто все творчество Архимеда, жившего в эпоху (III в. до н. э.). Но Плутарх свидетельствует, что деятельность инженера-практика Архимеда никогда не прельщала, он и не написал по этому предмету ни одного сочинения. Заслуга Архимеда заключалась в том, что он установил теоретические основы, на которых, в конечном счете, и по сей день покоится машиностроение, - он фактически создал основы механики. Механика требовала вычисления масс, а, следовательно, площадей и объемов, а также центров тяжести; механика настоятельно требовала метрической геометрии; на этом и сосредоточено внимание Архимеда в геометрии. Наиболее важным было приближенное вычисление квадратных корней, необходимое для приближенного же вычисления длины окружности. Этому посвящено особое, небольшое сочинение, по существу заключающее приближенное вычисление периметров правильных 96-угольников, вписанного в окружность и описанного около нее.

Таким образом, творения Архимеда существенно отличаются от геометрии Евклида и по материалу и по методу; это - огромный шаг вперед, это - новая эпоха. В изложении этих достижений, однако, выдержана система Евклида: аксиомы и постулаты в начале каждого сочинения, тонко продуманная цепь умозаключений, претендующая на совершенство сети силлогизмов.

Сочинения, посвященные истолкованию «Начал», появились рано. Первым комментатором Евклида был еще Гемин Родосский, живший во II в. до н. э., занимались этим позднее Герон и Папп, а также и другие, но их комментарии до нас либо вовсе не дошли, либо сохранились только в отрывках в передаче Прокла, который писал уже в V в. н. э. Комментарии Прокла сделались вскоре классическим произведением, с которым долго никто не конкурировал в деле истолкования «Начал». К тому же Прокл жил уже в эпоху полного упадка греческой науки, и на его долю выпало лишь подвести общий итог деятельности его великих предшественников. Значение комментаторов Евклида заключается главным образом, в том, что они выяснили слабые места его логической схемы, не сделав еще ничего для существенного улучшения этой схемы,

За несколько столетий до нашей эры в Вавилоне, Китае, Египте и Греции уже существовали начальные геометрические знания, которые добывались в основном опытным путем. Они не были еще систематизированы и передавались от поколения к поколению в виде правил и рецептов, например, правил нахождения площадей фигур, объемов тел, построение прямых углов и т.д. Не было еще доказательств этих правил, и их изложение не представляло собой научной теории. Опираясь на труды своих предшественников, Евклид создал глубоко продуманную систему, сохранявшую руководящую роль в течение свыше двух тысяч лет. Даже те учебники, по которым ведется первоначальное обучение геометрии в наше время, по существу представляют собой переработку «Начал» Евклида.

В V веке наступил конец Западной Римской империи, и территория Европы надолго превратилась в поле непрестанных сражений с завоевателями и разбойниками. Потребность в математике ограничивается арифметикой и расчётом календаря церковных праздников. Римляне не внесли в геометрию ничего существенного. Гибель античной культуры привела к глубокому упадку научной мысли, продолжавшемуся около 1000 лет, до эпохи Возрождения. Это не значит, однако, что математика в этот период совершенно заглохла. Посредниками между эллинской и новой европейской наукой явились арабы. Когда несколько улегся ярый религиозный фанатизм, царивший в эпоху арабских завоеваний, в условиях быстро развивавшейся торговли, мореплавания и городского строительства стала развертываться и арабская наука, в которой математика играла очень важную роль. Евклид был впервые переведен на арабский язык в IX в. За этим последовал перевод сочинений других греческих геометров, многие из которых только с этих переводов до нас и дошли. Однако математические интересы арабов были сосредоточены не столько на геометрии, сколько на арифметике и алгебре, на искусстве счета в широком смысле этого слова. Арабы усовершенствовали систему счисления и основы алгебры, заимствованные от индусов, но в области геометрии они не имели значительных достижений.

Стабилизация и восстановление европейской культуры начинаются с XI века. Появляются первые университеты (Салерно, Болонья). Расширяется преподавание математики: в традиционный квадриум входили арифметика, геометрия, астрономия и музыка.

Первое знакомство европейских учёных с античными открытиями происходило в Испании. В XII веке там переводятся основные труды великих греков и их исламских учеников. В конце XII века на базе нескольких монастырских школ был создан Парижский университет Сорбонна, где обучались тысячи студентов со всех концов Европы; почти одновременно возникают Оксфорд и Кембридж в Британии. Интерес к науке растёт, и одно из проявлений этого — смена числовой системы. Долгое время в Европе применялись римские цифры. В XII—XIII веках публикуются первые в Европе изложения десяти-

тичной позиционной системы записи (сначала переводы ал-Хорезми, потом собственные руководства), и начинается её применение. С XIV века индоарабские цифры начинают вытеснять римские.

В XV веке - Леонардо да Винчи уделял много внимания задачам нахождения равновеликих площадей и объемов, звездчатым многогранникам, построению многоугольников на данной стороне или вписанных в окружность, причем при помощи циркуля. Великий немецкий художник Альбрехт Дюрер рассматривал проекции различных частей человеческого тела на три взаимно перпендикулярные плоскости спереди, сбоку и сверху, а также на вертикальные плоскости, составляющие с первыми двумя плоскостями острые углы.

Основным препятствием для дальнейшего развития геометрии было отсутствие общих методов геометрического исследования, которые содержали бы указания, как подойти к каждой частной геометрической задаче. С развитием алгебры, принесшей с собой средства математического исследования очень широкой общности, было естественно в них искать пути к геометрическому исследованию. Действительно, в XVII в. два гениальных французских математика, Ферма и Декарт, почти одновременно выдвигают идеи, приведшие к новому и очень широкому расцвету геометрической мысли. Эти идеи были изложены Ферма в сочинении «Введение в учение о геометрических местах на плоскости и в пространстве», которое было известно в кругу парижских математиков еще в 1637 г., но опубликовано было только после смерти автора (1679 г.). Взгляды Декарта изложены в небольшом его сочинении «Геометрия», появившемся в 1637 г. в качестве приложения к сочинению «Рассуждение о методе». Оба геометра явно находились под большим влиянием Аполлония; но установленный ими метод, ныне широко известный под названием аналитической геометрии, все-таки остается вполне своеобразным. Координатами по существу пользовался и Аполлоний. Но у него ордината точки параболы есть ее расстояние от оси этой параболы; координата всегда неразрывно связана с самой кривой. Декарту (более чем Ферма) принадлежит ясно выраженный замысел координации точек плоскости относительно произвольно выбранных осей, а это и есть самая существенная сторона дела. В совокупности получился метод, дающий возможность выразить те соотношения, которыми определяется геометрическое место, при помощи уравнений, связывающих координаты его точек. Геометрические соотношения были уложены в общие схемы аналитической функциональной зависимости, и были даны общие методы изучения этой зависимости средствами алгебры и анализа. Был найден ключ к широкой новой постановке геометрического исследования. Ферма дал систематическую сводку уравнений важнейших кривых. У Декарта этого нет, но зато у него шире и глубже очерчены общие идеи метода: самое сочинение должно было служить примером того, какое значение имеет метод. Конечно, на то, чтобы провести этот метод систематически, понадобилось значительное время. У Декарта речь идет только о координации точек на плоскости; естественное обобщение - определение точки в пространстве тремя координатами - было сделано Ла-Гиром, много содействовавшим развитию метода Декарта. Первое же систематическое изложение аналитической геометрии как целого дал Эйлер во втором томе своего «Введения в анализ бесконечных».

С именем Монжа связано такое же завершение другой геометрической дисциплины - начертательной геометрии, или, как ее правильнее называют немцы, изобразительной геометрии («*Darstellende Geometrie*»). Задача изобразительной геометрии заключается в таком графическом воспроизведении образа заданного объекта, по которому можно было бы с точностью воспроизвести геометрические формы этого объекта. Такие изображения почти всегда приходится воспроизводить на плоскости, сообразно этому и изобразительная геометрия представляет собой почти исключительно теорию изображения предметов на плоскости. Ни одна отрасль геометрии не возникла так непосредственно из практических задач, как изобразительная геометрия. Первые попытки воспроизведения природных объектов относятся к временам доисторической древности, в античном мире это искусство уже достигло высокой степени совершенства, но оставалось только искусством, и лишь с того момента, как условия жизни предъявили к этому изображению требования точности, возникает специальная наука - теория графического изображения. Основания этой теории естественно было искать в способах восприятия зрительных ощущений - в оптике, точнее - в геометрической оптике. Прямолинейность светового луча имеет здесь решающее значение. Если объект находится между глазом и некоторой плоскостью, например стеной, то глаз является центром, из которого предмет проецируется пучком лучей на плоскость. Это обстоятельство, на которое указывал уже Евклид в своей «Оптике», сделало центральной проекцией основой всей изобразительной геометрии. Первые систематические шаги в этом направлении принадлежат римскому зодчему и инженеру Витрувию, написавшему незадолго до христианской эры трактат об архитектуре в десяти книгах.

Заслуга Монжа тройкая. Во-первых, он решил вопрос о построении изображения на одной плоскости, вторая плоскость с нанесенной на ней проекцией поворачивается на 90° вокруг линии пересечения обеих плоскостей (линии земли). Получаемые таким образом в горизонтальной плоскости две проекции образуют так называемый «эпюр», по которому уже можно с точностью воспроизвести изображаемый объект. Учение о построении и «чтении» эпюра и составляет содержание начертательной геометрии Монжа. Во-вторых, Монж свел весь материал, собранный в применении к многообразным отдельным объектам, в стройную систему. В-третьих, он попытался использовать эти графические методы для целей общегеометрического исследования: так как изображаемый объект вполне определяется эпюром, то геометрическое исследование этого объекта может быть сведено к изучению эпюра.

Таким образом, к концу XVIII в. оформились и получили завершенное выражение те течения геометрической мысли, которые возникли в эпоху Возрождения и постепенно развивались в течение шести веков. Существенные черты новой геометрии этой второй (после эллинской) эпохи расцвета заключались в исследовании тех же вопросов, которые занимали греческих геометров, но при помощи совершенно новых методов. Принцип «*geometria geometrice*» отпадает; напротив, в геометрии находят широкое приложение две новые математические науки - алгебра и исчисление бесконечно малых. Новые методы геометрического исследования носят гораздо более абстрактный характер, они дальше от непосредственной интуиции. Вместе с тем, они дают более общие средства для решения конкретных задач. От геометризации алгебры делается переход к алгебраизации геометрии, и только изобразительная геометрия строится старыми, чисто геометрическими методами. Чем шире развиваются эти методы, тем глубже становятся их практические применения.

Литература.

1. Юшкевич А.П. История математики (том 1) с древнейших времен до начала Нового времени. - М.: Наука, 1970.- 352 с.
2. Шафаревич И. Р., Ремизов А. О. Линейная алгебра и геометрия, — Физматлит, Москва, 2009.

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ ГИПЕРКОНУСОВ ПОРЯДКА $r > 2$ В МНОГОМЕРНОМ АФФИННОМ ПРОСТРАНСТВЕ

*С.С. Березовская, студент гр. 1208, научный руководитель: Ивлев Е.Т. *, профессор
КемГМА, 650029, г. Кемерово, ул. Ворошилова, 22а, тел. 8-9236116055*

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, тел. (3822)-56-36-98*

Распределения на дифференцируемых многообразиях занимает видное место в дифференциально-геометрических структурах на этих многообразиях. Наряду с распределениями линейных элементов на многообразиях в однородном пространстве представляет интерес изучение распределения алгебраических гиперконусов в однородных пространствах. Последние входят в общую схему исследования многообразий преимущественно в проективных пространствах, элементами которых являются алгебраические поверхности. Кроме того при детальном изучении геометрических свойств многообразий алгебраических гиперповерхностей часто возникают семейства алгебраических гиперконусов порядка r . Поэтому возникает необходимость изучения распределений алгебраических гиперконусов порядка r в многомерном аффинном пространстве, их связи с распределениями линейных подпространств и инвариантных аффинных связностей на них.

Все рассмотрения в данной статье носят локальный характер, а все встречающиеся функции предполагаются аналитическими.

Рассмотрим n -мерное аффинное пространство A_n , отнесенное к подвижному аффинному реперу $\{\bar{A}, \bar{e}_i\} (i, j, k, l = \overline{1, n})$ с деривационными формулами

$$d\bar{A} = \omega^i \bar{e}_i, d\bar{e}_i = \omega_j^i \bar{e}_j$$

и структурными уравнениями

$$D\omega^i = \omega^j \wedge \omega_j^i, D\omega_j^i = \omega_j^k \wedge \omega_k^i$$

Если пространство A_n эквиаффинное, то из

$$(\bar{e}_1, \bar{e}_2 \dots \bar{e}_n) = 1$$

получаем

$$\omega_i^j = 0 \text{ (по } i \text{ суммировать).}$$

Обозначим $A_{n,N}$, где

$$N = \frac{n(n+1)\cdots(n+r-1)}{r!},$$

$(n+N)$ – мерное расслоенное пространство, базой которого является пространство A_n , а слоем, соответствующим каждой точке $M \in A_n$, служит G_N – множество всех алгебраических гиперконусов порядка r пространства A_n с точечными вершинами. В расслоенном пространстве $A_{n,N}$ зададим гладкое сечение: каждой точке $A \in A_n$ поставим в соответствие вполне определенный невырожденный гиперконус K_{n-1}^r порядка $r > 2$ с вершиной A , который в локальных аффинных координатах репера R определяется уравнением:

$$g_{i_1 i_2 \dots i_r} x^{i_1} x^{i_2} \dots x^{i_r} = 0 (i_1, \dots, i_r = \overline{1, n})$$

Здесь компоненты симметрического тензора $g_{i_1 i_2 \dots i_r}$ удовлетворяют дифференциальным уравнениям:

$$\begin{aligned} \nabla g_{i_1 i_2 \dots i_r} &= g_{i_1 i_2 \dots i_r j} \omega^j, \nabla g_{i_1 i_2 \dots i_r j} = g_{i_1 i_2 \dots i_r j k} \omega^k \\ g_{[i_1 i_2 \dots i_r]} &= 0, g_{[i_1 i_2 \dots i_r] i} = 0, g_{[i_1 i_2 \dots i_r] j k} = 0, g_{i_1 i_2 \dots i_r [j k]} = 0 \end{aligned} \quad (1)$$

Символ ∇ , примененный, например к тензору $a_{i_1 i_2 \dots i_s}$, означает следующее:

$$\nabla g_{i_1 i_2 \dots i_s} = dg_{i_1 i_2 \dots i_s} - a_{j i_1 \dots i_s} \omega_1^j - a_{i_1 j i_3 \dots i_s} \omega_2^j - \dots - a_{i_1 i_2 \dots i_{s-1} j} \omega_s^j.$$

Дифференциальные уравнения (1) являются дифференциальными уравнениями n -мерной секущей поверхности $V_{n,r}$ расслоения $A_{n,N}$. Эта секущая поверхность представляет собой распределение алгебраических гиперконусов порядка r в аффинном пространстве.

Определение 1. Прямые l_1^i , проходящие через точку A и не принадлежащие гиперконусу K_{n-1}^r , называются основными относительно этого гиперконуса, если каждая из них является линейной полярой соответствующей гиперплоскости

$$\tilde{A}_{n-1,i} = l_1^1 \cup l_1^2 \cup \dots \cup l_1^{i-1} \cup l_1^{i+1} \cup \dots \cup l_1^n$$

относительно указанного гиперконуса.

Теорема 1. Каждой точке A пространства A_n в общем случае отвечает конечное число основных прямых $l_1^i (i = \overline{1, n})$ относительно гиперконуса $K_{n-1}^r (r > 2)$.

Доказательство.

Если прямые

$$l_1^i = (\overline{A l_j}) x_i^j$$

являются основными относительно $K_{n-1}^r (r > 2)$, то величины x_i^j удовлетворяют условиям:

$$g_{i_1 i_2 \dots i_r} x_{i_1}^{i_1} x_{i_2}^{i_2} \dots x_{i_{r-1}}^{i_{r-1}} x_{i_r}^{i_r} = \begin{cases} 0, i \neq j \\ \neq 0, i = j \end{cases}$$

Проведем такую канонизацию аффинного репера R , при которой

$$g_{\underbrace{i \dots i}_r} = 1, g_{i \dots i j} = 0, (i \neq j)$$

При этом определитель порядка $r(r-1)$ отличен от нуля:

$$\begin{aligned} g_{sk}^{il} &= (r-1) g_{\underbrace{i \dots i}_{r-2}} \delta_i^l \delta_s^j + \delta_s^i \delta_k^l \\ (i, j, k, l, s &= \overline{1, n}, s \neq l, i \neq j \neq k) \end{aligned}$$

Здесь значения пар чисел $\binom{i}{k}$ указывают на номера строк, а $\binom{l}{s}$ – на номера столбцов.

Из дифференциальных уравнений (1) замечаем, что все 1-формы ω_i^j являются главными:

$$\omega_i^j = A_{ik}^j \omega^k, \nabla A_{ik}^j = A_{ikl}^j \omega^l$$

Поэтому аффинный репер R распределения $V_{n,r}$ в A_n становится каноническим и существует. Геометрически при фиксации указанного канонического репера прямые

$$l_1^i = (Al_i)$$

являются основными относительно K_{n-1}^r . При этом из рассмотрения исключаются случаи:

- 1) $a_{\underbrace{i, \dots, i}_r} = 0$, когда $l_1^i \in K_{n-1}^r$,
- 2) $g=0$, когда основные прямые l_1^i относительно K_{n-1}^r определяются бесчисленным числом способов.

Теорема 2. С распределением $V_{n,r}$ в A_n инвариантным образом определяется конечное число, равное числу основных прямых l_1^i относительно K_{n-1}^r , распределений $V_{n,2}$ квадратичных гиперконусов $Q_{n-1,2}^i$ с вершиной в точке A .

Доказательство. Квадратичная поляра прямой l_1^i (i - фиксировано) относительно гиперконуса K_{n-1}^r определяется уравнением, соответственно

$$(x^i)^2 + g_{kl}^{(i)} x^k x^l = 0, (k, l \neq i)$$

где

$$g_{kl}^{(i)} = g_{\underbrace{i, \dots, i}_{r-2}}^{(i)} kl \quad (i, j, k, l = \overline{1, n}, k, l \neq i)$$

Квадратичная поляра прямой l_1^i относительно K_{n-1}^r представляет собой гиперконус K_{n-1}^2 второго порядка с вершиной A , который, в общем случае является невырожденным, поэтому определитель из его коэффициентов в общем случае не равен нулю:

$$g = \det \begin{bmatrix} g_{kl}^{(i)} \end{bmatrix} \neq 0$$

Поэтому каждый из этих гиперконусов определяет инвариантные аффинные связности. Теорема доказана.

Замечание 1. Если r – нечетное число, то с распределением $V_{n,r}$ в A_n каждой точке $A \in A_n$ в общем случае отвечает по крайней мере одна совокупность из n вещественных основных прямых l_1^i относительно гиперконуса K_n^r ($r > 2$). В случае $r=3, n=3$ каждой точке $A \in A_3$ отвечает в общем случае только одна совокупность из трех основных вещественных прямых l_1^i , относительно K_3^3 .

Литература.

1. Евтушик Л. Е., Остиану Н. М., Лумисте Ю. Г., Широков А. П. Дифференциально-геометрические структуры на многообразиях. Проблемы геометрии. Итоги науки и техники. ВИНТИ АН СССР, 1979, с. 7-246.
2. Малаховский В. С. Дифференциальная геометрия фигур и пар фигур в однородном пространстве. Труды геометрического семинара. ВИНТИ АН СССР, т. 2, М., 1969, с. 179-206.
3. Малаховский В. С. Индуцировано оснащенные многообразия фигур в однородном пространстве. Труды геометрического семинара. ВИНТИ АН СССР, т. 5, 1973, с. 319-334.
4. Малаховский В. С. Многообразия алгебраических элементов в n -мерном проективном пространстве. Геометрический сборник, вып. 3 (труды Томского университета, 192), 1963, с. 28-42.
5. Норден А. П. Пространства аффинной связности. "Наука", физматгиз, М., 1976, с. 432.
6. Фиников С. П. Метод внешних форм Картана в дифференциальной геометрии. М.-Л., ГИТТЛ, 1948.
7. Ивлев Е. Т. К геометрической интерпретации операции свертывания некоторых тензоров. Материалы итоговой науч. конф. по матем. и мех. за 1970 год, 1. Изд-во Томского ун-та, 1970, с. 121-123.
8. Ивлев Е. Т. О многообразии $E(o, n-m, m)$ в n -мерном проективном пространстве $P_n(m > 2, n < m(m+1))$. Сиб. Матем. Журнал, 1967, т. 8, № 5, 1143-1156.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ РАСШИРЕНИЯ КРАЕВОЙ ДИСЛОКАЦИИ В МЕДИ И АЛЮМИНИИ

А.Е. Петелин, ст. преподаватель, Ю.П. Петелина, ассистент, С.Н. Колупаева, д-р.ф.-м.н., проф.
Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск*

**Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск*

634003, г. Томск пл. Соляная, 2, тел. (3822) 65-93-58

E-mail: aepetelin@gmail.com, ksn58@yandex.ru, y.p.petelina@gmail.com

Для изучения дислокационной динамики кристаллографического скольжения наряду с экспериментальными методами все шире применяются методы имитационного и математического моделирования. Основные результаты в исследовании динамики дислокаций в поле дискретных препятствий различной природы достигнуты с помощью имитационного моделирования. Однако, как показано в работе [1], после преодоления дислокационным сегментом критической конфигурации сила препятствий не столь существенна и более эффективно математическое моделирование скользящей дислокации в однородной и изотропной среде.

Целью данной работы является исследование влияния на формирование зоны кристаллографического сдвига сил сопротивления, обусловленных вязким торможением, решеточным и примесным трением и дислокационным сопротивлением. Исследование проведено с использованием разработанной в рамках континуальной теории дислокаций и полученной исходя из закона сохранения энергии математической модели дислокационной динамики кристаллографического скольжения [2, 3]. В модели учтены силы Пича-Кёлера, а также силы сопротивления движению дислокации, обусловленные линейным натяжением, скоплением ранее произведенных источником дислокаций, решеточным, примесным и дислокационным трением и вязким торможением. При записи математической модели [2, 3] предполагалось, что дислокационная петля в начальной конфигурации имеет форму окружности и сохраняет её при расширении. Линейное натяжение считается постоянным по всей длине петли. Генерация точечных дефектов за порогами на дислокации либо считается равномерно распределенной по всей длине петли, либо в расчетах не учитывалась.

Для исследования влияния сил сопротивления, обусловленных вязким торможением, решеточным и примесным трением и дислокационным сопротивлением, на динамические характеристики дислокаций, формирующих зону кристаллографического сдвига, в настоящей работе используем редуцированные математические модели дислокационной динамики кристаллографического скольжения [2, 3], в каждой из которых будем учитывать силу линейного натяжения дислокации и поле напряжений от скопления дислокаций, формирующегося на границе дислокационного скопления, и не будем учитывать генерацию точечных дефектов. В табл. 1 знаками «+» отмечены учитываемые силы сопротивления движению дислокации, а знаками «-» – не учитываемые, в соответствующей редуцированной модели.

Таблица 1

Редуцированные модели дислокационной динамики
кристаллографического скольжения

<i>Силы, действующие на дислокацию</i>	Номер модели		
	1	2	3
Решеточное, примесное трение и дислокационное сопротивление	+	–	+
Вязкое торможение	–	+	+
Линейное натяжение дислокации и поле напряжения от скопления дислокаций	+	+	+
Генерация точечных дефектов за порогами на дислокации	–	–	–

Вычислительный эксперимент выполнен в комплексе программ Dislocation Dynamic of Crystallographic Slip (DDCS), предназначенном для исследования динамики дислокаций и формирования зоны кристаллографического сдвига [4, 5]. В расчетах использовано предположение, что в начальный момент времени конфигурация дислокационной петли имеет форму окружности и сохраняет её при расширении. При исследовании использованы значения параметров математической модели [4, 5] (коэффициента вязкого трения, модуля сдвига, плотности материала, вектора Бюргерса и коэффициента Пуассона), характерные для меди и алюминия при комнатной температуре и представленные в базе данных комплекса программ DDCS по результатам теоретических и экспериментальных исследований различных авторов [6–10].

Модель 1. В случае, когда распространению кристаллографического скольжения в кристалле препятствуют силы решётчного и примесного трения и дислокационного сопротивления, дислокации с номером в скоплении начиная со второго совершают некоторое число затухающих колебаний (рис. 1). Колебания возникают в результате высокой кинетической энергии дислокационной петли при её приближении к скоплению ранее произведённых дислокационным источником дислокаций, что приводит к остановке дислокации на расстоянии от скопления меньшем, чем расстояние, при котором равнодействующая всех сил, действующих на неё, равна нулю (силы взаимодействия со скоплением превышают силы Пича-Кёлера и силы трения). При этом дислокационная петля начинает двигаться в обратном направлении к дислокационному источнику. При обратном движении (сжатии) под действием сил линейного натяжения дислокации и поля обратных напряжений от скопления дислокаций у барьера дислокационная петля за счет набранной кинетической энергии также может остановиться на расстоянии от дислокационного источника, при котором силы Пича-Кёлера превышают силы взаимодействия со скоплением дислокаций и силы трения, что заставляет её снова двигаться от источника. С увеличением номера колебания уменьшается максимально достижимое значение кинетической энергии (рис. 1 а, г, д, з) и радиуса (рис. 1 б, е), незначительно уменьшается максимальное значение скорости (рис. 1 в, ж) дислокаций, которое близко к околосвуковой скорости в материале, также уменьшается время одного колебания. Заметим, что на рисунке 1 в, ж знак «-» перед значением скорости означает, что дислокационная петля осуществляет движение от дислокационного скопления к дислокационному источнику (наблюдается сжатие петли).

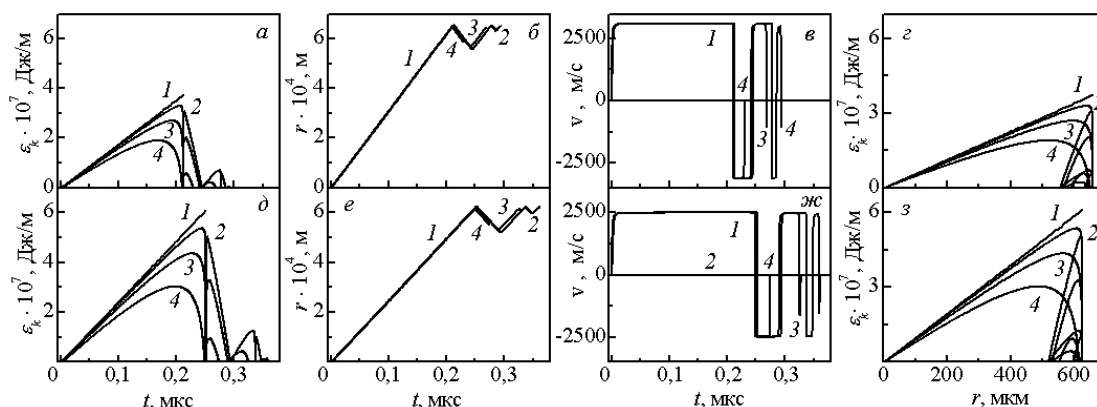


Рис. 1. Кинетическая энергия единицы длины дислокации (а, д), радиус (б, е) и скорость (в, ж) дислокаций в зависимости от времени и зависимости кинетической энергии единицы длины дислокации от её радиуса (г, з) для 1-й (кривая 1), 30-й (2), 100-й (3), 250-й (4) дислокаций в алюминии (а–г) и меди (д–з). Модель 1

Колебания носят затухающий характер. Количество колебаний с увеличением номера дислокационной петли в скоплении уменьшается. В меди максимальное значение кинетической энергии примерно на 40% больше (рис. 1 а, г, д, з), а максимальное значение скорости движения дислокаций примерно на 20% меньше (рис. 1 в, ж) и радиус зоны сдвига примерно на 5% (рис. 1 б, е) меньше, чем в алюминии. Время движения дислокаций в меди на 15–20% больше, чем в алюминии.

Модель 2. Если распространению кристаллографического скольжения препятствуют силы линейного натяжения дислокации, сопротивления со стороны формирующегося дислокационного скопления и силы вязкого трения, то колебаний дислокационных петель не наблюдается (рис. 2 а–з). При использовании модели 2 рассчитанное значение кинетической энергии движущейся дислокации на 4–5 порядков меньше, скорости примерно на порядок величины меньше, а время движения дислокации в несколько раз больше (более чем в 4 раза в алюминии и более чем в 10 раз в меди), чем при использовании модели 1. Максимальное значение кинетической энергии, приобретаемое движущейся дислокацией, достигается не у границы зоны сдвига, а на начальном этапе формирования дислокационной петли, постепенно уменьшаясь при дальнейшем движении (рис. 2 а, г, д, з).

В меди максимальное значение кинетической энергии и максимальное значение скорости дислокаций в 2,5–3 раза больше (рис. 2 а, в, г, д, ж, з), а радиус зоны сдвига примерно на 5% меньше (рис. 2 б, е), чем в алюминии. Скорость дислокаций в алюминии в 6–7 раз, а в меди практически на

порядок меньше скорости звука в соответствующих материалах. Время движения дислокаций в меди примерно в 2,5 раза больше, чем в алюминии.

Модель 3. Если распространению кристаллографического скольжения препятствуют силы линейного натяжения дислокации, сопротивления со стороны формирующегося дислокационного скопления, решётчного и примесного трения, вязкого трения и дислокационного сопротивления, то, как и в модели 2, колебаний дислокационных петель не наблюдается (рис. 2 *u-p*).

При использовании модели 3 максимальное значение кинетической энергии, приобретаемое движущейся дислокацией, меньше примерно в 5 раз; скорость дислокации меньше, а время её движения больше примерно в 2 раза; не изменяется радиус зоны сдвига, но пробег следующих за первой дислокаций становится несколько меньше, чем при использовании модели 2. С увеличением номера дислокации в скоплении кинетическая энергия единицы длины дислокации (в том числе и максимальное значение кинетической энергии), радиус и скорость дислокации уменьшаются, при этом время движения дислокации увеличивается. Время движения дислокаций в меди более чем в 2 раза больше, чем в алюминии (рис. 2 *u-p*).

Таким образом, можно отметить, что при учёте сил решётчного, примесного и дислокационного трения и в отсутствие сил вязкого трения дислокации совершают затухающие колебания. При учёте сил вязкого трения дислокации колебаний не совершают, при этом на несколько порядков уменьшается значение кинетической энергии, и примерно на порядок – скорость дислокаций; также уменьшается радиус дислокации (за исключением первой испущенной дислокационным источником дислокации), более чем на порядок увеличивается время движения дислокаций (табл. 2).

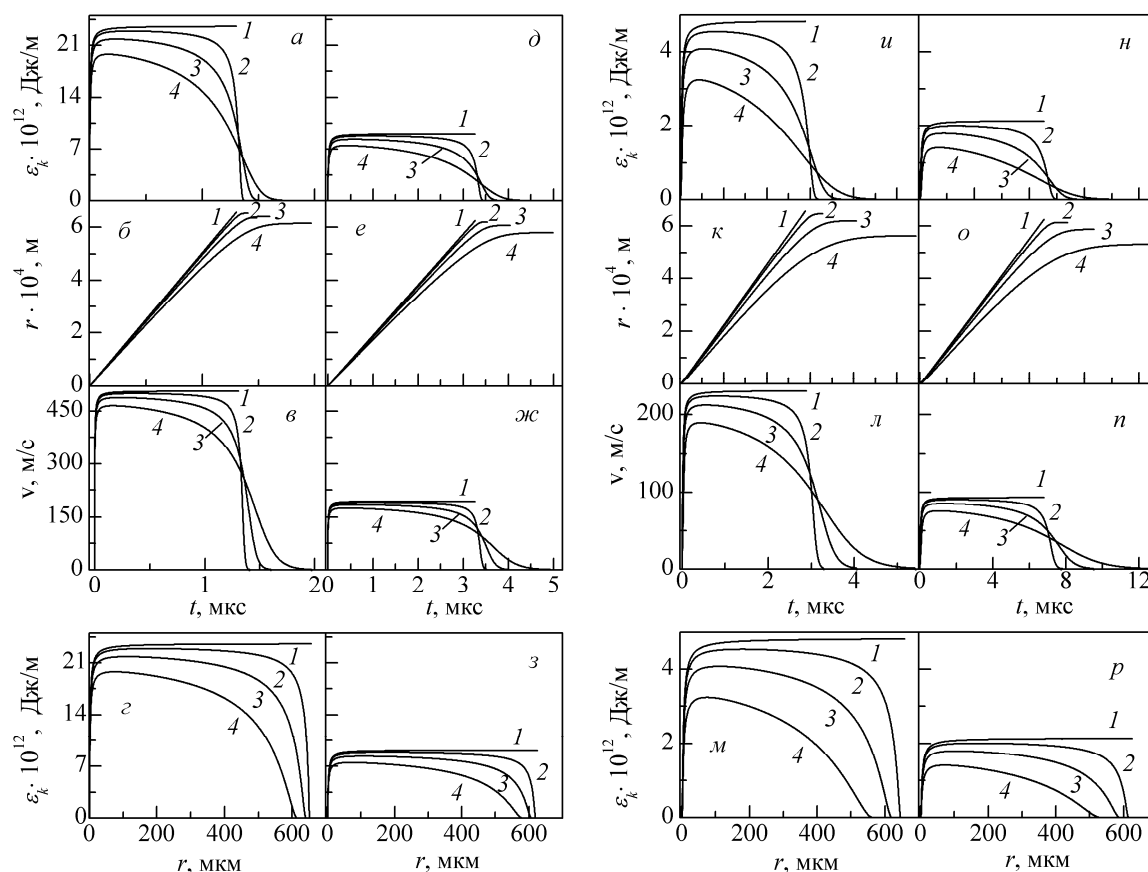


Рис. 2. Зависимость кинетической энергии единицы длины дислокации (*a*, *д*, *u*, *н*), радиуса (*б*, *е*, *к*, *о*) и скорости (*в*, *жс*, *л*, *п*) дислокации от времени и зависимости кинетической энергии единицы длины дислокации от текущего радиуса (*з*, *з*, *м*, *п*) для 1-й (кривая 1), 30-й (2), 100-й (3) и 250-й (4) дислокации в алюминии (*a-з*, *u-м*) и меди (*д-з*, *н-п*). Модель 2 (*a-з*) и модель 3 (*u-п*).

Таблица 2

Характеристики первой, тридцатой и сотой дислокаций в моделях 1–3

	Модель 1		Модель 2		Модель 3	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
$\max \varepsilon_k^{(1)}$, Дж/м	$6,1 \cdot 10^{-7}$	$3,72 \cdot 10^{-7}$	$9 \cdot 10^{-12}$	$2,35 \cdot 10^{-11}$	$2,13 \cdot 10^{-12}$	$4,82 \cdot 10^{-12}$
$\max \varepsilon_k^{(30)}$, Дж/м	$5,36 \cdot 10^{-7}$	$3,29 \cdot 10^{-7}$	$8,81 \cdot 10^{-12}$	$2,29 \cdot 10^{-11}$	$2 \cdot 10^{-12}$	$4,54 \cdot 10^{-12}$
$\max \varepsilon_k^{(100)}$, Дж/м	$4,36 \cdot 10^{-7}$	$2,69 \cdot 10^{-7}$	$8,36 \cdot 10^{-12}$	$2,18 \cdot 10^{-11}$	$2 \cdot 10^{-13}$	$4,07 \cdot 10^{-12}$
$\max r^{(1)}$, мкм	625,17	657,74	625,17	657,74	625,17	657,74
$\max r^{(30)}$, мкм	625,17	657,74	619,86	652,74	614,26	646,76
$\max r^{(100)}$, мкм	625,11	657,7	607,04	640,7	587,66	620,26
<i>Время движения первой дислокации, мкс</i>	0,25	0,21	3,26	1,3	6,79	2,88
<i>Время движения 30-й дислокации, мкс</i>	0,33	0,27	3,53	1,4	9,7	3,29
<i>Время движения 100-й дислокации, мкс</i>	0,36	0,29	4,04	1,6	31,5	4,06
$\max v^{(1)}$, м/с	2495,83	3111,43	192,3	505,8	93,27	230,64
$\max v^{(30)}$, м/с	2495,81	3111,42	189,45	499,08	90,41	223,94
$\max v^{(100)}$, м/с	2495,79	3111,41	184,48	487,38	85,44	212,25
$v_{cp}^{(1)}$, м/с	2475,57	3087,99	190,92	502,49	91,73	227,04
$v_{cp}^{(30)}$, м/с	1716,72	2217,29	174,91	462,72	63,02	195,84
$v_{cp}^{(100)}$, м/с	1858,45	2389,45	149,6	398,96	61,52	152,2
<i>Количество колебаний 30-й дислокации</i>	2,5	2,5	0,5	0,5	0,5	0,5
<i>Количество колебаний 100-й дислокации</i>	2	2	0,5	0,5	0,5	0,5

Таким образом, в результате проведенного исследования показано, что значительное уменьшение вязкого трения в металле приводит к возникновению затухающих колебаний дислокационной петли. При этом скорость, как расширения, так и сжатия дислокационной петли близка к скорости звука в металле на всей длине пробега. Решеточное, примесное трение и дислокационное сопротивление на характер расширения дислокационной петли и пробег дислокации практически не влияет, но, при этом, оказывает значительное влияние на скорость дислокации и кинетическую энергию единицы длины дислокационной петли. В результате вычислительного эксперимента показано, что значительное уменьшение решеточного, примесного трения и дислокационного сопротивления приводит практически к двукратному увеличению скорости дислокации и практически четырехкратному увеличению кинетической энергии единицы длины дислокации на всей длине пробега.

Литература.

1. Попов Л.Е., Слободской М.И., Колупаева С.Н. Моделирование элементарного скольжения в ГЦК металлах // Изв. ВУЗов. Физика. – 2006. – № 1. – С. 57–69.
2. Попов Л.Е., Колупаева С.Н., Вихорь Н.А., Пуспешева С.И. Дислокационная динамика кристаллографического скольжения // Известия ВУЗов. Физика. – 2000. – № 1. – С. 71–76.
3. Пуспешева С.И., Колупаева С.Н., Попов Л.Е. Динамика кристаллографических скольжений в меди // Металловедение. – 2003. – № 9. – С. 14–19.
4. Петелин А.Е., Колупаева С.Н. Автоматизация исследования кристаллографического скольжения в ГЦК металлах // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – Т. 316. – № 5. – С. 141–146.
5. Колупаева С.Н., Петелин А.Е. Программная поддержка математического моделирования пластической деформации в кристаллических материалах // Вестник ТГАСУ. – 2011. – № 3. – С. 159–163.
6. Фридель, Ж. Дислокации. – М.: Мир. – 1967. – 644 с.

7. Hikata A., Elbaum C. Ultrasonic attenuation in normal and superconducting lead; electronic damping of dislocations // Phys. Rev. Lett. – 1967. – Vol. 18. – P. 750–752.
8. Лейбфрид, Г. Точечные дефекты в материалах. – М.: Мир, 1981. – 439 с.
9. Киттель, Ч. Квантовая теория твердых тел. – М.: Наука, 1967. – 492 с.
10. Бодряков В.Ю., Повзнер А.А., Сафонов И.В. Термодинамический подход к описанию металлических твердых тел // Журнал технической физики. – 2006. – Т. 76. – Вып. 2. – С. 69–78.

КУБАТУРНАЯ ФОРМУЛА С РЕГУЛЯРНЫМ ПОГРАНИЧНЫМ СЛОЕМ ПО КВАДРАТУ ЕДИНИЧНОЙ ПЛОЩАДИ

С.Е. Голосов, студент, И.В. Корытов, к.ф.-м.н., доцент
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, г. Томск пр. Ленина, 30, тел. (3822)-56-35-93
E-mail: korytov@tpu.ru

Введение

Среди разнообразных задач, связанных с численным интегрированием, рассмотрим практическое построение кубатурной формулы с регулярным пограничным слоем по квадрату единичной площади. Формулы с регулярным пограничным слоем введены С. Л. Соболевым как компромисс между оптимальными формулами и формулами на равномерной сетке узлов [1]. Первые обладают минимумом нормы в пространстве функционалов, а вторые обеспечивают относительную простоту вычислений. Формулы с регулярным пограничным слоем близки к оптимальным на некоторых классах функций [1], [2], [3], [4], [5]. Такая близость в терминах теории называется асимптотической оптимальностью. Несмотря на простоту области интегрирования формулы по параллелепипедам конечной меры в виде, применимом для вычислений, не были построены. Известны построения формул по областям другой конфигурации [6], [7], [8], [9]. В нашей работе за отправную точку возьмем описание кубатурной формулы с регулярным пограничным слоем для n -мерного куба, приведенное в [4].

1. Кубатурная формула с регулярным пограничным слоем по кубу единичной меры

Обозначим через Q n -мерный куб единичной меры: $Q = \{x \in R_n: 0 \leq x_i \leq 1, i = 1, \dots, n\}$. Узлы предполагаются расположенными в вершинах элементарных кубов с ребром длины h , переменный целочисленный вектор $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_n)$ определяет положение каждого узла. Коэффициенты, соответствующие узлам пограничного слоя обозначим через D_β . Кубатурная формула с регулярным пограничным слоем для n -мерного куба единичной меры имеет вид

$$\int_Q f(x) dx \approx \sum_{h\beta \in Q} h^n D_\beta f(h\beta). \quad (1)$$

В формуле (1) коэффициенты D_β зависят от расположения узлов $h\beta$, для которых они вычисляются. Множество узлов, расположенных вблизи вершин куба, обозначим A_1 . Множество узлов, расположенных вдоль ребер куба, обозначим A_2 . Оставшиеся узлы образуют множество A_3 . Множества узлов A_1 и A_2 образуют пограничный слой формулы. Множество всех узлов, лежащих внутри куба, обозначим $A: A = (A_1 \cup A_2 \cup A_3) \subset Q$. Коэффициенты D_β распределены по узлам указанных множеств следующим образом:

$$\begin{aligned} D_\beta &= \prod_{i=1}^n D_{\beta_i}, \quad h\beta \in A_1; \\ D_\beta &= \prod_{i=1}^r D_{\beta_i}, \quad h\beta \in A_2, \quad r = 1, 2, \dots, n-1; \\ D_\beta &= 1, \quad h\beta \in A_3. \end{aligned} \quad (2)$$

Коэффициенты, соответствующие i -ой координате равны

$$D_{\beta_i} = \sum_{\gamma_i=0}^{\beta_i} C_{\gamma_i}, \quad (3)$$

Где слагаемые C_{γ_i} находятся из системы

$$\sum_{\gamma_1=0}^t C_{\gamma_1} \gamma_1^\alpha = \frac{1}{\alpha+1}, \quad \alpha \leq m, m < t. \quad (4)$$

Решением системы (4) являются фактически значения коэффициентов элементарной квадратурной формулы по единичному отрезку i -ой координатной оси. Такая формула не имеет внутренних узлов. Все узлы, кроме двух граничных, внешние.

2. Квадратурная формула с минимальным регулярным пограничным слоем по отрезку единичной длины

Элементарная квадратурная формула по единичному отрезку с узлами в целочисленных точках

$$\int_0^1 f(x) dx \approx \sum_{\gamma=0}^m C_{\gamma} f(\gamma), \quad (5)$$

коэффициенты которой вычисляются решением системы (4) при $t = m$. Формула (5) точна на многочленах степени m . При таких параметрах матрица системы (4) является вандермондовой, следовательно, совместной и определенной. Значения коэффициентов из её решения определяются однозначно.

Если разбить отрезок $[0,1]$ на N равных частей длины $h = 1/N$, и к каждой из них применить формулу (5), то получится составная формула, в каждом узле которой коэффициенты будут просуммированы так, как показано в формуле (3). В $m - 1$ узлах вблизи концов отрезка интегрирования коэффициенты (3) будут отличны от единицы, а в остальных внутренних узлах будут равны единице. Это последнее обстоятельство обеспечивается первым уравнением системы (4). Такое построение приводит к тому, что справа от отрезка интегрирования $m - 1$ узел будет внешним. Если же применить элементарную формулу (5) с симметричным расположением узлов и соответствующим распределением коэффициентов, то аналогичная картина возникнет справа от отрезка интегрирования. Существует множество функций, на основе которых применяется приём разбиения единицы. Этот приём даёт возможность сохранить все узлы составной формулы внутренними. Во всех этих случаях множество узлов, расположенных вблизи концов отрезка интегрирования, которым соответствуют коэффициенты, отличные от единицы, называются пограничным слоем квадратурной формулы. Таким образом, квадратурная формула с регулярным пограничным слоем для единичного отрезка имеет вид

$$\int_0^1 f(x) dx \approx h \left(\sum_{\beta=0}^{m-1} D_{\beta} f(h\beta) + \sum_{\beta=m}^{N-m} f(h\beta) + \sum_{\beta=0}^{m-1} D_{\beta} f(h(N-\beta)) \right). \quad (6)$$

3. Квадратурная формула с удлиненным регулярным пограничным слоем по отрезку единичной длины

В этом пункте приводится один из путей решения проблемы положительности коэффициентов квадратурной формулы. В формулах с регулярным пограничным слоем отрицательные коэффициенты появляются, начиная с $m = 9$. Система (4) линейных алгебраических уравнений с приведенными параметрами является совместной и неопределенной с $t - m$ свободными неизвестными. В качестве одного из путей исследования поведения коэффициентов (3) предлагается присваивание нулевых значений свободным неизвестным. Такое обнуление аналогично исключению из системы $t - m$ узлов интегрирования, что равносильно удлинению пограничного слоя на исключенное количество узлов по сравнению с пограничным слоем формулы (6). Приведем примеры удлинения пограничного слоя для случаев $t = 1$ и $t = 2$.

Обозначим через γ' исключаемую точку. Тогда при исключении одного узла линейные системы вида (4) принимают вид

$$\sum_{\substack{\gamma=0 \\ \gamma \neq \gamma'}}^{m+1} C_{\gamma} \gamma^{\alpha} = \frac{1}{\alpha + 1}, \quad \alpha = 0, \dots, m, \quad \gamma' = 0, \dots, m, \quad (7)$$

В результате решения каждой из систем (7) коэффициенты квадратурной формулы в исключаемых точках будут обладать следующими свойствами

$$C_{\gamma'} = 0, \quad \gamma' = 0, \dots, m; \\ D_{\gamma'} = \begin{cases} 0, & \gamma' = 0, \\ D_{\gamma'-1}, & \gamma' = 1, \dots, m. \end{cases} \quad (8)$$

При исключении двух рядом стоящих узлов линейные системы (4) имеют вид

$$\sum_{\substack{\gamma=0 \\ \gamma \neq \gamma' \\ \gamma \neq \gamma'+1}}^{m+2} C_{\gamma} \gamma^{\alpha} = \frac{1}{\alpha+1}, \alpha = 0, \dots, m, \gamma' = 0, \dots, m-1. \quad (9)$$

Коэффициенты в исключаемых узлах обладают следующими свойствами

$$\begin{aligned} C_{\gamma'} &= C_{\gamma'+1} = 0, \gamma' = 0, \dots, m-1; \\ D_{\gamma'} &= \begin{cases} 0, & \gamma' = 0, \\ D_{\gamma'-1}, & \gamma' = 1, \dots, m-1; \end{cases} \\ D_{\gamma'+1} &= D_{\gamma'}, \gamma' = 0, \dots, m-1. \end{aligned} \quad (10)$$

При исключении двух узлов, отделенных друг от друга одним неисключаемым узлом, линейные системы (4) имеют вид

$$\sum_{\substack{\gamma=0 \\ \gamma \neq \gamma' \\ \gamma \neq \gamma'+2}}^{m+2} C_{\gamma} \gamma^{\alpha} = \frac{1}{\alpha+1}, \alpha = 0, \dots, m, \gamma' = 0, \dots, m-2. \quad (11)$$

Вычисленные коэффициенты в исключаемых узлах обладают свойствами

$$\begin{aligned} C_{\gamma'} &= C_{\gamma'+2} = 0, \gamma' = 0, \dots, m-2; \\ D_{\gamma'} &= \begin{cases} 0, & \gamma' = 0, \\ D_{\gamma'-1}, & \gamma' = 1, \dots, m-2; \end{cases} \\ D_{\gamma'+2} &= D_{\gamma'+1}, \gamma' = 0, \dots, m-2. \end{aligned} \quad (12)$$

Из примеров видно, что коэффициенты в исключаемых узлах равны коэффициентам в соседних узлах, но каким именно зависит от характера исключения.

4. Кубатурная формула с регулярным пограничным слоем по квадрату единичной меры

В данном пункте приведем пример построения кубатурной формулы с регулярным пограничным слоем на основе элементарной формулы (5) для интегрирования по единичному квадрату. Тогда $Q = \{x \in R_2: 0 \leq x_i \leq 1, i = 1, 2\}$. Множества узлов конкретизируются следующим образом:

$$\begin{aligned} B_{11} &= \{h\beta : h\beta_i, 0 \leq \beta_i \leq m-1, i = 1, 2\}, \\ B_{22} &= \{h\beta : 1-h\beta_i, 0 \leq \beta_i \leq m-1, i = 1, 2\}, \\ B_{12} &= \{h\beta : h\beta_1, 0 \leq \beta_1 \leq m-1; 1-h\beta_2, 0 \leq \beta_2 \leq m-1\}, \\ B_{21} &= \{h\beta : 1-h\beta_1, 0 \leq \beta_1 \leq m-1; h\beta_2, 0 \leq \beta_2 \leq m-1\}, \\ A_1 &= \bigcup_{i,j} B_{ij}, \\ C_{11} &= \{h\beta : h\beta_1, 0 \leq \beta_1 \leq m-1; h\beta_2, m \leq \beta_2 \leq N-m\}, \\ C_{12} &= \{h\beta : 1-h\beta_1, 0 \leq \beta_1 \leq m-1; h\beta_2, m \leq \beta_2 \leq N-m\}, \\ C_{21} &= \{h\beta : h\beta_1, m \leq \beta_1 \leq N-m; h\beta_2, 0 \leq \beta_2 \leq m-1\}, \\ C_{22} &= \{h\beta : h\beta_1, m \leq \beta_1 \leq N-m; 1-h\beta_2, 0 \leq \beta_2 \leq m-1\}, \\ A_2 &= \bigcup_{i,j} C_{ij}, \\ A_3 &= A \setminus (A_1 \cup A_2). \end{aligned} \quad (13)$$

Соответственно произведения (2) примут вид

$$\begin{aligned} D_{\beta} &= D_{\beta_1} D_{\beta_2}, \quad h\beta \in A_1; \\ D_{\beta} &= D_{\beta_r}, \quad h\beta \in C_{rj} \subset A_2, \quad r = 1, 2, j = 1, 2; \\ D_{\beta} &= 1, \quad h\beta \in A_3. \end{aligned} \quad (14)$$

Для каждого из подмножеств множества A_1 кубатурная сумма правой части (1) имеет вид

$$\begin{aligned}
 B_{11} &: h^2 \sum_{\beta_1=0}^{m-1} \sum_{\beta_2=0}^{m-1} D_{\beta_1} D_{\beta_2} f(h\beta_1, h\beta_2); \\
 B_{22} &: h^2 \sum_{\beta_1=0}^{m-1} \sum_{\beta_2=0}^{m-1} D_{\beta_1} D_{\beta_2} f(1-h\beta_1, 1-h\beta_2); \\
 B_{12} \cup B_{21} &: h^2 \sum_{\beta_1=0}^{m-1} \sum_{\beta_2=0}^{m-1} D_{\beta_1} D_{\beta_2} f(h\beta_1, 1-h\beta_2) + h^2 \sum_{\beta_1=0}^{m-1} \sum_{\beta_2=0}^{m-1} D_{\beta_1} D_{\beta_2} f(1-h\beta_1, h\beta_2); \\
 C_{11} \cup C_{22} &: h^2 \sum_{\beta_1=0}^{m-1} \sum_{\beta_2=m}^{N-m} D_{\beta_1} f(h\beta_1, h\beta_2) + h^2 \sum_{\beta_1=m}^{N-m} \sum_{\beta_2=0}^{m-1} D_{\beta_2} f(h\beta_1, 1-h\beta_2); \\
 C_{12} \cup C_{21} &: h^2 \sum_{\beta_1=0}^{m-1} \sum_{\beta_2=m}^{N-m} D_{\beta_1} f(1-h\beta_1, h\beta_2) + h^2 \sum_{\beta_1=m}^{N-m} \sum_{\beta_2=0}^{m-1} D_{\beta_2} f(h\beta_1, h\beta_2); \\
 A_3 &: h^2 \sum_{\beta_1=m}^{N-m} \sum_{\beta_2=m}^{N-m} f(h\beta_1, h\beta_2).
 \end{aligned} \tag{15}$$

Таким образом, расчетная кубатурная формула с регулярным пограничным слоем для интегрирования по единичному квадрату имеет вид:

$$\begin{aligned}
 \int_0^1 dx \int_0^1 f(x, y) dy &\approx h^2 \left\{ \sum_{\beta_1=0}^{m-1} \sum_{\beta_2=0}^{m-1} D_{\beta_1} D_{\beta_2} [f(h\beta_1, h\beta_2) + f(h\beta_1, 1-h\beta_2) + f(1-h\beta_1, h\beta_2) + \right. \\
 &+ f(1-h\beta_1, 1-h\beta_2)] + \sum_{\beta_1=0}^{m-1} \sum_{\beta_2=m}^{N-m} D_{\beta_1} [f(h\beta_1, h\beta_2) + f(1-h\beta_1, h\beta_2)] + \\
 &\left. + \sum_{\beta_1=m}^{N-m} \sum_{\beta_2=0}^{m-1} D_{\beta_2} [f(h\beta_1, h\beta_2) + f(h\beta_1, 1-h\beta_2)] + \sum_{\beta_1=m}^{N-m} \sum_{\beta_2=m}^{N-m} f(h\beta_1, h\beta_2) \right\}.
 \end{aligned} \tag{16}$$

Большинству узлов такой формулы соответствуют единичные коэффициенты, и лишь в узкой полосе вдоль границы коэффициенты принимают другие значения. При больших значениях m для сохранения положительности коэффициентов при их вычислении можно использовать системы (7), (9), (11) и их модификации.

Заключение

При построении кубатурной формулы по квадрату использовались два процесса: декартово произведение одномерных формул и разбиение единицы. Первый из них обеспечил возможность вычисления коэффициентов составной квадратурной, а затем и кубатурной формул, на основе элементарной одномерной формулы с помощью линейной системы с вандермондовой матрицей. Второй дал возможность сделать все узлы итоговой расчетной формулы внутренними по отношению к отрезку интегрирования. Другой путь построения может быть основан на элементарной кубатурной формуле с внешними узлами, однако он приведет к более сложной системе линейных уравнений. Полученную формулу можно применять для интегрирования по прямоугольнику, предварительно сделав линейную замену переменных.

Литература

1. Соболев С.Л. Введение в теорию кубатурных формул. – М.: Наука, 1974. – 808 с.
2. Рамазанов М.Д. Асимптотическая оптимальность решетчатых кубатурных формул на гильбертовых пространствах // Докл. АН СССР. – 1974. – Т.216, № 1. – С. 44–45.
3. Половинкин В.И. Асимптотическая оптимальность последовательностей формул с регулярным пограничным слоем при нечетных m // Сиб. мат. журн. – 1975. – Т.16, № 2. – С. 328–335.
4. Шойнжуров Ц.Б. Теория кубатурных формул в функциональных пространствах с нормой, зависящей от функции и ее производных: Дис.... докт. физ.-мат. наук – Улан-Удэ, 1977 – 235 с.
5. Корытов И.В. Оценка функционалов погрешности кубатурных формул в функциональных пространствах Соболева. : Дис.... канд. физ.-мат. наук – Улан-Удэ, 1997 – 97 с.

6. Блинов Н.И. О численном интегрировании функций с особенностями // Пятое советско-чехословацкое совещание по применению методов теории функций и функционального анализа к задачам математической физики: Материалы совещ. – Новосибирск, 1978. – С. 8–11.
7. Блинов Н.И., Войтишек Л.В. О построении кубатурных формул с регулярным пограничным слоем для рациональных многогранников // Тр. семинара акад. С.Л.Соболева. – 1979. – № 1. – С. 5–15.
8. Войтишек Л.В. Об одном частном случае построения кубатурных формул с пограничным слоем // Журн. вычисл. математики и мат. физики. – 1969. – Т.9, № 2. – С. 417–419.
9. Войтишек Л.В. О выборе решеток для интегрирования по формулам С.Л.Соболева // Сиб. мат. журн. – 1976. – Т.17, № 4. – С. 774–781.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ХРАНЕНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЕМ

*Е.Н. Ирискина, ассистент, В.И. Субботина, магистрант
Томский государственный университет
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36
E-mail: valsubbotina@mail.ru, sw.iriskina.en@mail.ru*

Пусть $Q(t)$ – количество продукции, имеющейся в наличии на складе-магазине в момент времени t . Будем считать, что продукция от предприятия поступает непрерывно с некоторой скоростью v_0 . На склад приходят оптовые покупатели, поток покупателей является пуассоновским с интенсивностью λ , объемы покупок ξ являются независимыми одинаково распределенными случайными величинами с функцией распределения вероятностей $F_\xi(\cdot)$ и начальными моментами $E\{\xi\} = a_1$ и $E\{\xi^2\} = a_2$. Объем продукции, хранящейся на складе, ограничен величиной $Q_{\max}$. Склад может самостоятельно развозить продукцию по розничным торговым точкам. В этом случае будем считать, что продукция отпускается непрерывно во времени, причем скорость выхода продукции со склада $v^*(Q)$ зависит от количества продукции Q , имеющейся в наличии в данный момент времени. Развоз продукции производится при угрозе переполнения склада или, например, в случае наличия скоропортящейся продукции (продукции с ограниченным сроком годности). Оптимизация работы склада состоит в стабилизации его работы в смысле минимизации разброса процесса $Q(t)$ и в стремлении, с одной стороны, поддерживать количество имеющейся продукции на некотором уровне, достаточном для обслуживания приходящих клиентов, а с другой стороны, избегать переполнения склада. В том и другом случае производитель будет нести потери.

Величину $v_0 - v^*(Q)$ будем обозначать через $v(Q)$. Таким образом, $v(Q)$ есть скорость изменения количества продукции на складе за счет детерминированных поставок. Обратим внимание, что она зависит от количества продукции Q – величины, являющейся основной характеристикой состояния склада.

Заметим, что процесс $Q(t)$ является марковским. Обозначим

$$P(Q, t) = \frac{\Pr\{Q \leq Q(t) \leq Q + dQ\}}{dQ}.$$

Тогда при условии дифференцируемости функций $P(Q, t)$, $v(Q)$ и существования интеграла в правой части формулы (1) функция плотности распределения вероятностей $P(Q, t)$ будет удовлетворять прямому уравнению Колмогорова [1]

$$\frac{\partial P(Q, t)}{\partial t} = - \frac{\partial \{v(Q)P(Q, t)\}}{\partial Q} - \lambda P(Q, t) + \lambda \int_0^\infty P(Q + u, t) dF_\xi(u). \quad (1)$$

Решение уравнения (1) можно найти, воспользовавшись методом «асимптотического анализа марковизируемых систем» [2]. В [2] показано, что при условии дважды дифференцируемости функции $v(Q)$, процесс $Q(t)$ можно аппроксимировать решением стохастического дифференциального уравнения (диффузионное приближение)

$$dQ(t) = (Q(t) - a_1\lambda)dt + \sqrt{a_2\lambda}dw(t), \quad (2)$$

где $w(t)$ – стандартный винеровский процесс.

Поскольку объем склада ограничен, то существует стационарное распределение вероятностей $p(\cdot)$ количества продукции, хранящейся на складе в момент времени t .

Таким образом, в диффузионном приближении [3]

$$p(x) = C \cdot \exp\left(\frac{2}{a_2\lambda} \int (v(x) - a_1\lambda) dx\right), \quad (3)$$

где константа C находится из условия нормировки $\int_{-\infty}^{\infty} p(x) dx = 1$.

Будем стабилизировать работу склада, обеспечивая минимальную дисперсию процесса $Q(t)$ в стационарном режиме. Управлять процессом будем через детерминированные поставки следующим образом (линейное управление выходом продукции со склада):

$$v(Q) = \begin{cases} v_0, & \text{при } Q < Q_{\max} - Q_0, \\ v_0 - \beta(Q - (Q_{\max} - Q_0)), & \text{при } Q > Q_{\max} - Q_0, \end{cases} \quad (4)$$

причем $v_0 > a_1\lambda$, $\beta > 0$.

Поясним смысл управления (4). Устанавливается некоторый критический уровень продукции $Q_{\max} - Q_0$, если количество продукции $Q(t) < Q_{\max} - Q_0$, то товар только продается, что является вполне естественным, т.к. производитель несет убытки при простаивании склада ($Q(t) < 0$). Условие $v_0 > a_1\lambda$ означает, что при этом объем продукции будет в среднем расти, т.е. склад накапливает товар. При $Q > Q_{\max} - Q_0$ товар начинают развозить по торговым точкам со скоростью $v^* = \beta(Q - (Q_{\max} - Q_0)) > 0$, пропорциональной превышению критического уровня, чтобы избежать переполнения склада.

Используя формулу (2), получим

$$\begin{aligned} p(x) &= \exp\left(\frac{2}{a_2\lambda} \int (v(x) - a_1\lambda) dx\right) = \\ &= \begin{cases} C \exp\left(\frac{2}{a_2\lambda} (v_0 - a_1\lambda)(x - (Q_{\max} - Q_0))\right), & \text{при } x < Q_{\max} - Q_0, \\ C \exp\left(\frac{2}{a_2\lambda} \left((v_0 - a_1\lambda)(x - (Q_{\max} - Q_0)) - \frac{\beta(x - (Q_{\max} - Q_0))^2}{2}\right)\right), & \text{при } x > Q_{\max} - Q_0, \end{cases} \end{aligned}$$

где постоянная C находится из следующего условия нормировки

$$\begin{aligned} C^{-1} &= \int_{-\infty}^{Q_{\max} - Q_0} \exp\left(\frac{2}{a_2\lambda} (v_0 - a_1\lambda)(x - (Q_{\max} - Q_0))\right) dx + \\ &+ \int_{Q_{\max} - Q_0}^{\infty} \exp\left(\frac{2}{a_2\lambda} \left((v_0 - a_1\lambda)(x - (Q_{\max} - Q_0)) - \frac{\beta(x - (Q_{\max} - Q_0))^2}{2}\right)\right) dx = \frac{1 - 2b\Phi(b) \exp(b^2)}{2d}, \\ d &= \frac{v_0 - a_1\lambda}{a_2\lambda} > 0, \quad b = -d\sqrt{\frac{a_2\lambda}{\beta}} < 0, \quad \Phi(b) = \int_b^{\infty} \exp(-t^2) dt. \end{aligned}$$

Исследуем основные числовые характеристики процесса $Q(t)$.

Найдем среднее значение количества продукции на складе:

$$\begin{aligned} E(Q) &= C \int_{-\infty}^{Q_{\max} - Q_0} x \exp\left(\frac{2}{a_2\lambda} (v_0 - a_1\lambda)(x - (Q_{\max} - Q_0))\right) dx + \\ &+ C \int_{Q_{\max} - Q_0}^{\infty} x \exp\left(\frac{2}{a_2\lambda} \left((v_0 - a_1\lambda)(x - (Q_{\max} - Q_0)) - \frac{\beta(x - (Q_{\max} - Q_0))^2}{2}\right)\right) dx = \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{1 - 2b\Phi(b)\exp(b^2)} \left(Q_{\max} - Q_0 - \frac{1}{2d} - 2b \left(\left(Q_{\max} - Q_0 - \frac{b^2}{d} \right) \Phi(b) \exp(b^2) - \frac{b}{2d} \right) \right).$$

Найдем дисперсию количества продукции на складе:

$$D(Q) = \frac{1}{2d^2} \left(b^2 + \frac{1+b^2}{1 - 2b\Phi(b)\exp(b^2)} \right) = \frac{g(b)}{2d^2}.$$

Заметим, что дисперсия не зависит от критического уровня продукции $Q_{\max} - Q_0$. Определим значение b , а тем самым и значение одного из параметров управления процессом хранения и реализации продукции со склада β , дающее минимальную дисперсию. Приравнявая к нулю производную от функции $g(b)$, получим уравнение

$$(2\Phi(b)\exp(b^2) + b)(1 - b^2 + 2b^3\Phi(b)\exp(b^2)) = 0. \quad (4)$$

Первый множитель в (4) не обращается в нуль, в то время как уравнение $1 - b^2 + 2b^3\Phi(b)\exp(b^2) = 0$ имеет единственный корень при $b < 0$. Обозначим этот корень b_0 . Невозможно видеть, что $g(b_0) = \min_b g(b)$. Численные расчеты дают

$$b_0 = -0.563, \quad g(b_0) = 0.734. \quad (5)$$

Аналогичная задача была исследована в [4], где также было обосновано диффузионное приближение для рассматриваемой модели. Имитационное моделирование процесса уровня представлено в [5].

Для того, чтобы по полученным результатам найти оптимальное значение параметра управления $\beta_0 = \frac{d(c_0 - a_1\lambda)}{b_0^2} = -\frac{d^2 a_2 \lambda}{b_0}$, мы должны оценить статистические параметры системы a_1, a_2, λ , связанные с процессом оптовых продаж. Эти параметры могут быть оценены, например, методами, предложенными в [6,7]. Функция v_0 определяется технологией производства.

Литература.

1. Баруча-Рид А.Т. Элементы теории марковских процессов и их приложения. – М.: Изд-во «Наука», 1969. – 512 с.
2. Назаров А.А. Асимптотический анализ марковизируемых систем. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1991. – 158 с.
3. Радюк Л.Е., Терпугов А.Ф. Теория вероятностей и случайных процессов. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1988. – 174 с.
4. Anna V. Kitaeva, and Natalya V. Stepanova. Linear On/Off Inventory Control//Proceedings, 15th Applied Stochastic Models and Data Analysis (ASMDA2013) International Conference, Mataro(Barcelona), Spain 25 - 28 June 2013. P. 497–504. [Электронный ресурс]//RL http://www.asmda.es/images/1Proceedings_ASMDA_2013_K-M.pdf. (дата обращения: 27.03.2014).
5. Субботина В.И. Имитационное моделирование системы управления запасами с релейным управлением//Материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции «Научное творчество молодежи. Математика. Информатика». – Томск: Изд-во Томского ун-та, 2014. – Ч. 1. – С. 73–75.
6. Китаева А.В., Кошкин Г.М. Непараметрическое оценивание функций от условных моментов по многомерным наблюдениям с сильным перемешиванием // Труды 8-й Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления». – М.: Институт проблем управления им В.А. Трапезникова. – 2009. – С. 1001–1018.
7. Kitayeva A. Mean-square convergence of a kernel type estimate of the intensity function of an inhomogeneous Poisson process // The Second International Conference "Problems of Cybernetics and Informatics". Proceedings. – 2008. – Vol. III. – P. 149–152.

СВЯЗЬ МЕЖДУ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ $V_{n,r}$ И ПАРОЙ ДВОЙСТВЕННЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ

$\Delta_{n,m}^1$ И $\Delta_{n,n-m}^2$ ЛИНЕЙНЫХ ПОДПРОСТРАНСТВ L_m^1 И L_{n-m}^2

А.С. Ливерко, студент гр. ИУ-323, научный руководитель: Березовская О.Б. *
СибГУТИ, 630102, г. Новосибирск, ул. Кирова, 86, e-mail: zhenyas1901@gmail.ru
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, тел. (3822)-56-36-98

Каждой точке $A \in A_n$ поставим в соответствие линейные подпространства $L_m^1 \ni A$ и $L_{n-m}^2 \ni A$:

$$L_m^1 \cup L_{n-m}^2 = A$$

так, что относительно аффинного репера R

$$L_m^1 = (A\bar{e}_1 \dots \bar{e}_m), \quad L_{n-m}^2 = (A\bar{e}_{m+1} \dots \bar{e}_n)$$

Тогда в пространстве A_n определяются распределения $\Delta_{n,m}^1$ и $\Delta_{n,n-m}^2$ линейных подпространств L_m^1 и L_{n-m}^2 , соответственно. Распределения $\Delta_{n,m}^1$ и $\Delta_{n,n-m}^2$ определяются дифференциальными уравнениями:

$$\begin{aligned} \omega_{\alpha_1}^{\alpha_2} &= A_{\alpha_1 l}^{\alpha_2} \omega^l, \quad \omega_{\alpha_1}^{\alpha_1} = A_{\alpha_2 l}^{\alpha_1} \omega^l, \\ \nabla A_{\alpha_1 l}^{\alpha_2} &\equiv dA_{\alpha_1 l}^{\alpha_2} - A_{\beta_1 l}^{\alpha_2} \omega_{\alpha_1}^{\beta_1} - A_{\alpha_1 j}^{\alpha_2} \omega_l^j + A_{\alpha_1 l}^{\beta_2} \omega_{\beta_2}^{\alpha_2} = A_{\alpha_1 j l}^{\alpha_2} \omega^j \\ \nabla A_{\alpha_2 i}^{\alpha_1} &\equiv dA_{\alpha_2 i}^{\alpha_1} - A_{\beta_2 i}^{\alpha_1} \omega_{\alpha_2}^{\beta_2} - A_{\alpha_2 j}^{\alpha_1} \omega_i^j + A_{\alpha_2 i}^{\beta_1} \omega_{\beta_1}^{\alpha_1} = A_{\alpha_2 i j}^{\alpha_1} \omega^j \\ A_{\alpha_1 [ij]}^{\alpha_2} &= 0, \quad A_{\alpha_2 [ij]}^{\alpha_1} = 0, \quad (\alpha_1, \beta_1, \gamma_1 = \overline{1, m}; \alpha_2, \beta_2, \gamma_2 = \overline{m+1, n}). \end{aligned}$$

Рассмотрим систему величин

$$A_{ij} = \frac{1}{2} A_{\alpha_1 (i} A_{\alpha_2 |j)}^{\alpha_1}, \quad (i, j, k, l = \overline{1, n}),$$

симметричных по индексам i и j удовлетворяющих дифференциальным уравнениям:

$$\begin{aligned} \nabla A_{ij} &= A_{ijk}^* \omega^k, \quad A_{[ij]k}^* = 0 \\ A_{ijk}^* &= \frac{1}{2} \{ A_{\alpha_1 (i|k|}^{\alpha_2} A_{\alpha_2 |j)}^{\alpha_1} + A_{\alpha_1 (i}^{\alpha_2} A_{\alpha_2 |j)k}^{\alpha_1} \}. \end{aligned}$$

Система величин определяет в A_n гиперконус Q_{n-1}^2 второго порядка с вершиной в точке A . Этот гиперконус в локальных аффинных точечных координатах репера определяется уравнением

$$A_{ij} x^i x^j = 0$$

будем предполагать, что

$$\det[A_{ij}] \neq 0,$$

т.е., гиперконус Q_{n-1}^2 является невырожденным. Поэтому можно ввести в рассмотрение величины B^{ij} по формулам

$$A_{ik} B^{kj} = \delta_i^j, \quad ,$$

удовлетворяющие в силу дифференциальных уравнений:

$$\nabla B^{ij} = B_k^{ij} \omega_k = -A_{pqk} B^{pi} B^{qj} \quad (i, j, k, p, q = \overline{1, n})$$

Симметрические величины A^{ij} в A_n определяют гиперконус второго класса $Q_{n-1,2}$, огибаемый гиперконусом Q_{n-1}^2 , который в локальных тангенциальных координатах аффинного репера R определяется уравнением

$$B^{ij} x_i x_j = 0$$

Каждому направлению $t = (\overline{Ae_i})^t$ и гиперконусу отвечает в A_n гиперконус второго порядка $Q_{n-1,0}^2(t)$ с вершиной A_0 , аполярный Q_{n-1}^2 и определяемый уравнением:

$$B_{i_1 i_2 i_3} x^{i_1} x^{i_2} t^{i_3} = 0, \quad (i_1, i_2, i_3 = \overline{1, n})$$

где

$$B_{i_1 i_2 i_3} = A_{i_1 i_2 i_3} + \lambda_{i_1} A_{i_2 i_3}, \quad \lambda_k = -\frac{1}{n} A_{jk} B^{ij}$$

Обозначим Q_{n-1}^3 – гиперконус третьего порядка с вершиной А, который содержит все направления

$$x = (\overline{A l_i}) x^i,$$

принадлежащие гиперконусу $Q_{n-1,0}^2(x)$. Гиперконус Q_{n-1}^3 определяется уравнением

$$A_{i_1 i_2 i_3} x^{i_1} x^{i_2} x^{i_3} = 0,$$

где симметрические по всем индексам величины a_{ijk} определяются по формулам

$$A_{ijk} = \frac{1}{3!} B_{(ijk)} = \frac{1}{3!} \{A_{(ijk)} + \lambda_{(i} A_{jk)}\}$$

Совокупность всех направлений $t \in A_n$, которым отвечают вырожденные гиперконусы $Q_{n-1,0}^2(t)$, (т. е. гиперконусы по крайней мере с прямолинейными вершинами, проходящими через А) образуют гиперконус $\tilde{Q}_{n-1}^n$ порядка n с вершиной А, который в локальных аффинных координатах репера R определяется уравнением:

$$B_{i_1 i_2 \dots i_n} t^{i_1} t^{i_2} \dots t^{i_n} = 0 \quad (i_1, i_2, \dots, i_n = \overline{1, n})$$

Здесь симметрические по нижним индексам величины $A_{i_1 i_2 \dots i_n}$ определяются по формулам

$$B_{i_1 i_2 \dots i_n} = \frac{1}{n!} \det [B_{1i(i_1)} B_{2i(i_2)} \dots B_{ni(i_n)}] \quad (i - \text{номера строк})$$

Каждой прямой

$$y = (\overline{A, e_i}) y^i$$

в A_n отвечает гиперконус $q_{n-1}^2(y)$ второго порядка с вершиной А – квадратичная поляра прямой относительно гиперконуса Q_{n-1}^3 , который определяется уравнением

$$A_{i_1 i_2 i_3} x^{i_1} x^{i_2} y^{i_3} = 0.$$

Каждой прямой $y \in A$ отвечает локальное центроаффинное преобразование, порождаемое $q_{n-1}^2(y)$ и Q_{n-1}^2 :

$$P(y) = \{P_{ik}^j y^k\}$$

пространства A_n в себя с центром в точке А, где

$$\ddot{P}_{ik}^j = a_{kip} B^{pj}, \quad \ddot{P}_{[ik]}^j = 0$$

Гиперплоскость $\tilde{A}_{n-1} \ni A$, определяемая уравнением

$$C_k y^k = 0,$$

Величины C_i определяются по формулам:

$$C_k = P_{ik}^i = \frac{1}{3} \left\{ B^{ij} A_{k(ij)} - \frac{1}{n} A_{ijk} B^{ij} \right\}$$

представляет собой совокупность всех прямых $y \in A_n$ и проходящих через А, которым отвечают преобразования $P(y)$ с ненулевыми следами

Прямая $c = (\overline{A, e_i}) c^i, c^i = B^{ik} c_k$ является полюсом гиперплоскости $\tilde{A}_{n-1}$ относительно гиперконуса $Q_{n-1,2}$.

Замечание 1. Величины $a_{i_1 i_2 i_3}$, $A_{i_1 i_2 \dots i_n}$ и c^i удовлетворяют дифференциальным уравнениям:

$$\nabla a_{i_1 i_2 i_3} = B_{i_1 i_2 i_3 k} \omega^k, \quad \nabla B_{i_1 i_2 \dots i_n} = B_{i_1 i_2 \dots i_n k} \omega^k,$$

$$\nabla c^i \equiv dc^i + c^j \omega_j^i = c_k^i \omega^k.$$

Здесь явный вид величин, стоящих при ω^k , для нас несущественный.

Последовательное продолжение первой группы дифференциальных уравнений приводит к дифференциальным уравнениям, которым удовлетворяют симметрические величины

$$A_{i_1 i_2 i_3 i_4}, \dots, A_{i_1 i_2 i_3 i_4 \dots i_r}$$

$$\nabla A_{i_1 i_2 i_3 \dots i_s} = b_{i_1 i_2 i_3 \dots i_s k} \omega^k$$

$$A_{[i_1 i_2 i_3 \dots i_s]} = 0, b_{[i_1 i_2 i_3 \dots i_s] k} = 0, (s = 4, \dots, r; i_1, \dots, i_s = \overline{1, n})$$

Система величин $A_{i_1 i_2 i_3 \dots i_s}$ ($s = 4, \dots, r$) определяет в A_n соответствующий гиперконус Q_{n-1}^s порядка s с вершиной А, который в локальных координатах аффинного репера R задается уравнением:

$$A_{i_1 i_2 i_3 \dots i_s} x^{i_1} x^{i_2} x^{i_3} \dots x^{i_s} = 0 \quad (s - \text{фиксировано}).$$

Геометрически каждый из гиперконусов определяется нижеследующим образом.

Обычным образом, как и в случае гиперконусов Q_{n-1}^2 и Q_{n-1}^3 , уравнения

$$\begin{cases} A_{i_1 i_2 i_3 \dots i_s} x^{i_1} x^{i_2} x^{i_3} \dots x^{i_s} = 0 (3 < s \leq r, s - \text{фиксировано}) \\ b_{i_1 i_2 \dots i_s k} x^{i_1} x^{i_2} \dots x^{i_s} t^k - s A_{i_1 i_2 \dots i_{s-1} k} x^{i_1} x^{i_2} \dots x^{i_{s-1}} t^k = 0 \end{cases}$$

определяют алгебраическое многообразие $M^s(t)$ – пересечение гиперконуса Q_{n-1}^s со своим смежным. Уравнение

$$(b_{i_1 i_2 i_3 \dots i_s k} x^{i_1} x^{i_2} x^{i_3} \dots x^{i_s} - s A_{i_1 i_2 i_3 \dots i_{s-1} k} x^{i_1} x^{i_2} x^{i_3} \dots x^{i_{s-1}}) t^k + \lambda A_{i_1 i_2 i_3 \dots i_s} x^{i_1} x^{i_2} x^{i_3} \dots x^{i_s} = 0$$

определяет в A_n соответствующее множество гиперконусов $Q_{n-1}^s(t, \lambda)$, проходящих через алгебраическое многообразие $M^s(t)$. Из этого множества гиперконусов выделим гиперконус

$Q_{n-1}^{*s}(t, \lambda)$ порядка s асимптотических направлений, которые определяется уравнением:

$$(b_{i_1 i_2 i_3 \dots i_s k} t^k + \lambda A_{i_1 i_2 i_3 \dots i_s}) x^{i_1} x^{i_2} x^{i_3} \dots x^{i_s} = 0$$

Таким образом, каждому направлению t в A_n отвечает пучок (с параметром λ) гиперконусов

$Q_{n-1}^{*s}(t, \lambda)$ порядка s с вершиной А. Из этого пучка выделим такой $Q_{n-1}^{*s}(t)$, который содержит прямую c . Это возможно тогда и только тогда, когда

$$\lambda = b_k^{(s)} t^k,$$

$$b_k^{(s)} = - \frac{b_{i_1 i_2 \dots i_s k} c^{i_1} c^{i_2} \dots c^{i_s}}{A_{i_1 i_2 \dots i_s} c^{i_1} c^{i_2} \dots c^{i_s}} \quad (s = 4, \dots, r)$$

Здесь предполагается, что $A_{i_1 i_2 i_3 \dots i_s} c^{i_1} c^{i_2} \dots c^{i_s} \neq 0$, т. е., прямая $y \notin Q_{n-1}^s$

Каждому направлению t отвечает гиперконус $Q_{n-1}^s(t)$, определяемый уравнением

$$(b_{i_1 i_2 i_3 \dots i_s k} + b_k^{(s)} A_{i_1 i_2 i_3 \dots i_s}) x^{i_1} x^{i_2} \dots x^{i_s} t^k = 0 \quad (s = 4, \dots, r)$$

Отсюда следует, что уравнение

$$A_{i_1 i_2 \dots i_s k} x^{i_1} x^{i_2} \dots x^{i_s} x^k = 0,$$

где

$$A_{i_1 i_2 \dots i_s k} = \frac{1}{(s+1)!} \{b_{(i_1 i_2 \dots i_s k)} + b_k^{(s)} A_{i_1 i_2 \dots i_s}\},$$

определяет гиперконус Q_{n-1}^{s+1} порядка $s+1$ - множество всех таких прямых $y = (\overline{A}, \overline{e_i}) y^i$, которые принадлежат соответствующему гиперконусу Q_{n-1}^s .

Итак, гиперконус Q_{n-1}^s ($3 < s \leq r$) геометрически определен.

Теорема 1. С парой двойственных распределений в A_n

$(\Delta_{n,m}^1 : A \rightarrow L_m^1, \Delta_{n,n-m}^2 : A \rightarrow L_{n-m}^2)$ инвариантным образом ассоциируются распределения соответствующих инвариантных гиперконусов:

$$1^0 V_{n-1,n} : A \rightarrow \tilde{Q}_{n-1}^n$$

$$2^0 V_{n-1,t} : A \rightarrow Q_{n-1}^t \quad (t = 2, 3, \dots, r; t - \text{фиксировано}).$$

Замечание 2. Из теоремы 1. следует, что с каждой парой распределений $\Delta_{n,m}^1$ и $\Delta_{n,n-m}^2$ в A_n инвариантным образом ассоциируется распределения гиперконусов соответствующего порядка. С другой стороны из результатов теоремы: (С распределением $V_{n,r}$ в A_n инвариантным образом определяется конечное число, равное числу основных прямых L_1^i относительно K_{n-1}^r , распределений $V_{n,2}$ квадратичных гиперконусов $Q_{n-1,2}^i$ с вершиной в точке А.) замечаем, что с каждым распределением $V_{n,r}$ в A_n гиперконусов порядка r инвариантным образом можно определить двойственные распределения $\Delta_{n,m}^1 : A \rightarrow L_m^1$ и $\Delta_{n,n-m}^2 : A \rightarrow L_{n-m}^2$, где L_m^1 проходит через m основных прямых e_1^α ($\alpha = \overline{1, m}$), а L_{n-m}^2 проходит через основные $n-m$ основные прямые e_1^α ($\alpha = m+1, \dots, n$). Таким образом, распределения $V_{n,r}$ и распределения $\Delta_{n,m}^1, \Delta_{n,n-m}^2$ взаимно инвариантно определяют друг друга.

Литература.

1. Малаховский В. С. Индуцировано оснащенные многообразия фигур в однородном пространстве. Труды геометрического семинара. ВИНТИ АН СССР, т. 5, 1973, с. 319-334.
2. Малаховский В. С. Многообразия алгебраических элементов в n -мерном проективном пространстве. Геометрический сборник, вып. 3 (труды Томского университета, 192), 1963, с. 28-42.
3. Норден А. П. Пространства аффинной связности. «Наука», физматгиз, М., 1976, с. 432.
4. Ивлев Е. Т. К геометрической интерпретации операции свертывания некоторых тензоров. Материалы итоговой науч. конф. по матем. и мех. за 1970 год, 1. Изд-во Томского ун-та, 1970, с. 121-123.
5. Ивлев Е. Т. О многообразии $E(o, n-m, m)$ в n -мерном проективном пространстве P_n ($m > 2, n < m(m+1)$). Сиб. Матем. Журнал, 1967, т. 8, № 5, 1143-1156.
6. Ивлев Е. Т., Березина Е. В. and Hai Gon Je. Об инвариантных аффинных связностях распределения квадратичных гиперконусов в многомерном аффинном пространстве... Математический сборник, вып. 1. Изд-во Томского ун-та, Томск, 1974, с. 68-91.
7. Остиану Н. М. О канонизации подвижного репера погруженного многообразия. Rev. wath. pures et appl, (RNR), 1962, № 2, 231-240.

ЗАМЕЧАНИЯ ПО ЛОГАРИФМИЧЕСКИМ ФУНКЦИЯМ В D -АНАЛИЗЕ

В.А. Чуриков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, тел. (3822) 563-593,

E-mail: vachurikov@list.ru

Разные представления логарифмов комплексных порядков

В d -анализе имеются свои элементарные функции, которые обобщают элементарные функции классического анализа, а так же появляются новые элементарные функции, которые в классическом анализе или теряют смысл, или в частном случае переходят в константы и нули [1, 2].

Важными функциями в d -анализе являются логарифмы $\ln_s(x)$ постоянных дробных вещественных и комплексных порядков s , которые можно заменять на пропорциональные функции $\text{lon}_s(x)$, которые связаны равенствами

$$\ln_s(x) = \begin{cases} \ln_\alpha(x) = \Gamma(-s+1) \ln_\alpha(x); & \alpha \neq 1, 2, 3, \dots \\ \ln_m(x) = \frac{(-1)^{m-1}}{(m-1)!} \ln_m(x); & s = m = 1, 2, 3, \dots \end{cases}$$

Или

$$\ln_s(x) = \begin{cases} \ln_\alpha(x) = \frac{1}{\Gamma(-s+1)} \ln_\alpha(x); & \alpha \neq 1, 2, 3, \dots \\ \ln_m(x) = (-1)^{m-1} (m-1)! \ln_m(x); & s = m = 1, 2, 3, \dots \end{cases}$$

Здесь s – постоянный комплексный порядок интегрирования; $\Gamma(\dots)$ – гамма-функция.

Тогда формула интегрирования в логарифмических случаях будет для комплексных порядков

$$d^s x : x^{-s} \equiv \int x^{-s} d^s x = \ln_s(x) + C_s(x) =$$

$$= \begin{cases} \Gamma(-\alpha+1) \ln_\alpha(x) + C_\alpha(x); & \alpha \neq 0, 1, 2, 3, \dots \\ \frac{(-1)^{m-1}}{(m-1)!} \ln_m(x) + C_m(x); & s = m = 1, 2, 3, \dots \end{cases}$$

В частном случае классического анализа, когда $s=-1$, получим: $\ln(x) \equiv \ln_1(x) = \ln_1(x)$.

Функцию $\ln_s(x)$ назовём *приведённым логарифмом постоянного комплексного порядка s* .

Логарифмы постоянных вещественных порядков

Для экспонент вещественных порядков легко расширить понятие логарифмов на случай главных, дополнительных и комплексных экспонент.

Для целочисленных порядков p , соотношения между ними то будет

$$\exp_k^{(p|\mu)}(x) = (\ln_k^{(p|\mu)})^{-1}(x); \quad \ln_k^{(p|\mu)}(x) = (\exp_k^{(p|\mu)})^{-1}(x);$$

$$\ln_k^{(p|\mu)}(\exp_k^{(p|\mu)}(x)) = \exp_k^{(p|\mu)}(\ln_k^{(p|\mu)}(x)) = x; \quad p, \mu = 1, 2, 3, \dots, k.$$

Здесь $\exp_k^{(p|\mu)}(x)$ – матрица экспонент $\ln_k^{(p|\mu)}(x)$ – матрица логарифма. Обе матрицы квадратные $k \times k$.

Для рациональных порядков $s = r/p$ ($r > 1$), где у натуральных чисел r и p нет общих делителей, тогда у экспонент нет сдвигового вырождения, и есть r корней инвариантности. Степень вырождения экспонент тогда будет r , а соотношения будут

$$\exp_{r/p}^{\{1|l\}}(x) = (\ln_{r/p}^{\{1|l\}})^{-1}(x); \quad \ln_{r/p}^{\{1|l\}}(x) = (\exp_{r/p}^{\{1|l\}})^{-1}(x);$$

$$\ln_{r/p}^{\{1|l\}}(\exp_{r/p}^{\{1|l\}}(x)) = \exp_{r/p}^{\{1|l\}}(\ln_{r/p}^{\{1|l\}}(x)) = x; \quad l = 1, 2, 3, \dots, r.$$

Здесь $\exp_{r/p}^{\{1|l\}}(x)$ – вектор экспонент $\ln_{r/p}^{\{1|l\}}(x)$ – вектор логарифма. Оба вектора имеют по r компонент.

В случае иррациональных порядков λ будет

$$\exp_\lambda^{\{q|l\}}(x) = (\ln_\lambda^{\{q|l\}})^{-1}(x); \quad \ln_\lambda^{\{q|l\}}(x) = (\exp_\lambda^{\{q|l\}})^{-1}(x);$$

$$\ln_\lambda^{\{q|l\}}(\exp_\lambda^{\{q|l\}}(x)) = \exp_\lambda^{\{q|l\}}(\ln_\lambda^{\{q|l\}}(x)) = x; \quad q, l \in \mathbb{N}.$$

Здесь $\exp_\lambda^{\{q|l\}}(x)$ и $\ln_\lambda^{\{q|l\}}(x)$ – матрица экспонент и логарифмов с бесконечным числом строк и столбцов.

В дальнейшем важно получение дробностепенных рядов логарифмов всех порядков, для чего необходимо обращение рядов экспонент соответствующих порядков.

Логарифмы переменных вещественных порядков

Обратные для главных экспонент $\exp_{s(t)}(x)$ переменного вещественного порядка $s(t)$ [3] функции будет логарифмы переменных вещественных порядков

$$\ln_{s(t)}(x) = (\exp_{s(t)})^{-1}(x); \quad \exp_{s(t)}(x) = (\ln_{s(t)})^{-1}(x).$$

Для них будут справедливы соотношения

$$\ln_{s(t)}(\exp_{s(t)}(x)) = \exp_{s(t)}(\ln_{s(t)}(x)) = x.$$

Аналогично можно вводить и другие функции, которые тоже относятся к элементарным функциям с переменным вещественным порядком.

Литература.

1. Чуриков В.А. Краткое введение в дробный анализ целочисленных порядков. – Томск: Изд-во ТПУ, - 2011. – 72 с.
2. Чуриков В.А. Дополнительные главы анализа. Дробное интегрирование и дробное дифференцирование на основе d -оператора: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 118 с.
3. Чуриков В.А. Дробные производные и дробные интегралы с переменным порядком // Труды VIII Международной конференции студентов и молодых учёных: Перспективы развития фундаментальных наук. Россия, Томск, НИ ТПУ, 26 – 29 апреля 2011 г. (VII International Conference “Prospects of fundamental sciences development”. Russia, Tomsk, April 26 – 29, 2011). – Томск: Изд-во ТПУ, – 2011, – С. 513–515.

НЕКОТОРЫЕ ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ФУНКЦИИ ПЕРЕМЕННЫХ ВЕЩЕСТВЕННЫХ ПОРЯДКОВ В d -АНАЛИЗЕ

В.А. Чуриков, к.ф.-м.н.

Томский политехнический университет

634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, тел. (3822) 563-593

E-mail: vachurikov@list.ru

Многие элементарные функции [1, 2] постоянных вещественных порядков легко обобщаются на случай переменных вещественных порядков $s(t)$. В этом случае дробностепенные ряды с постоянным шагом заменяются на дробностепенные ряды с переменным шагом.

Главная экспонента постоянного вещественного порядка обобщается на случай переменных вещественных порядков $s(t)$, когда постоянный порядок экспоненты заменить функцией порядка $s(t)$

$$\exp_{s(t)}(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^{ns(t)-1}}{\Gamma(ns(t))} = \frac{x^{s(t)-1}}{\Gamma(s(t))} + \frac{x^{2s(t)-1}}{\Gamma(2s(t))} + \frac{x^{3s(t)-1}}{\Gamma(3s(t))} + \dots$$

Здесь $\exp_{s(t)}(x)$ - экспонента переменных вещественных порядков $s(t)$; $\Gamma(\dots)$ – гамма-функция Эйлера.

Гиперболические синусы и косинусы переменных вещественных порядков $s(t)$ будут:

$$\operatorname{sh}_{s(t)}(x) = \frac{1}{2}(\exp_{s(t)}(x) - \exp_{s(t)}(-x)) = \frac{1}{2} \sum_{m=0}^{\infty} \frac{x^{(m+1)s(t)-1} - (-x)^{(m+1)s(t)-1}}{\Gamma((m+1)s(t))};$$

$$\operatorname{ch}_{s(t)}(x) = \frac{1}{2}(\exp_{s(t)}(x) + \exp_{s(t)}(-x)) = \frac{1}{2} \sum_{m=0}^{\infty} \frac{x^{(m+1)s(t)-1} + (-x)^{(m+1)s(t)-1}}{\Gamma((m+1)s(t))}.$$

Связь между экспонентами переменных порядков и гиперболическими синусами и косинусами даётся равенством

$$\exp_{s(t)}(\pm x) = \operatorname{ch}_{s(t)}(x) \pm \operatorname{sh}_{s(t)}(x).$$

Тригонометрические синусы и косинусы переменных вещественных порядков $s(t)$ будут:

$$\sin_{s(t)}(x) = \frac{1}{2i}(\exp_{s(t)}(ix) - \exp_{s(t)}(-ix)) = \frac{1}{2i} \sum_{m=0}^{\infty} \frac{(ix)^{(m+1)s(t)-1} - (-ix)^{(m+1)s(t)-1}}{\Gamma((m+1)s(t))};$$

$$\cos_{s(t)}(x) = \frac{1}{2}(\exp_{s(t)}(ix) + \exp_{s(t)}(-ix)) = \frac{1}{2} \sum_{m=0}^{\infty} \frac{(ix)^{(m+1)s(t)-1} + (-ix)^{(m+1)s(t)-1}}{\Gamma((m+1)s(t))}.$$

Обобщением формулы Эйлера для переменных вещественных порядков $s(t)$, которая связывает косинусы, синусы и экспоненты переменных порядков, будет

$$\exp_{s(t)}(\pm ix) = \cos_{s(t)}(x) \pm i \sin_{s(t)}(x).$$

Тригонометрические тангенсы и котангенсы, секансы и косекансы переменных порядков $s(t)$

$$\operatorname{tg}_{s(t)}(x) = \frac{\sin_{s(t)}(x)}{\cos_{s(t)}(x)}; \operatorname{ctg}_{s(t)}(x) = \frac{\cos_{s(t)}(x)}{\sin_{s(t)}(x)};$$

$$\sec_{s(t)}(x) = \frac{1}{\cos_{s(t)}(x)}; \operatorname{cosec}_{s(t)}(x) = \frac{1}{\sin_{s(t)}(x)}.$$

Функции вида

$$P_{s(t)n}(x) = \sum_{i=0}^{n<\infty} a_i x^{s(t)(i+1)-1} =$$

$$= a_0 x^{s(t)-1} + a_1 x^{2s(t)-1} + \dots + a_{n-1} x^{s(t)n-1} + a_n x^{s(t)(n+1)-1}; \quad t, a_i \in \mathbb{R}; a_i = \text{const}; i = 0, 1, 2, \dots, n < \infty,$$

будем называть алгебраические полиномами переменных вещественных порядков $s(t)$ степени n , или полиномами переменных дробных порядков.

Литература.

1. Чуриков В.А. Краткое введение в дробный анализ целочисленных порядков. – Томск: Изд-во ТПУ, - 2011. – 72 с.
2. Чуриков В.А. Дополнительные главы анализа. Дробное интегрирование и дробное дифференцирование на основе d -оператора: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 118 с.

D-ОПЕРАТОР ЦЕЛОЧИСЛЕННЫХ ВЕЩЕСТВЕННЫХ ПОРЯДКОВ

В.А. Чуриков, к.ф.-м.н.

*Томский политехнический университет, г. Томск
634050, г. Томск, пр. Ленина 30, тел. (3822) 563-593*

E-mail: vachurikov@list.ru

d -оператор целочисленных порядков в свёрнутом виде

В основе d -анализа, в котором производные и интегралы обобщаются на любые вещественные и комплексные порядки, лежит d -оператор [1, 2], **важным частным случаем которого является d -оператор целочисленных вещественных порядков m** , который действует в пространстве степенных функций x^q и определяется равенствами

$$\left\{ \begin{array}{l} d^{-m}x : x^q = \frac{\Gamma(q+1)}{\Gamma(q-m+1)} x^{q-m}; \quad q \in \mathbb{R}; m \in \mathbb{N}; \quad \neg[(q = -1, -2, -3, \dots) \wedge (q-m \neq -1, -2, -3, \dots)]; \\ d^m x : x^q = \frac{\Gamma(q+1)}{\Gamma(q+m+1)} x^{q+m} + C_m(x); \quad \left\{ \begin{array}{l} \neg[(q = -1, -2, -3, \dots) \wedge (q+m \neq -1, -2, -3, \dots)]; \\ m \neq -q; \end{array} \right. \\ d^m x : x^{-m} = \ln_m(x) + C_m(x). \end{array} \right. \quad (1)$$

Здесь полиномы дифференцирования $C_{-m}(x) = 0$ и полиномы нулевого порядка $C_0(x) = 0$;

$C_m(x) = \sum_{k=0}^{m-1} b_k x^k$ - полином интегрирования целочисленных порядков $1-m$, для которых справедливо равенство: $d^{-m}x : C_m(x) = 0$; Коэффициенты b_k являются произвольными конечными вещественными константами интегрирования; $\ln_m(x)$ - логарифмы целочисленных порядков.

Важным частным случаем данного оператора являются операторы интегродифференцирования порядка $m=1$, что соответствует операциям интегродифференцирования степенных функций в классическом анализе. В этом случае $\ln_1(x) = \ln(x)$, т. е. логарифм порядка 1 совпадает с натуральным логарифмом классического анализа. Это важное свойство данного оператора, подтверждающее принцип соответствия.

d -оператор целочисленных порядков в развёрнутом виде

Для d -оператора целочисленных порядков имеются особые частные случаи, связанные с одновременным появлением полюсов у гамма-функций в числителях и знаменателях коэффициентов d -оператора, а при интегрировании степенных функций могут возникать логарифмические случаи. Все эти особые случаи возникают при действии оператора на степенные функции с отрицательными целочисленными порядками.

Рассмотрим d -оператор целочисленных порядков более подробно.

Так *первое* равенство (1), отвечающее за дифференцирование целочисленных порядков распадается на два случая.

Первый случай соответствует ситуациям, когда в коэффициентах и числитель и знаменатель будут конечны.

Во втором случае в числителе и в знаменателе коэффициентов гамма-функции одновременно обращаются в бесконечность. Для целочисленных порядков дифференцирования бесконечность в числителе и в знаменателе коэффициента возникает всегда одновременно.

Бесконечности, возникающее одновременно в числителе и в знаменателе полюсы у коэффициентов сокращаются, а результат получается конечным, что легко показать.

Производные целочисленных порядков степенных функций с целым отрицательным показателем легко записать

$$d^{-m}x : x^{-n} = \frac{\Gamma(-n+1)}{\Gamma(-m-n+1)} x^{-n-m}; n = 0, 1, 2, 3, \dots; m \in \mathbb{N}.$$

Эту формулу легко упростить, используя свойство гамма-функции

$$\Gamma(\alpha - m) = \frac{\Gamma(\alpha)}{(\alpha - 1)(\alpha - 2) \dots (\alpha - m)} = \frac{(-1)^m \Gamma(\alpha)}{(1 - \alpha)(2 - \alpha) \dots (m - \alpha)}.$$

Заменив α на $-n+1$, получим

$$\Gamma(-n+1-m) = \frac{\Gamma(-n+1)}{(-n)(-n-1) \dots (-n+1-m)} = \frac{(-1)^m \Gamma(-n+1)}{n(n+1) \dots (n-1+m)}.$$

Подставив это выражение в рассматриваемую формулу дифференцирования, получим, если $n = 0, 1, 2, 3, \dots; m \in \mathbb{N}$

$$\begin{aligned} d^{-m}x : x^{-n} &= \frac{\Gamma(-n+1)}{\Gamma(-m-n+1)} x^{-n-m} = \frac{(-1)^m n(n+1) \dots (n-1+m) \Gamma(-n+1)}{\Gamma(-n+1)} x^{-n-m} = \\ &= (-1)^m n(n+1) \dots (n-1+m) x^{-n-m}. \end{aligned}$$

Данную формулу можно представить иначе, если переписать гамма-функции через факториалы

$$d^{-m}x : x^{-n} = \frac{\Gamma(-n+1)}{\Gamma(-m-n+1)} x^{-n-m} = \frac{(-1)^m (n+m-1)!}{(n-1)!} x^{-n-m}. \quad (2)$$

В рассматриваемом случае, если полюсы одновременно образуются в числителе и в знаменателе коэффициента d -оператора, данную формулу можно записать другим способом, заменив бесконечности в полюсах соответствующими вычетами

$$\begin{aligned} d^{-m}x : x^{-n} &= \frac{\Gamma(-n+1)}{\Gamma(-m-n+1)} x^{-n-m} = \frac{\text{Res } \Gamma(-n+1)}{\text{Res } \Gamma(1-m-n)} x^{-n-m} = \\ &= \frac{(-1)^{n-1} (n+m-1)!}{(n-1)! (-1)^{n+m-1}} x^{-n-m} = \frac{(-1)^m (n+m-1)!}{(n-1)!} x^{-n-m}; \quad n = 0, 1, 2, 3, \dots; m \in \mathbb{N}. \end{aligned} \quad (3)$$

Формулы (2) и (3) совпадают, что является аргументом в пользу замены полюсов соответствующими вычетами, которое было принято при формулировании d -оператора.

Второе равенство (1), отвечающее за интегрирование целочисленных тоже порядков аналогично распадается на три случая.

Первый случай, когда в числителе и в знаменателе нет бесконечностей.

Второй случай, когда в числителе образуется бесконечность, а знаменатель конечен.

$$d^m x : x^{-n} = \frac{\Gamma(-n+1)}{\Gamma(-n+m+1)} x^{-n+m} + C_m(x); \quad n = 1, 2, 3, \dots; n < m+1; m \neq n.$$

Заменяя гамма-функцию в числителе на соответствующие вычеты $\text{Res}_{1-n} \Gamma(-n+1) = \frac{(-1)^{n-1}}{(n-1)!}$, получим для данных случаев

$$\begin{aligned} d^m x : x^{-n} &= \frac{\Gamma(-n+1)}{\Gamma(-n+m+1)} x^{-n+m} + C_m(x) = \\ &= \frac{\text{Res}_{1-n} \Gamma(-n+1)}{\Gamma(-n+m+1)} x^{-n+m} + C_m(x) = \frac{(-1)^{n-1}}{(n-1)! \Gamma(-n+m+1)} x^{-n+m} + C_m(x) = \\ &= \frac{(-1)^{n-1}}{(n-1)!(m-n)!} x^{-n+m} + C_m(x); \quad n = 1, 2, 3, \dots; n < m+1; m \neq n. \end{aligned}$$

В третьем случае, когда бесконечности появляются в числителе и в знаменателе одновременно, что соответствует интегрированию целочисленных порядков степенных функций с целочисленной отрицательной степенью.

В случае, когда интегралы целочисленных порядков m берутся от степенных функций с целочисленным отрицательным показателем $-n$, но $m < n$, тогда задача полностью решается также при интегрировании в рамках классического анализа в силу разложимости оператора интегрирования целочисленного порядка m на m операторов первого порядка (6). Тогда получим формулу

$$\begin{aligned} d^m x : x^{-n} &= \frac{\Gamma(-n+1)}{\Gamma(-n+m+1)} x^{m-n} + C_m(x) = \frac{(-1)^m}{(n-1)(n-2) \dots (n-m)} x^{m-n} + C_m(x) = \\ &= \frac{(-1)^m (n-m-1)!}{(n-1)!} x^{m-n} + C_m(x). \end{aligned} \quad (4)$$

Данную формулу можно получить, как и в случае дифференцирования, если у гамма-функции снова заменить соответствующими вычетами бесконечности в полюсах, когда $m, n \in \mathbb{N}; n > m$

$$\begin{aligned} d^m x : x^{-n} &= \frac{\Gamma(-n+1)}{\Gamma(-n+m+1)} x^{m-n} + C_m(x) = \frac{\text{Res}_{1-n} \Gamma(-n+1)}{\text{Res}_{1-n+m} \Gamma(-n+m+1)} x^{m-n} + C_m(x) = \\ &= \frac{(-1)^{n-1} (n-m-1)!}{(n-1)! (-1)^{n-m-1}} x^{m-n} + C_m(x) = \frac{(-1)^m (n-m-1)!}{(n-1)!} x^{m-n} + C_m(x). \end{aligned} \quad (5)$$

Полученные формулы (4) и (5) совпали с формулами классического анализа, что подтверждает выбранные способы устранения бесконечностей.

Используя разложение на два равенства *первого*, *второго* равенств (1), и полученные частные случаи для целочисленных порядков интегриродифференцирования и степенных функций с целыми отрицательными степенями, получим *d-оператор целочисленных порядков в развёрнутом виде*

$$\left\{ \begin{aligned} d^{-m} x : x^q &= \frac{\Gamma(q+1)}{\Gamma(q-m+1)} x^{q-m}; \quad m = 0, 1, 2, \dots; q \neq -1, -2, -3, \dots; \\ d^m x : x^q &= \frac{\Gamma(q+1)}{\Gamma(q+m+1)} x^{q+m} + C_m(x); \quad m = 0, 1, 2, \dots; q \neq -1, -2, -3, \dots; \\ d^{-m} x : x^{-n} &= \frac{(-1)^m (n+m-1)!}{(n-1)!} x^{-m-n}; \quad n \in \mathbb{N}; m = 0, 1, 2, \dots; \\ d^m x : x^{-n} &= \frac{(-1)^{n-1}}{(n-1)!(m-n)!} x^{-n+m} + C_m(x); \quad n = 1, 2, 3, \dots; n < m+1; m \neq n; \\ d^m x : x^{-n} &= \frac{(-1)^m (n-m-1)!}{(n-1)!} x^{m-n} + C_m(x); \quad n \in \mathbb{N}; m = 0, 1, 2, \dots; n \geq 1+m; m \neq n; \\ d^m x : x^{-m} &= \ln_m(x) + C_m(x); \quad m = 1, 2, 3, \dots \end{aligned} \right. \quad (6)$$

Здесь *первое* и *третье* равенства является следствием *первого* равенства (1).

Второе, *четвёртое* и *пятое* равенства являются частными случаями *второго* равенства (1). Четвёртое равенство соответствует *гиперболическим случаям*, когда порядок степенной функции по-

сле интегрирования будет отрицательным. Пятое равенство соответствует *параболическим случаям*, когда порядок степенной функции после интегрирования будет положительным.

Шестое равенство является частным случаем пятого равенства (1) для *целочисленных логарифмических случаев*. В этих случаях при интегрировании целочисленных порядков m степенных функций с целочисленным отрицательным показателем степени $-m$.

Данный оператор целочисленных порядков (6) эквивалентен первоначальному выражению (1), и является более громоздким, но для реальных вычислений может оказаться более удобным.

Литература.

1. Чуриков В.А. Локальный d -оператор дифференцирования и интегрирования конечных вещественных порядков для дробного анализа // Известия Томского политехнического университета. – 2011. – Т. 312, – № 2. – С. 16–20.
2. Чуриков В.А. Локальный d -оператор дробного дифференцирования и дробного интегрирования комплексных порядков вещественной переменной // Современное состояние и проблемы естествознания: сборник трудов всероссийской научно-практической конференции молодых учёных, аспирантов и студентов, г. Юрга, Юргинский технологический институт, 17 – 18 апреля 2014. – Томск: Изд-во томского политехнического университета, – 2014, – с. 283 – 289.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДЛЯ ИСТОЛКОВАНИЯ ЗАКОНОВ ПРИРОДЫ

Г.Н. Аманолла, студент

Карагандинский государственный технический университет

100027, Казахстан, г. Караганда, Бульвар Мира, 56, тел. (7212)-56-75-93

E-mail: gulzat95@mail.ru

Математика является наукой, располагающейся на границах естествознания. Поэтому естествознание все чаще прибегает к математическим методам для истолкования законов природы. Толкование, какого бы то ни было явления является настоящим, только в том случае, если удалось создать математический аппарат передающий логичность данного процесса.

Естествознание использует математику в следующих направлениях;

- во-первых, с помощью математики производится количественный анализ и формулировка установленных фактов;
- во-вторых, строятся математические модели, рождается математическая экология, физика и т.д.;
- формулируется язык научных теорий.

Области применения математики практически не ограничены. Математика и естествознание тесно связаны. Даже простейшие математические операции служат отправной точкой естествознания. Наука использует её для развития различных концепций и представлений в естествознании. Ценность математических методов заключается в том, что она способна легко переходить из одной области знания в другую. Но следует учитывать то, что математика исследует не саму природу, а лишь математические модели и прообразы окружающей нас действительности.

Для того чтобы выделить наиболее универсальные, важные признаки, характерные различным научным системам, применяется математическое моделирование. Модели математики применяются в том случае, когда экспериментальное изучение требует значительных расходов или же совсем невыполнимо.

С помощью математического моделирования мы получаем ответы на многие интересующие нас вопросы. Процесс создания математических моделей можно представить в виде следующих ступеней:

- во-первых необходимо выразить основные вопросы, ответы на которые мы ищем;
- затем происходит поиск информации об изучаемом объекте;
- следующим шагом намечаются цели моделирования;
- на следующем этапе отмечаются наиболее важные признаки моделируемого объекта, формализуются главные характеристики;
- после вырабатываются принципы работы с ними.

Так и зарождается математическая модель. Далее происходит её исследование с применением аналитических и вычислительных методов, сопровождающихся, в конечном счете, нахождением ответов на поставленные вопросы. Если модель безупречна, то полученные данные о модели бывают, подобны данным об исследуемой системе.

Особенностью моделирования в естествознании является возможность объединения качественных и количественных методов анализа. Математическая модель способна не только пояснять

характеристики изучаемого объекта, но и прогнозировать его новые свойства. Кроме этого она помогает устанавливать взаимосвязи между, казалось бы, совсем не связанными между собой явлениями, способствует упорядочению фактов. Следует также отметить, что масштабы применения математического моделирования в естествознании весьма велики, и даже не ограничены. Для доказательства можно привести такой исторический пример.

Свою завершенность механика получила в работах И.Ньютона. Его интересы в науке разнообразны. Но основные направления исследований Ньютона - математика, механика и оптика. В 1687 году выходит его знаменитое сочинение «Математические начала натуральной философии», в котором он определяет основные понятия механики - массу, силу, количество движения, пространство, время, развивает учение Галилея об относительности движения, открывает законы динамики и следствия из них - законы сохранения. Для изучения природы движения Ньютон разрабатывает специальный математический аппарат - дифференциальное и интегральное исчисление.

Одна из основных задач математики в естествознании заключается в создании специализированного языка данной науки. Без сомнений можно говорить о том, что математический язык является многофункциональным и универсальным языком естествознания. Недаром немецкий математик Г.Вейль писал " ... Все законы выводятся из опыта. Но для выражения их нужен специальный язык. Обиходный язык слишком беден, кроме того, он слишком не определен для выражения столь богатых содержанием точных и тонких соотношений. Таково первое основание, по которому физик не может обойтись без математики; она дает ему единственный язык, на котором он в состоянии изъясняться".

С помощью формул, уравнений и логического аппарата можно гораздо проще выразить сложные процессы, происходящие в природе; благодаря ему можно точно дать определения количественным закономерностям, присущим изучаемым явлениям. Математический язык исключает неопределенность. Его понятия и термины можно употреблять для обозначения самых разнообразных явлений окружающего нас мира. Данные преимущества свидетельствуют о том, что существуют прочные связи между языком математики и языком качественных описаний. Чем большей информацией о качественных свойствах явлений мы располагаем, тем эффективнее становится применение математических методов исследования, и наоборот, чем совершеннее количественные методы, тем лучше исследуются их качественные особенности.

Часто задается вопрос: «можно ли изучать физику без математических аппаратов?». Конечно, можно и поискать аспекты физики, которые не нуждаются в математических уравнениях, опираясь на работы известных ученых. Но простым языком можно сказать, что науки естествознания без математики это все равно, что уметь писать, но не уметь читать.

Математическое кодирование явлений природы позволяет понимать, управлять и предсказывать ход физических процессов. В истории культуры это первым осознал выдающийся древнегреческий мыслитель и математик Пифагор. Он обнаружил, что высота музыкального тона инструмента связана числовой зависимостью с ее длиной. Более того, он считал, что простые числа и геометрические фигуры, заключающие в себе соразмерность, или гармонии, являются началами мира. Эти идеи через Платона, Коперника и Дж. Бруно подхватил и развил один из основателей классической механики Г. Галилей. Галилей подчеркивал, что ученый, который пожелает решить проблемы естествознания, без математики столкнется с непреодолимой задачей. Тем не менее, нельзя абсолютизировать роль математики в естествознании. Математические формулы сами по себе абстрактны и лишены конкретного содержания. Только согласованные с научным наблюдением и экспериментом естественные исследования наполняют математические формулы конкретным содержанием.

В эпоху бурного развития естествознания в конце 19 – начале 20 века математика стала служить средством получения простых (изящных, красивых) законов о сложных явлениях природы. В 20 веке, когда естествоиспытатели столкнулись со сложными закономерностями микромира, математика стала для них средством проведения эксперимента. Если физический объект правильно выражен формулой и если правила математических преобразований согласованы с изучаемыми физическими процессами, то физические преобразования объектов могут быть заменены математическими преобразованиями исходных формул. В этом случае результаты математических преобразований будут как бы автоматически соответствовать физическим экспериментам, то есть математика выполняет в естествознании эвристическую, познавательную функцию.

Необходимо отметить, что роль математики различна в разнообразных областях естествознания. Традиционно высока ее роль в физике, особенно в сфере установления общих законов природы, теории элементарных частиц, астрономии, космологии и т.д. К примеру, впервые нестационарное

(эволюционное) поведение Вселенной было доказано русским математиком А. Фридманом в 1924 г., как логическое следствие теории относительности А. Эйнштейна, хотя сам А. Эйнштейн в общей теории относительности первоначально создавал модель стационарной Вселенной. Кроме того, математические расчеты эффектов относительности (релятивизма) впервые были обоснованы французским математиком А. Пуанкаре задолго до изложения А. Эйнштейна, но эти расчеты были столь сложны, что не нашли отклика научной общественности.

Принципиальная применимость математических методов в различных областях научного познания имеет свою объективную основу в единстве количественной и качественной определенности всех явлений объективного мира. Степень этой применимости определяется мерой возможного абстрагирования (отвлечения) количественной стороны явления от его качественной специфики. Поэтому при изучении сложных социальных явлений, таких как нормы морали или законы искусства, политические процессы и т. п. применение математики практически невозможно.

Но у каждой медали есть и обратная сторона. Математическому языку также присущи некоторые недостатки. Конечно, с помощью него можно описать количественно все явления и процессы на земле, но все же математика "убивает индивидуальность", как выразился российский математик И. Шафаревич, то есть не уделяется должное внимание богатству качественных проявлений мира. В математическом подходе описывается лишь какой-либо определенный аспект изучаемого явления, а остальные признаки опускаются. Математические формулы абстрактны и не имеют однозначного содержания. Но этот недостаток обусловлен тем, что математика не может функционировать иначе, необходимо все-таки помнить о рамках использования этой науки.

В современном мире роль математики в естествознании усиливается. Зачастую теоретические данные о каком-либо объекте являются неполноценными, пока не будет создано доказательство, основанное на математических методах, обосновывающих логику данных явлений и объектов.

Вселенная функционирует по законам математики в большей, чем мы предполагаем, мере. Вот почему эта наука сохраняет непреходящую ценность уже на протяжении долгих лет.

Литература.

1. Тимошук А.С. Концепции современного естествознания. – Владимир, 2009. – 112 с.
2. Кисель Н.К., Свирид А.С., Игнатенко О.И. Основы современного естествознания. – Минск, 2010. – 40 с.
3. <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=433211>
4. Савченко В.Н., Смагин В.П. Практикум по курсу концепций современного естествознания. – Владивосток: ВГУЭС, 2003. – 265 с.

О ТЕОРИИ «ШЕСТИ РУКОПОЖАТИЙ»

Е.В. Гнедаш, студент гр. 17В20

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

E-mail: sunshine9494@rambler.ru

Представьте граф, вершины которого – все люди на земле, а ребра – знакомства. Если два человека знакомы – между соответствующими вершинами есть ребро. Гипотеза шести степеней удаленности говорит о том, что между любыми двумя вершинами существует путь, не длиннее шести ребер.

Мысль о том, что Земля меньше, чем кажется, и все живущие на ней люди находятся в очень тесном, хотя и опосредованном контакте, впервые высказал в 1929 году венгерский писатель и журналист Фридьеш Каринти. Герой его рассказа «Звенья цепи» приходит к выводу, что благодаря новым средствам связи мир стремительно сжимается и любых двух людей на планете разделяет не более, чем пятеро "посредников" (и, соответственно, шесть актов коммуникации - условных рукопожатий - между ними).

Однако без экспериментальных подтверждений это предположение остается не более чем игрой мысли. И эксперименты неоднократно проводились, в разных условиях и с различными исходными данными. И все они подтверждали гипотезу.

Сначала гипотезу о том, что все люди знакомы друг с другом через относительно небольшое число промежуточных связей, в 1967 году проверил известный американский психолог Стэнли Милгрэм. Триста человек участников, случайно выбранные жители двух городов – Омахи, штат Небраска, и Уичито, штат Канзас, – должны были отправить письма некоему биржевому брокеру в Бостоне. В

письме содержалась его фамилия, характерные внешние приметы и краткие биографические данные. Вероятность того, что получивший письмо лично знает описанного в нем человека, составляла одну двухсоттысячную. Милгрэм просил адресата, если он знает описанного в письме человека, вернуть письмо экспериментатору, а если не знает, переслать его кому-либо из своих знакомых, кто теоретически мог знать этого таинственного получателя, – и так далее, пока письмо не придет куда надо. Каждый промежуточный получатель-отправитель должен был дописать в письмо свое имя, чтобы можно было проследить, как шло письмо, и какой длины получилась цепочка. Исходя из математической вероятности, можно было бы предположить, что отправленные Милгрэмом письма по сей день безуспешно кочуют по просторам Америки. Однако, до бостонского адресата дошло 60 конвертов. Когда подвели итоги эксперимента, оказалось, что средняя длина цепочки между первым отправителем и бостонским получателем – пять человек (или шесть связей – «рукопожатий»).

Уже при помощи современной интернет сети эксперимент Милгрэма был повторен социологами под руководством профессора Дункана Уоттса из Колумбийского университета в 2001 году. Всего в исследовании приняло участие по-настоящему значительное количество – около 48 тысяч человек добровольцев со всего мира. И конечных точек было несколько – получатели жили в разных странах, в крупных городах и в относительной глубинке, были людьми разных занятий и из разных социальных слоев. В этом исследовании письма передавались уже не по почте и не из рук в руки, а через интернет. Результат был близок к результату Стэнли Милгрэма: средняя длина цепочки составила около шести звеньев.

Наиболее же масштабное исследование, доказывающее гипотезу, провели в 2007 году сотрудники исследовательского центра Microsoft. Ученые анализировали информацию о взаимодействии пользователей службы мгновенных сообщений "MSN-мессенджер". Осмысление данных всего более 30 млрд сообщений, полученных за месяц общения 242 720 596 пользователей MSN Messenger, у Норвица и Юре Лесковца из университета Карнеги-Меллон заняло два года. Объем исследуемых данных составил около 4,5 терабайт. Специальный восьмипроцессорный сервер с 32 гигабайтами памяти копировал данные в течение 12 часов. Специалисты определили, что средний путь от одного пользователя к любому другому состоит из 6,6 шага. меньше. «Как тесен мир в смысле социальных связей, люди догадывались и до нас. Но мы показываем, что эта идея является научной истиной. Мы сумели нащупать пульс человечества», — говорит исследователь Microsoft Эрик Норвиц. Таким образом, исследователи математически доказали «теорию шести степеней удаленности» или «шести рукопожатий».

Еще один эксперимент, на основании которого проверялась данная теория, проводился в лаборатории интернет-алгоритмов университета Милана в 2011 году. Ими был разработан специальный алгоритм «социальный граф», с помощью которого были проанализированы связи между участниками социальной сети Facebook. Эксперимент проводили основательно – на него ушел целый месяц. Исследователи изучили социальные связи 721 млн пользователей крупнейшей социальной сети в мире, т.е. более 10% общего населения земного шара. Число связей между всеми этими людьми составляет 69 миллиардов. Им удалось не только лишь подтвердить то, что так называемая теория шести рукопожатий достоверна, но даже смогли её усовершенствовать. Согласно полученным данным, средняя длина цепочки между двумя любыми людьми составляет 4,74 «рукопожатия».

Также ученые вывели формулу. С ее помощью можно вычислить сколько шагов потребуется, чтобы выйти на конкретного человека. Для этого нужно знать численность населения Земли и точное количество своих знакомых:

$$n = \frac{\ln N}{\ln K} = \frac{\ln 6 \cdot 10^9}{\ln K} = 6,6.$$

Где 6,6 это степень раздельности – оценка, полученная через эксперимент Microsoft "MSN-мессенджер". Отсюда следует, что $K=30$ – это количество эффективных социальных связей. Получается, чтобы суметь связаться с любым человеком на планете, нужно иметь в контакт-листе не тысячу случайных друзей, а всего лишь несколько, но зато, из разных культур и социальных слоев.

В настоящее время данная гипотеза широко распространена. Она популяризируется в художественных фильмах, телешоу и других явлениях массовой культуры, принцип «тесного мира» наглядно иллюстрируют социальные сети интернета, да и сама по себе идея доступности любого человека весьма притягательна.

Для проверки теории шести рукопожатий в социальной сети VKontakte мною была предпринята попытка воссоздать эксперимент Стэнли Милгрэма. Произвольным образом был выбран конеч-

ный пользователь из города Чебоксары, до которого должно было дойти сообщение. Однако, достичь успеха не удалось, цепочка оборвалась на третьем рукопожатии. Так происходит потому, что пользователи VKontakte не видят всей картины целиком. Выбирая подходящего друга, кому отправить письмо, они могут не догадываться, что существует более короткий путь к адресату. Многие не осведомлены в полной мере о возможностях собственного круга общения.

Для дальнейшего исследования проверки «теории шести рукопожатий» воспользуемся приложением «Неслучайные связи» - этот сервис позволяет, как раз таки, увидеть более короткий путь и проследить цепочку знакомств между пользователями социальной сети VKontakte. Выяснилось, что если брать ограниченные локации, например связи между людьми в пределах одной страны, то цепочка окажется еще короче, в среднем – три посредника или четыре рукопожатия. Однако интересно, что цепочки длиной более 6 человек практически не встречаются, что косвенно подтверждает изначальную теорию.

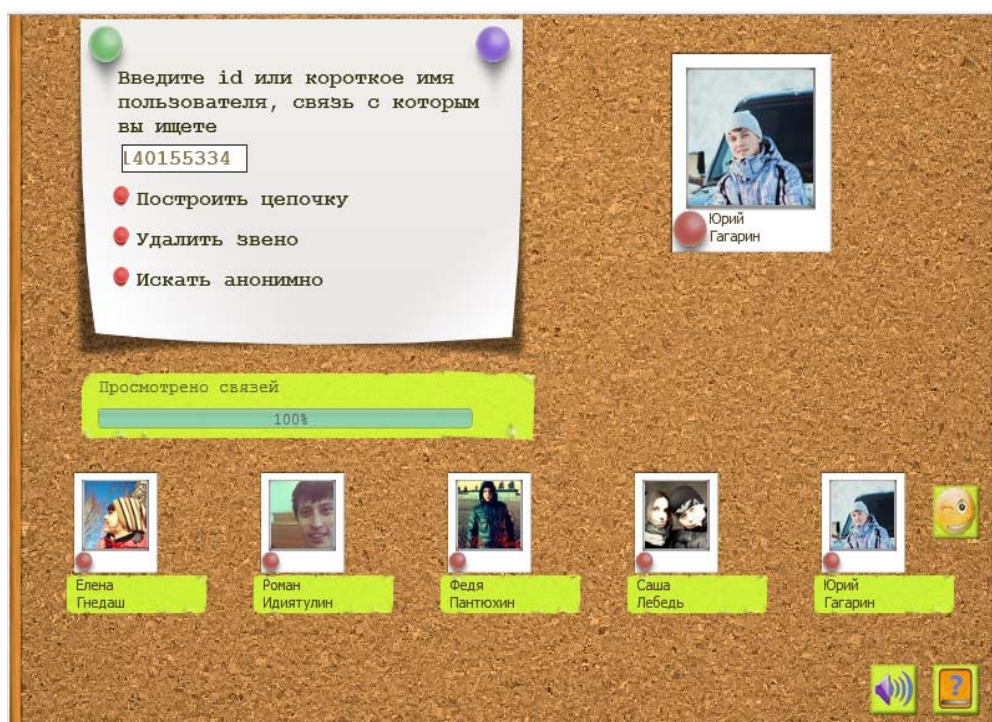


Рис. 1. Проверка «теории шести рукопожатий»

Что такое «теория шести рукопожатий» – факт или миф, точно сказать нельзя. Но, так или иначе, «теория шести рукопожатий» – это интересное предположение. Ведь, как и сто лет назад, мир продолжает сжиматься, и скорость этого процесса стремительно увеличивается. Мир, который всегда казался таким огромным, становится все доступнее, открывая все больше возможностей в любой сфере. И эти удивительные изменения становятся все заметнее по мере того, как «теория 6 рукопожатий» постепенно трансформируется в «теорию 6 кликов».

Литература.

1. Wikipedia The Free Encyclopedia Six degrees of separation // [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/Six_degrees_of_separation
2. Anatomy of Facebook // [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://www.facebook.com/note.php?note_id=10150388519243859
3. Columbia Magazine It's a Small World After E-mail // [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.columbia.edu/cu/alumni/Magazine/Fall2003/sixdegrees.html>
4. В контакте Приложения Неслучайные связи // [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://vk.com/app2386220_86571569

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ СДВИГОВ R- ВЕТВИ ПОЛОСЫ ν_2 АММИАКА ПРИ САМОУШИРЕНИИ

М.Р. Черкасов, д.ф-м.н.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

634034, г. Томск, просп. Ленина, 30

E-mail: mrchrksv@mail.ru

1. Введение

Аммиак обнаружен в атмосферах Юпитера и Сатурна, где его спектр наиболее интенсивен хотя по концентрации он занимает четвертое место после водорода, гелия и метана, как загрязняющая компонента присутствует в атмосфере Земли оказывая влияние на процессы нейтрализации молекул кислот и биологически активную среду. По этой причине изучение молекулы аммиака и, в частности, ее спектральных характеристик важно с точки зрения приложений к решению практических задач. Молекула представляет интерес и в чисто теоретическом плане, поскольку является одним из простейших представителей симметричных волчков, обладающим интенсивным спектром поглощения в широком диапазоне частот. Объектом исследований в данной работе будет температурная зависимость сдвигов центров линий R- ветви полосы ν_2 аммиака при самоуширении.

Исследованиям самоуширения линий полосы ν_2 аммиака в литературе посвящено значительное число как экспериментальных, так и теоретических работ. Обширные измерения коэффициентов уширения и сдвига центров линий R- ветви полосы ν_2 аммиака при температуре 295 К проведены в работах [1,2]. Температурная зависимость ряда линий R- ветви этой полосы исследовалась в работе [3]. Измерения проводились при температурах 235.5, 264.2 и 296 К. Сравнение при температуре 296 К показало хорошее согласие с данным работ [1,2] результатов по коэффициентам уширения и полное отсутствие какой-либо корреляции как по величине, так и по знаку, между результатами по сдвигам центров линий. Прояснение возникшей ситуации является целью настоящей работы.

2. Теория

В качестве основы мы используем общую теорию релаксационных параметров формы спектра в ударном приближении, описанную в [4], согласно которой в ударном приближении форма спектра поглощения характеризуется совокупностью параметров, составляющих релаксационную матрицу, действующую в пространстве линий, и описываемую формулой

$$\hat{\Lambda}_{\hat{n}\hat{m}} = -i\eta_b \int d\nu P(\nu) \left\{ \delta_{\hat{n}\hat{m}} - \sum_{(\beta l)} \rho_{\beta l}^b \left(\frac{2l'+1}{2l+1} \right)^{1/2} \times \right. \\ \left. \times \sum_{\hat{\sigma}} \langle \langle \hat{n}(\hat{\gamma}) | \hat{\sigma} \rangle \rangle \langle \langle \hat{\sigma} | \hat{m}(\hat{\beta}) \rangle \rangle \exp \left\{ -\langle \langle \hat{\sigma} | \hat{A} | \hat{\sigma} \rangle \rangle \right\} \right\}, \quad (1)$$

где $\int d\nu P(\nu)$ оператор усреднения по классическим параметрам столкновения, $\hat{n} = f \leftarrow i$, $\hat{n} = f' \leftarrow i'$ дипольные переходы, $\hat{\gamma}, \hat{\beta}$ – совокупности квантовых чисел, описывающих состояния уширяющей молекулы, ρ^b – ее матрица плотности и l – угловой момент, $\hat{\sigma}_u$ – собственные состояния матрицы приведенных матричных элементов супероператора $\hat{A}$, представляющего собой ряд по степеням лиувиллиана взаимодействия, определяемых, применительно к задаче самоуширения линий молекулы аммиака, с точностью до членов второго порядка по взаимодействию, формулой

$$\langle \langle \hat{m}(\hat{\beta}) | \hat{A} | \hat{n}(\hat{\gamma}) \rangle \rangle = i S_1(\hat{n}, \hat{n} | b) \delta_{\hat{m}\hat{n}} \delta_{\beta\gamma} + S_2(\hat{n}, \hat{n} | b)_{outer} \delta_{\hat{m}\hat{n}} \delta_{\beta\gamma} + \Theta_2(\hat{m}, \hat{n} | b)_{middle}. \quad (2)$$

Входящие в эту формулу величины, с учетом поляризационных и мультипольных взаимодействий, равны:

$$S_1(\hat{n}, \hat{n} | b) = \frac{3\pi}{8h\nu b^5} \left\{ (\mu_{\nu_f}^2 - \mu_{\nu_i}^2) \alpha_2 + \frac{3}{2} \frac{\varepsilon_1 \varepsilon_2}{\varepsilon_1 + \varepsilon_2} (\alpha_{\nu_f} - \alpha_{\nu_i}) \alpha_2 + \mu_2^2 (\alpha_{\nu_f} - \alpha_{\nu_i}) \right\} \quad (3)$$

здесь ν относительная скорость столкновения, b прицельный параметр, $\alpha_2, \alpha_{\nu_i(\nu_f)}$ поляризуемости, соответственно, уширяющей и поглощающей излучение молекул (в состояниях ν_i и ν_f),

μ_2 , $\mu_{v_i(v_f)}$ и ε_2 , ε_1 их дипольные моменты и потенциалы ионизации. Члены второго порядка описываются формулами

$$S_2(\hat{n}, \hat{n} | \nu)_{outer} = \sum_{\kappa_1, \kappa_2} \frac{C_{\kappa_1 \kappa_2}}{2\hbar^2} \sum_{\beta'' l''} \left\{ \sum_{\alpha j} |D(\alpha_i j_i; \alpha j | \kappa_1)|^2 \tilde{f}_{\kappa_1 \kappa_2}(k_i) + \overline{(i \leftrightarrow f)} \right\} \quad (4)$$

$$|D(\beta l; \beta'' l'' | \kappa_2)|^2 \delta_{l'' l},$$

$$\Theta_2(\hat{m}, \hat{n} | \nu)_{middle} = \sum_{\kappa_1, \kappa_2} \frac{C_{\kappa_1 \kappa_2}}{\hbar^2} (-1)^{j_i + j_f + K + \kappa_1 + 1} \left((2j_i + 1)(2j_f + 1) \right)^{1/2} \times$$

$$\times D(\alpha_i j_i; \alpha_j j_j | \kappa_1) \overline{D(\alpha_f j_f; \alpha_j j_j | \kappa_1)} W(j_i j_f j_i j_f; K \kappa_1) \left(\frac{2l'' + 1}{2l + 1} \right)^{1/2} |D(\beta l'; \beta l | \kappa_2)|^2 \text{Re} \tilde{f}_{\kappa_1 \kappa_2}(k_i, k_f). \quad (5)$$

В этих формулах величины $C_{\kappa_1, \kappa_2} \tilde{f}_{\kappa_1 \kappa_2}(k_1, k_2)$ зависят от типа мультипольного взаимодействия. Их явные выражения при $k_1 = k_2$ имеются в [5]. Резонансные функции для общего случая когда $k_1 \neq k_2$ имеются в [4]. Так как в случае самоуширения линий аммиака основной вклад в потенциал взаимодействия дает диполь-дипольное взаимодействие, в дальнейшем расчете будет использоваться лишь вещественная часть функции $\tilde{f}_{11}(k_1, k_2)$, определяемая формулой

$$\text{Re} \tilde{f}_{11}(k_1, k_2) = \frac{1}{4} k_1^2 k_2^2 [K_2(|k_1|)K_2(|k_2|) + 4 \frac{k_1 k_2}{|k_1||k_2|} K_1(|k_1|)K_1(|k_2|) + 3K_0(|k_1|)K_0(|k_2|)]. \quad (6)$$

Здесь $K_n(|k|)$ функция Бесселя. Величины типа $D(\alpha j; \alpha' j' | \kappa)$ определяются формулой

$$D(\alpha j; \alpha' j' | \kappa) = \frac{(\alpha j || T^\kappa || \alpha' j')}{[(2\kappa + 1)(2j + 1)]^{1/2}}, \quad (7)$$

где T^κ оператор 2^κ -польного момента молекулы. Слагаемое $\overline{(i \leftrightarrow f)}$ в (4) означает, что нужно прибавить член аналогичный предыдущему поменяв в нем индексы.

3. Результаты и обсуждение

Мы провели расчеты совокупности релаксационных параметров дублетных переходов R- ветви полосы ν_2 аммиака при тех же температурах, с учетом поляризационных и мультипольных взаимодействий. Значения молекулярных параметров молекулы аммиака, использованные в расчете, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Значения молекулярных параметров молекулы аммиака [6] (в единицах cm^{-1})

Параметр	000		010	
	s	a	s	a
E	0	0.793158	932.4338787	968.1219849
B	9.9465530	9.9415838	10.07017463	9.8900158
$C-B$	-3.7190265	-3.7120883	-3.98101	-3.72934
$DJ 10^{-4}$	8.45775	8.31420	11.30565	6.96333
$DJK 10^{-4}$	-15.69125	-15.29233	-24.22446	-12.33312
$DK 10^{-4}$	9.082415	8.80628	15.2044	7.13686
$HJ 10^{-7}$	2.2295	2.04714	5.5533	-0.6239
$HJK 10^{-7}$	-8.0127	-7.25064	-2.2281	2.379
$HJJK 10^{-7}$	9.7337	8.66838	2.9346	-3.056
$HKKK 10^{-7}$	-3.7996	-3.29750	-12.455	1.5553

Уровни энергии рассчитывались по формуле

$$E(J, K, \varepsilon) = E_v + B_{v,\varepsilon} J(J+1) + (C_{v,\varepsilon} - B_{v,\varepsilon}) K^2 - DJ_{v,\varepsilon} J^2(J+1)^2 - DK_{v,\varepsilon} K^2 J(J+1) - DK_{v,\varepsilon} K^4 + HJ_{v,\varepsilon} J^3(J+1)^3 + HJK_{v,\varepsilon} J^2(J+1)^2 K^2 + HJKK_{v,\varepsilon} J(J+1) K^4 + HKKK_{v,\varepsilon} K^6 \quad (8)$$

В таблице 2 приведены значения электрооптических параметров, μ - дипольный момент, q - квадрупольный момент, U - потенциал ионизации, χ - поляризуемость.

Таблица 2

Значения электрооптических параметров молекулы аммиака а-[7], b-[8], c-[9]

M (a.e.m)	μ_0 (D)	μ_{v_2} (D)	q_0 (D · Å)	q_{v_2} (D · Å)	U (eV)	χ (1/cm ³)
17.02999	1.4715 ^a	1.2449 ^a	-2.32 ^b	-2.32 ^b	10.16 ^c	2.18 ^b

В рамках данной теории вся совокупность релаксационных параметров рассчитывается одновременно, но мы приводим в таблице 3 лишь результаты по сдвигам центров линий, измерявшихся в [3].

Таблица 3

Коэффициенты сдвига центров переходов $a \rightarrow s$ R- ветви полосы v_2 аммиака при различных температурах (в единицах $10^{-3} \text{cm}^{-1} \text{atm}^{-1}$)

Переход	235.5K		264.2K		296K		235.5K	264.2K	296K
	a	b	a	b	a	b	c	c	c
aR(9,8)	-24.6	-21.1	-18.1	-18.4	-21.9	-17.1	-37.8	-33.5	-30.0
aR(9,7)	-20.3	-18.6	-16.0	-16.7	-18.4	-16.0	-33.3	-29.8	-27.0
aR(9,6)	-16.0	-17.1	-9.2	-15.8	-15.1	-15.5	-29.0	-26.3	-24.0
aR(9,5)	-14.3	-15.8	-9.9	-14.7	-7.0	-14.6	-24.3	-22.3	-20.5
aR(9,4)	-10.5	-12.6	-7.1	-11.8	-13.1	-11.9	-19.0	-17.5	-16.0
aR(9,3)	-6.9	-6.6	-3.4	-6.1	-7.8	-6.9	-13.0	-12.0	-10.8
aR(9,2)	-2.4	1.7	-0.2	-1.3	-3.6	-0.4	-6.3	-5.5	-5.0
aR(9,1)	3.1	9.7	5.4	8.4	3.2	1.6	2.3	2.0	2.0
aR(10,10)	-24.1	-30.1	-29.1	-25.2	-25.1	-23.1	-47.3	-41.3	-36.3
aR(10,9)	-27.5	-24.0	-21.4	-20.8	-22.4	-18.9	-40.5	-35.8	-31.8
aR(10,8)	-23.4	-22.0	-18.2	-19.8	-19.5	-18.5	-37.0	-33.0	-29.8
aR(10,7)	-19.8	-21.2	-16.5	-19.8	-18.4	-18.8	-33.5	-30.3	-27.8
aR(10,6)	-18.2	-20.9	-13.8	-19.8	-17.3	-18.9	-29.8	-27.3	-25.0
aR(10,5)	-15.3	-19.5	-11.8	-18.5	-13.5	-17.7	-25.5	-23.3	-21.5
aR(10,4)	-11.6	-15.8	-9.7	-14.7	-12.1	-14.3	-20.8	-19.0	-17.3
aR(11,11)	-35.0	-33.9	-29.7	-28.1	-29.0	-25.2	-50.5	-44.0	-38.5
aR(10,3)	-9.2	-9.3	-7.1	-8.3	-9.5	-8.5	-15.8	-14.3	-12.8
aR(10,2)	-4.6	-0.9	-3.3	-0.5	-6.0	-1.7	-9.8	-8.8	-7.8
aR(11,10)	-29.6	-26.6	-22.4	-22.9	-23.9	-20.7	-42.8	-37.8	-33.8
aR(11,9)	-25.5	-25.8	-20.0	-22.9	-21.6	-21.2	-40.3	-36.0	-32.3
aR(11,8)	-23.2	-26.3	-18.9	-24.1	-18.6	-22.6	-37.5	-34.0	-31.0
aR(11,7)	-21.7	-26.9	-16.8	-25.1	-18.8	-23.7	-34.5	-31.5	-29.0

a- экспериментальные данные из работы [3], b-наш расчет, c- расчеты из работ [10-12] (цитируются по работе[3])

Как можно видеть из таблицы, наш расчет качественно согласуется с экспериментом при всех температурах как по знаку сдвига, так и по характеру J – зависимости. K – зависимость также воспроизводится удовлетворительно за исключением линий с $J = 11$, для которых теория, в противоположность эксперименту, предсказывает незначительное увеличение сдвига. Возможно это расхождение является следствием использованного приближения жесткого волчка при расчетах вероятностей виртуальных переходов, применимость которого ухудшается с ростом J . С точки зрения количественных расхождений, за исключением сдвига линии aR(10,10) где расхождение составляет

$6 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$, все они укладываются в декларируемую в [3] погрешность эксперимента равную $5 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$. Расчеты, выполненные в [10-12] и также представленные в таблице (цитируются по работе [3]), качественно согласуются с экспериментом, но количественные расхождения более значительны и, в основном превышают погрешность эксперимента.

Итак, проведенные расчеты и сравнение их с экспериментальными данными из работы [3] свидетельствуют об их достоверности и высокой точности.

Литература.

1. H. Aroui, S. Nouri, J. J.-P. Bouanich. NH_3 self-broadening coefficients, in the ν_2 and ν_4 bands and line intensities in the ν_2 band. J Mol Specfrosc V.202, P.248-258 (2003)
2. H. Aroui, H. Laribi, J. Orphal, P. Chelin. Self-broadening, self-shift and self-mixing in the ν_2 , $2\nu_2$ and ν_4 bands of NH_3 . JQSRT V.110, P.2037-2059 (2009)
3. M. Guinet, P. Heseck, D. Mondelain, I. Pepin, C. Jansen, C. Camy-Peyret, J.Y. Mandin. Absolute measurements of intensities, positions and self-broadening coefficients of R branch transitions in the ν_2 band of ammonia. JQSRT V.112, P.1950-1969 (2011)
4. M.R. Cherkasov. Theory of spectrum shape relaxation parameters in the impact approximation: I General consideration. JQSRT V.141, P.73-88 (2014)
5. B.S. Frost. A theory of microwave lineshifts. J. Phys. B: Atom. Molec. Phys. V.9, P.1001-1020 (1976)
6. Š. Urban, R.D'Cunha, K. N. Rao. The $\Delta k = \pm 2$ "forbidden band" and inversion-rotation energy levels of ammonia. J. Can. Phys. V.62, P.1775-1791 (1984)
7. M.D. Marchal, K.-C Izgi, J.S. Muentner. IR-microwave double resonance studies of dipole moments in the ν_1 and ν_3 states of ammonia. J. Chem. Phys. V.107, P.1037-1044 (1997)
8. C.-G. Gray, K.-E. Gubbins. Theory of molecular fluids. Oxford University Press, London/New York, 1984
9. R.C. Weast. Handbook of chemistry and physics. 66th ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 1985
10. S. Belli, G. Buffa O. Tarrini. On the extension of the Rydberg-Ritz principle to the relaxation of molecular and atomic lines. J. Chem. Phys. Lett. V.271, P.349-354 (1997)
11. G. Baldachini, G. Buffa, O. Tarrini. A review of experiments and theory for collisional line shape effects in the rovovibrational ammonia spectrum. Nuovo Cimento D. V.13, P.719-733 (1991)
12. G. Buffa Private Communication

СЕКЦИЯ 2: МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

К ВОПРОСУ О МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ОБРАЗОВАНИЯ СВАРОЧНОГО АЭРОЗОЛЯ ПРИ СВАРКЕ ГОРНО-ШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

М.А. Македон, студент гр. 10А32, Л.Г. Деменкова, ст. преподаватель

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451) 5-35-90

E-mail: lar-dem@mail.ru

По данным современных физико-химических исследований (рентгеноструктурного, спектрального и др. методов анализа) в состав твёрдой составляющей сварочного аэрозоля (ТССА), образующейся при сварке покрытыми электродами, входят основные (Mn, Fe, Si, K, Na, Ca, Mg, Ti, Al, Cr, Ni, F) и примесные (As, Cu, Rb, Sn, Zr, Sr, Nb, Mo, Ag, Sb, Ba, Pb), а также сложные смеси металлов, простых и сложных оксидов металлов и шпинелей $MnFe_2O_4$, $CaFe_2O_4$, $(Fe,Mn)O \cdot Fe_2O_3$, $K_2Cr_2O_7$, $Na_2Cr_2O_7$, Fe_3O_4 и др., фторидов (NaF , KF , K_3FeF_6 , K_2SiF_6 , CaF_2 и др.), силикатов ($CaSiO_3$, $-Si-O-Si-O-Si-$, $Fe_2[SiO_4]$, $Mn_2[SiO_4]$ и др.). При использовании специальных сталей для сварки горношахтного оборудования (35Л, 45Л, 110Г13Л, 35ХГСЛ, 30ХГСА), которые отличаются повышенным содержанием марганца (11...14,5 %) и других легирующих компонентов сварочный аэрозоль обладает повышенной токсичностью. Сведения о валовых выделениях сварочного аэрозоля и его химическом составе необходимы для санитарно-гигиенической оценки условий труда рабочих, занятых на сварочном производстве. Как правило, эти сведения получают, применяя спектрофотометрический метод анализа, который характеризуется длительностью выполнения и сложностью проведения эксперимента, поэтому очень важно уметь прогнозировать условия труда сварщиков без выполнения специальных опытов путём создания термодинамической модели образования сварочного аэрозоля.

В данной статье для определения состава и концентрации сварочного аэрозоля были выбраны стали 30ХГСА, 14ХГ2АСД и 14Г2АС и сварочная проволока Св-08Г2С и Св-08ГСМТ, как наиболее часто применяемые для сварки горношахтного оборудования. Нами были определены массовые концентрации трех элементов (Fe, Mn, Si), входящих в состав ТССА, при сварке заданными проволоками и интенсивность выделения данных элементов в процессе сварки. Модель, позволяющая проводить расчет состава ТССА, предложена авторами [1,2]. В основе модели положено уравнение, позволяющее учесть равновесное испарение элементов из расплава сварочной ванны и неравновесный (взрывной) переход компонентов в аэрозоль.

$$C_i^a = \alpha_i C_i^p + (1 - \alpha_i) C_i^n, \quad (1)$$

где C_i^a - концентрация i-го элемента в ТССА,

C_i^p - концентрация i-го элемента в расплаве (в составе проволоки),

C_i^n - концентрация i-го элемента в насыщенном паре над расплавом,

α_i - коэффициент неравновесного образования аэрозоля, характеризующий долю

нефракционной составляющей при формировании состава ТССА [2].

Основываясь на уравнение и результаты экспериментального измерения уровня и состава ТССА, а также исходя из уравнений определения состава и концентраций элементов в паре в соответствии с работами [3,4], Левченко [2] были определены коэффициенты α для трех основных элементов (Fe, Mn, Si) при разной мощности дуги. Исходя из полученных коэффициентов, в [2] предлагается решение задачи определения уровня ТССА для проволок других составов и во всем диапазоне мощности дуги. В работе [1] приведены численные результаты состава ТССА и результаты расчетов концентраций элементов в насыщенном паре. Исходя из смысла введенного коэффициента α , его значения, по нашему мнению, должны находиться в пределах от нуля до единицы, однако авторы, исходя из экспериментальных результатов и расчета, получают отрицательные значения коэффициента.

Согласно [3,4] концентрация элементов в насыщенном паре над расплавом может быть получена из соотношений давления паров при определенной температуре расплава. Мольный состав насыщенного пара определяется из соотношения

$$M_i^n = P_i^{om} \cdot [M]_i / (\sum_i P_i^{om} \cdot [M]_i), \quad (2)$$

где $P_i^{om} = P_i^y / P_{Fe}^y$, относительное давление пара i -го элемента, рассматривается как отношение давления пара заданного элемента над расплавом этого элемента к давлению пара железа над расплавом железа,

$[M]_i$ - концентрация элемента в расплаве (в проволоке).

Давление пара определяли из соотношения Клаузиуса – Клапейрона

$$P_i^y = \exp\left(-\frac{\Delta H_i}{RT} + C_i\right), \quad (3)$$

где $\Delta H_i, C_i$ - теплота испарения элемента и постоянная интегрирования, соответственно, которые берутся из табличных данных, либо определяются из данных о давлении паров элементов при заданной температуре.

Молярная концентрация переводится в массовую согласно уравнению

$$C_i^n = M_i^n \cdot A_i / (\sum_i M_i^n \cdot A_i), \quad (4)$$

где A_i - атомная масса заданного элемента.

Определенные нами значения концентраций элементов в паре над расплавом расходятся с результатами, полученными Левченко в [2], что мы связываем с существенным расхождением справочных данных, указанных разными авторами.

Левченко, также, предлагает использовать аппроксимацию зависимости коэффициента α от мощности дуги, с целью получения выражения для концентрации элементов ТССА при варьировании параметров сварки. Однако, для того чтобы учесть влияние мощности дуги на концентрацию элементов в паре при равновесном испарении, необходимо учитывать влияние мощности на температуру капель сварочной проволоки. Такое влияние можно учесть, записав уравнение теплового баланса и решив его, что является не тривиальной задачей, требующей учета способа сварки, параметров сварочного процесса, окружающей среды, производительности сварки и сечения проволоки, поэтому изменение температуры можно получить лишь оценочно. В целом, для определения состава ТССА необходима постановка теплофизической модели, учитывающей образование химических соединений в процессе сварки и используемого режима.

В упрощенном виде, по аналогии с моделью Левченко, мы предлагаем изменить выражение (1) таким образом, чтобы не нарушался физический смысл искомых коэффициентов

$$C_i^a = \beta \alpha_i C_i^p + (1 - \beta) C_i^n, \quad (5)$$

где β - коэффициент, характеризующий долю неравновесного образования аэрозоля, по смыслу близкий коэффициенту α в работах [1,2], зависит от режима и параметров сварки, одинаковый для всех искомых элементов. Значения коэффициента лежат в пределах от 0 до 1.

α_i - коэффициент нефракционности состава аэрозоля при неравновесном его формировании, фактически является характеристикой изменения концентрации каждого элемента относительно состава расплава. Коэффициент не может быть отрицательным.

Сложность получения состава ТССА по приведенному выражению заключается в наличии двух неизвестных коэффициентов, зависящих от режима сварки, поэтому нахождение данных коэффициентов в эксперименте затруднено. В связи с этим нам было необходимо ввести некоторые предположения об изменении коэффициента β от мощности дуги. Основываясь на результатах измерения состава ТССА в работе [1] и определении коэффициента, а также, понимая, что малая подводимая мощность приводит к увеличению неравновесной составляющей образования аэрозоля, мы приняли изменение коэффициента β от 0,7 до 0,5 при изменении подводимой мощности от 4,5 кВт до 13 кВт. При таком предположении были вычислены коэффициенты α_i , на основе результатов измерения состава ТССА в работе [1]. Полученные коэффициенты для проволоки Св-08Г2С и концентрация элементов в ТССА из работы [1], а также, рассчитанная нами концентрация элементов в насыщенном паре при равновесном испарении для мощности 13 кВт приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты расчетов						
Элемент	Mo	Ni	Cr	Mn	Si	Fe
$C_i^n, \%$	0	12,72	0,13	23,83	5,47	57,85
$C_i^a, \%$	-	-	-	15,66	7,54	76,78
α_i	-	-	-	1,82	13,31	1,1

Исходя из линейности зависимости коэффициентов в выражении (5) от мощности, было получено выражение для концентрации элементов в ТССА, зависящее от состава проволоки и подводимой мощности (по аналогии с [1,2], коэффициент 0,68 из этих работ нами не был использован ввиду неизвестности его физического смысла и не обоснованном использовании авторами работ).

Расчет состава насыщенного пара и концентраций элементов в ТССА по выражению (5) заложен в программу, которая позволяет получать зависимости концентраций элементов в ТССА от мощности и состава сварочной проволоки, вводимых пользователем. В процессе отладки программы были использованы две модели вычисления состава насыщенного пара над расплавом, описанные в [3]. В результате была выбрана модель, описанная в первой части (уравнения (2)-(4)).

Также в программу заложен алгоритм вычисления интенсивности и удельного выделения компонентов ТССА на основе заимствованных из работы [2] уравнений

$$V_i = 0.167 \cdot 10^{-4} \cdot I_{св} \cdot U_{\partial} \cdot (\beta_{0a} - K \cdot I_{св} \cdot U_{\partial}) \cdot C_i^a, \text{ з/мин}; \quad (6)$$

где $I_{св} \cdot U_{\partial}$ - мощность сварочной дуги, кВт;

β_{0a}, K - коэффициенты линейной аппроксимации зависимости удельной скорости образования ТССА от мощности дуги.

$$G_i = V_i / G_p, \text{ з/кг}; \quad (7)$$

где G_p - производительность расплавления сварочного материала, кг/мин.

Результаты вычисления состава ТССА и интенсивности выделения для трех металлов (Mn, Si, Fe) приведены на рисунках 1-6. Изменение концентрации приведенных элементов согласуется с данными, полученными экспериментально в [2].

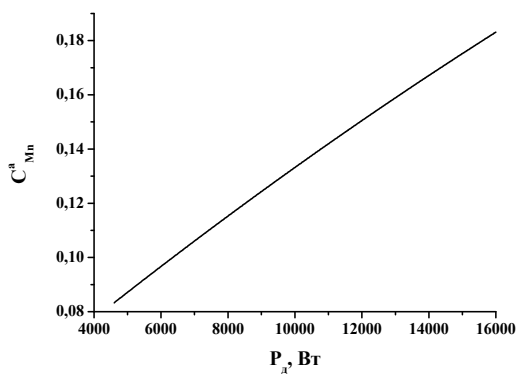


Рис. 1. Концентрация марганца в ТССА от мощности дуги

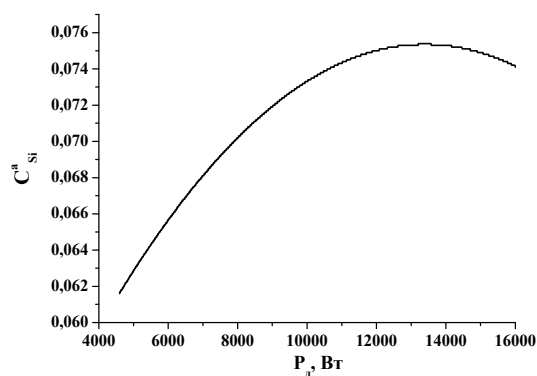


Рис. 2. Концентрация кремния в ТССА от мощности дуги

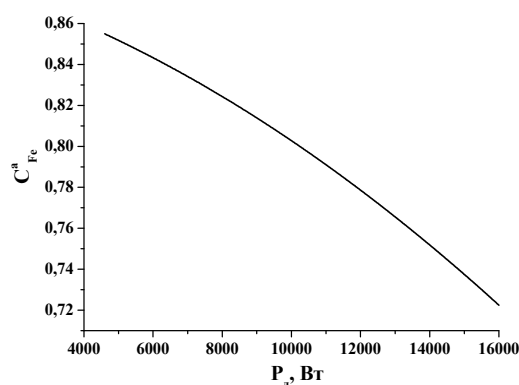


Рис. 3. Концентрация железа в ТССА от мощности дуги

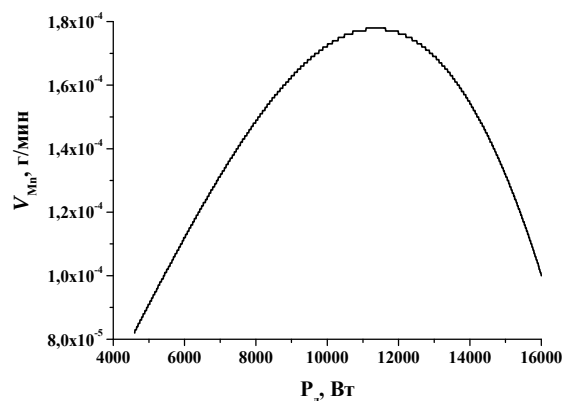


Рис. 4. Интенсивность выделения марганца в ТССА от мощности дуги

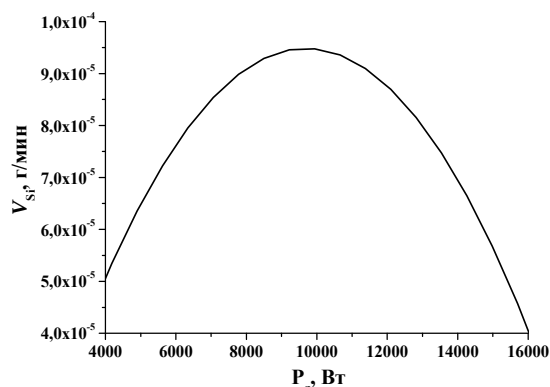


Рис. 5. Интенсивность выделения кремния в ТССА от мощности дуги

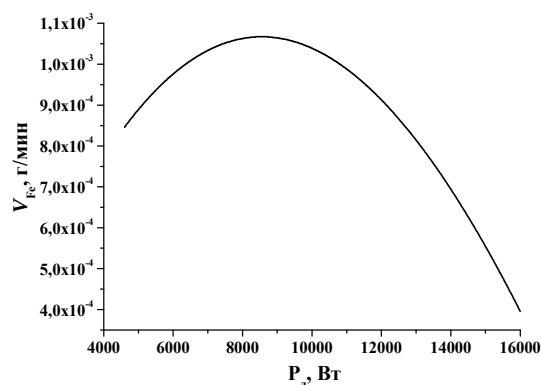


Рис. 6. Интенсивность выделения железа в ТССА от мощности дуги

Таким образом, приведённые результаты свидетельствуют о том, что интенсивность выделения марганца, железа и кремния в ТССА максимальна при мощности дуги в интервале от 8000 до 12000 Вт, что позволяет дать рекомендации о выборе режима сварки. Кроме того, учитывая особенность смешения ТССА при двух физических явлениях в процессе сварки, было получено корректное выражение для состава ТССА, позволяющее прогнозировать валовые выделения и интенсивность выделения сварочного аэрозоля. Однако, ввиду наличия в модели двух коэффициентов, зависящих от режима сварки, экспериментальное их определение затруднено. Для достаточно точного решения этой задачи необходима постановка теплофизической модели процесса сварки, учитывающей образование химических соединений и фаз. Эта модель могла бы описать неравновесное формирование сварочного аэрозоля и его долю в выделяемом аэрозоле. Мы считаем, что для корректного прогнозирования необходимо также учитывать уравнение зависимости температуры капель расплава от приложенной мощности. Для получения такой зависимости необходимо составить уравнение теплового баланса, для решения которого необходимо знать ряд экспериментально полученных величин.

Данные результаты могут положить начало разработки сложной модели формирования сварочного аэрозоля, позволяющей учесть способ сварки, её режим и внешние условия.

Литература

1. Подгаецкий, В.В., Головатюк, А.П., Левченко О.Г. О механизме образования сварочного аэрозоля и прогнозирования его состава при сварке в CO_2 // Автоматическая сварка. – 1989. – №8. – С. 9-12.
2. Левченко О.Г. Математическое моделирование химического состава и уровня выделения сварочного аэрозоля при дуговой сварке // Сварочное производство. – 2001. – №7. – С. 25-27.
3. Буки, А.А. Моделирование физико-химических процессов дуговой сварки. [Текст]/ А.А. Буки – М.: Машиностроение, 1991. – 287 с.

4. Металлургия дуговой сварки. Процессы в дуге и плавление электродов. [Текст]./ Под ред. Походни И.К. – Киев: Наукова думка, 1990. – 224 с.
5. Даниэльс, Ф., Олберти, Р. Физическая химия. [Текст]/ Ф. Даниэльс, Р. Олберти – М.: Мир, 1978. – 645 с.
6. Самсонов, Г. В. Свойства элементов. Часть I. Физические свойства. Справочник. [Текст]./Г.В. Самсонов – М.: Металлургия, 1976. – 600 с.
7. Карапетьянц, М.Х., Карапетьянц, М.Л. Основные термодинамические константы неорганических и органических веществ. [Текст]./М.Х. Карапетьянц, М.Л. Карапетьянц – М.: Химия, 1968. – 472с.
8. Химические свойства неорганических веществ. [Текст]./ под ред. Р. А. Лидин, В. А. Молочко, Л. Л. Андреева. – М: Химия, 2000. – 480 с.
9. Свойства элементов. Справочник. [Текст]./ Под ред. Дрица М.Е. – М.: Металлургия, 1985 – 672 с.
10. Карапетьянц, М.Х. Химическая термодинамика [Текст]./М.Х. Карапетьянц – М.: Химия, 1975. – 584 с.

COMPUTER SIMULATION OF CARDIAC ELECTRICAL ACTIVITY USING AN ELECTROCARDIOGRAPH ON NANOSENSORS

M.G. Grigoriev, PhD student

National Research Tomsk Polytechnic University, 30, Lenin av., Tomsk, 634050, Russia

E-mail: Mishatpu@mail.ru

Introduction. According to World Health Organization (WHO), over 17 million people worldwide die annually from cardiovascular diseases (CVDs). Moreover, according to WHO, an estimated number of almost 23.6 million people will die from CVDs by 2030. In 2012, 1 million 232 thousand 182 people died from CVDs in Russia (Fig.1) [1, 2, 3, 4, 5].

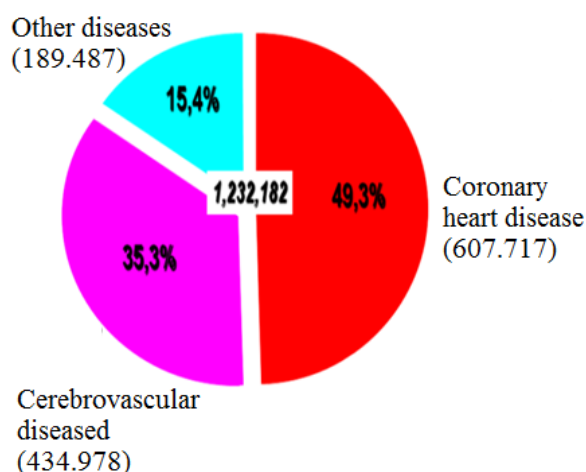


Fig. 1. WHO report on CVDs for 2012

Electrocardiographic (ECG) method is a most common method to examine the state of a patient's cardiovascular system in various medical institutions. ECG is referred to as the method of functional diagnostics with a quantitative evaluation of the research results. The first cardiographic research was carried out by the Scottish scientist Alexander Muirhead in the late 19th century [6, 7].

Analysis of manufactures. A body is known to be a 3-D conductor. The cardiac activity results in electromagnetic field generation, which can be measured from the body surface. The field is constantly changing under heart excitation and characteristics of the field depend on the moving direction of the excitation wave passing through the heart. The analysis of the electromagnetic field allows us to consider the sequence of atrial and ventricular excitation.

Lots of companies are trying to solve this problem, but just some of them managed to succeed. The analysis proved the absence of the hardware and software complexes for mass application (in departments of functional diagnostics and cardiology, in hospitals and clinics, in ambulances, as well as in private medical practice, and at home) to be used in a non-invasive detailed study of the heart by registering low-amplitude potentials of the heart from the surface of the human body without filters and cardiac cycle averaging. Such devices are presented in Table 1.

Table 1[8, 9, 10, 11]

Overview of the manufactures				
Company name	Number electrode placing points	Signal Level, μV	Frequency range, Hz	Cost
Geolink-electronics (Russia)	3	6	0,03-10,0	\$7700
Rozinn (USA)	3	8	0.05-70	\$11000
OXFORD (England)	3	5	0,05-100	\$11400
NRTPU (Russia)	3-12	0,3	0-10000	<\$1400
Davis Medical Electronics Inc. (USA)	3-12	2	0.05-60	\$6500
HELLIGE (USA)	3-12	5	0,05 -100	\$12000
CardioMem CM 3000 (Germany)	3	8	0,03-70	\$4600
Scan Tech Medical, LLC (USA)	3	6	0.05-100	\$4700

The Table shows that the commercial value of cardiographs by known companies are excessively large compared to the product suggested. This is due to the fact that the nanosensors developed for this device make possible to receive signals of a nanovolt level without filters and cardiac cycle averaging.

Heart electricity activity. The development of a new generation of nanosensors and computerized ECG – the apparatus of high resolution to be used in clinics and at home – is relevant for improving the diagnostics of cardiovascular diseases, including early heart diagnostics of adults, children, infants and the fetus.

To solve the problem, a numerical model of excitation propagation in the heart muscle is to be studied. Excitation propagates through the heart tissue at a certain rate, varies for different parts of the heart (Fig. 2).

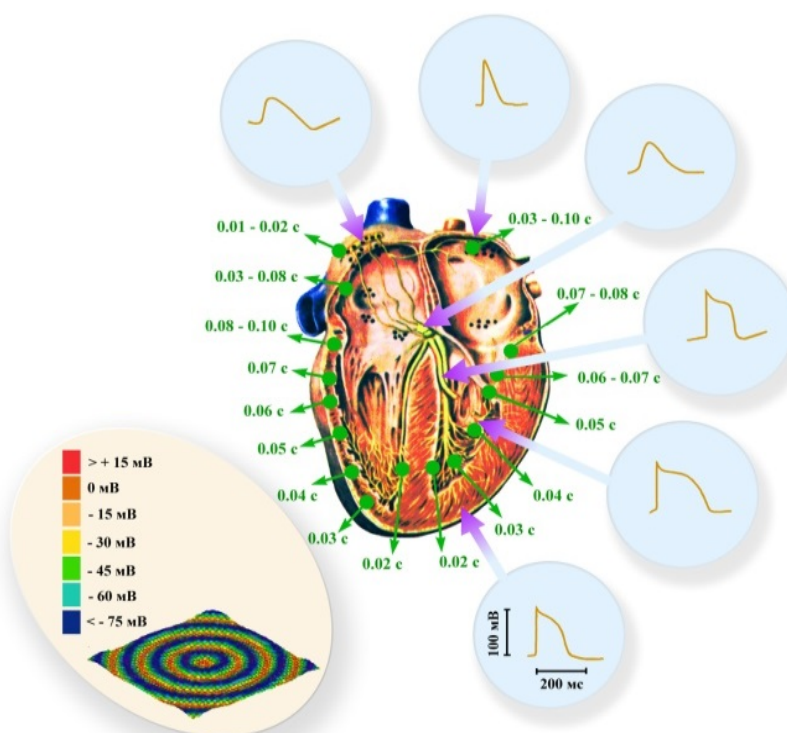


Fig. 2. Space-time scheme of a regular cardiac work of a human being

Green lettering and arrows indicate the time of the excitation wave arrival at this region of the heart. Blue insets show the shape of the traveling-wave profile (the so-called "action potential") in different regions of the heart due to difference in properties of the excitable medium formed by the heart tissue. The beige inset demonstrates regular propagation of the traveling-wave excitation from the pacemaker area in the center (sinus node) towards the edges (along the working myocardium) in the simplest mathematical simulation model [12].

This results in a space-time scheme of heart excitation which ensures its functioning. In modeling excitation propagation, all the features of heart excitation are to be considered.

Mathematical simulation. To simulate excitation propagation, one of the simplest models of the excitable medium, a two-component Aliev-Panfilov model is suggested in [13, 14]. The model is implemented in the form of "reaction-diffusion" equations.

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -ku \cdot (u - a) \cdot (u - 1) - uv + \Delta u, \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = -\left(\varepsilon_0 + \frac{\mu_1 v}{u + \mu_2} \right) \cdot (v + ku \cdot (u - a - 1)), \quad (2)$$

where $u(x, y, t)$ is a dimensionless function, corresponding to the transmembrane potential, and $v(x, y, t)$ is a dimensionless function corresponding to a slow membrane recovery current. The bonds between the heart muscle cells are defined by diffusion terms of the equations, and the dynamics of a single cell is defined by nonlinear terms of the equations. After a series of experiments [15], for better concordance of the system to the properties of the heart muscle the model parameters were determined: $k = 8.0$, $\varepsilon_0 = 0.01$, $\mu_1 = 0.2$, $\mu_2 = 0.3$, $a = 0.15$.

Hardware-software complex as a solution. To implement the simulation of the excitation propagation in the heart within the concept of the cardiovascular system (CVS) assessment a hardware-software complex [HSC] is going to be developed in Laboratory No 63, Institute of Non-Destructive Testing. The algorithm of its functioning is shown in Figure 3.

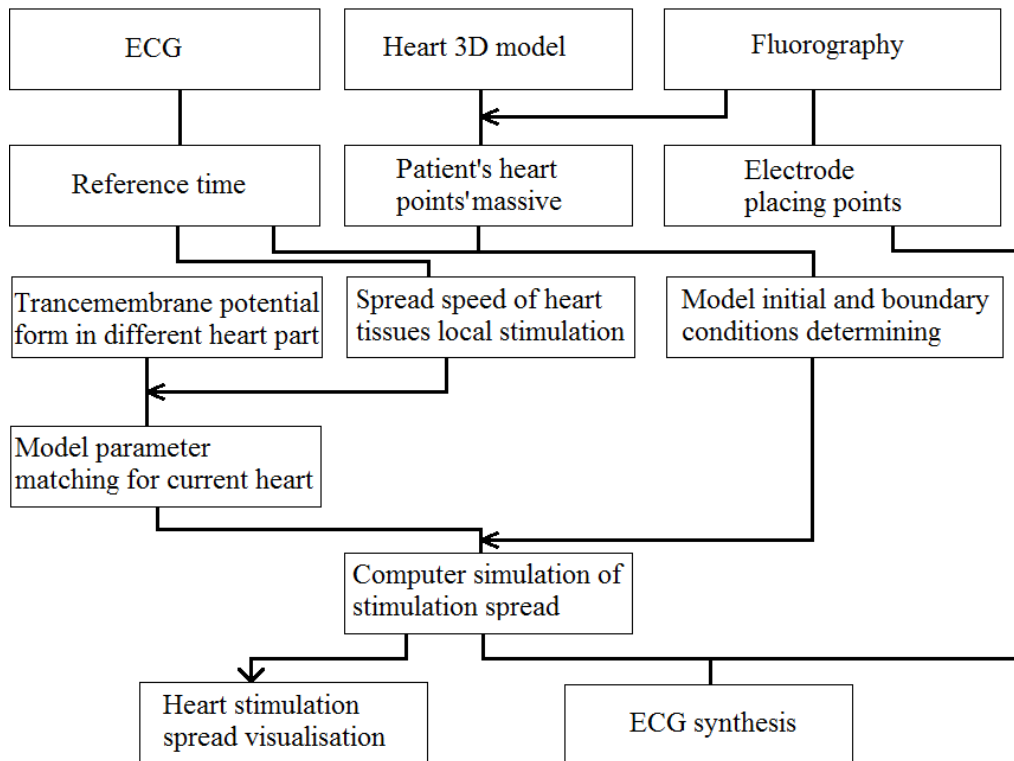


Fig. 3. The algorithm for simulation of excitation propagation in the heart

According to the algorithm, at first, the initial and boundary conditions of the model are assigned basing on the cardiographic information analysis. After that, the model parameters are determined for various compartments of the heart, and the excitation propagation is simulated. The simulation results are used to visualize excitation propagation on the heart surface.

Conclusion. The model of the cardiac electrical activity makes possible to determine the "electrical portrait" of the patient's heart within the cardiac cycle, which enables to identify the diagnostic features in the analysis of indirect parameters determined by simulating the electrical processes in the heart and ECG output data from nanosensors.

References.

1. V. A. Baranov, D. K. Avdeeva, M. G. Grigoriev, *Strukturnyy podkhod k obratnym zadacham vychislitel'noy diagnostiki v kardiologii, Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. 50 (2013) from <http://www.science-education.ru/113-11343>
2. D. K. Avdeeva, O. N. Vylegzhanin, *Vydeleniye iz zaregistririvannogo kardioimpul'sa ortogonal'noy k nemu nizkoamplitudnoy sostavlyayushchey*, *Naukovedeniye*. 19 (2013) from <http://naukovedenie.ru/PDF/153TVN613.pdf>
3. D. K. Avdeeva, V. Yu. Kazakov, N. M. Natalinova, M. L. Ivanov, *Rezultaty modelirovaniya vozdeystviya fil'tra vysokoy chastoty i fil'tra nizkoy chastoty na kachestvo registratsii mikropotentsialov na elektrokardiogramme*, *Naukovedeniye*. 19 (2013) from <http://naukovedenie.ru/PDF/154TVN613.pdf>
4. D. K. Avdeeva, N. V. Turushev, N. M. Natalinova, M. L. Ivanov, *Analiz vozdeystviya fil'truyushchikh zven'ev na elektroentsefalogrammu i elektromiogrammu, zaregistririvannykh vysokochuvstvitel'nykh kanalom na nanoelektrodakh*, *Naukovedeniye*. 19 (2013) from <http://naukovedenie.ru/PDF/155TVN613.pdf>
5. Information on <http://www.who.int/research/en/>
6. Bor Kavcic, *Electrodynamics of human heart*, Seminar 1b-1. year, II. cycle program, University of Ljubljana Faculty of Mathematics and Physics, 2013
7. Information on http://en.wikipedia.org/wiki/Alexander_Muirhead
8. Information on <http://www.med-group.ru/manufacturer/15/>
9. Information on <http://www.ox.ac.uk/>
10. Information on <http://www.davismedical.com/>
11. Information on <http://www3.gehealthcare.co.uk/en-GB/Products>
12. Information on <http://www.intechopen.com/books/cardiac-arrhythmias-mechanisms-pathophysiology-and-treatment/basic-mechanisms-of-cardiac-arrhythmias>
13. O. N. Bodin, A. V. Kuz'min, A. N. Mitroshin, *Razrabotka vizual'noy modeli serdtsa dlya obucheniya studentov-medikov, Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Meditsinskiye nauki*, 02 (2007) from <http://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-vizualnoy-modeli-serdtsa-dlya-obucheniya-studentov-medikov>
14. Information on http://www.mathcell.ru/ru/obzors/obzor_Elkin2.shtml
15. R. Aliev, A. Panfilov, *A simple two-variable model of cardiac excitation. Chaos, Solutions & Fractals*; 07 (1996) 293–301

ОБ ОДНОЙ ОШИБКЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ТЕХНИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА

С.И. Петрушин, д-р техн. наук

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (354-51)6-22-48

E-mail: psi@tpu.ru

В процессе руководства, консультирования и рецензирования диссертационных работ автор часто сталкивается с проблемой смешивания методологий проведения исследований естественнонаучного и прикладного характера. Без четкого разделения этих двух научных сфер невозможно правильно сформулировать понятие научной новизны работы.

Дело в том, что фундаментальные науки, к которым относятся физика, химия, математика и т.п., имеют в своем распоряжении соответствующий метод исследования – естественнонаучный. Его главная особенность состоит в том, что объект исследования, как правило, носит природный харак-

тер. Задача заключается в адекватном описании этого объекта и закономерностей его поведения под внешними и внутренними воздействиями. Это задача анализа, после выполнения которого она считается решенной, так как природу изменить нельзя. В отличие от этого прикладные науки технологического и конструкторского направления («неестественные науки») имеют дело с искусственно создаваемыми объектами, которых в природе нет. Поэтому их задачи намного сложнее, так как они должны включать этапы оптимизации и синтеза нового объекта. Кроме того, эти задачи не имеют однозначного и окончательного решения, потому что очень часто они содержат итерационный цикл приближения к идеальному результату. Рассмотрим этот феномен применительно к конструированию идеального изделия машиностроения.

Если рассматривать машину в целом, то принцип максимально возможной долговечности при её конструировании в условиях конкурентной рыночной экономики вступает в противоречие, как с интересами потребителя, так и производителя изделий машиностроения. В первом случае по мере ускоряющегося морального износа машина становится несвоевременной, «немодной», не исчерпав при этом запаса своей работоспособности. Потребитель стоит перед дилеммой: либо покупать новую машину и избавляться от пока работающей старой, либо довольствоваться имеющимся изделием, но терять свой имидж преуспевающего человека в глазах окружающих. Во втором случае производителю изделий выгодно расширять рынок их сбыта не столько экстенсивным путем увеличения числа пользователей, сколько плановой заменой изношенной техники на более совершенную. При этом срок службы машины должен быть ограничен уже на стадии ее проектирования, то есть после определенного периода эксплуатации конструкция должна быть подвергнута «лавинообразному» отказу всех ее составных частей. В таком случае перед потребителем принудительно встает задача покупки новой, более совершенной машины, а изготовитель четко будет представлять объемы и перспективы развития своего производства.

Исходя из изложенного, а, также учитывая существование оптимального срока эксплуатации изделия машиностроения [1], можно сформулировать следующий принцип оптимальности той или иной конструкции машины: изделие должно иметь одинаковый гарантированный запас долговечности для всех своих элементов, включая агрегаты, узлы, детали и сопряжения, величина которого должна быть экономически обоснована на предпроектной стадии.

Как следует из этого определения, оно в корне отличается от принципа оптимальности Беллмана в математическом программировании и принципа максимума в теории оптимального управления. Проблема заключается в том, как обеспечить равный запас надежности или экономически обоснованный срок службы (ЭОСС) машины.

В соответствии с этими общими положениями конструирование ответственных деталей машин, сопряжений, технологической оснастки и проектирование самих машин можно также вести по двум направлениям. Первое основано на естественнонаучном подходе, когда изделие является исходным данным и задача состоит в его расчете (силовом, тепловом, триботехническим и др.) с целью выявления «узких мест» в конструкции. После определения величины и места расположения экстремальных нагрузок их сравнивают с допустимыми (эксплуатационными) и, в случае удовлетворительного результата, задача считается решенной. Это направление не предполагает проведения проектных расчетов для слабнонагруженных участков изделия, где, как правило, имеется значительный резерв конструкционного материала. В результате машина получается с излишним расходом порой дефицитных материалов и с разными запасами по надежности и долговечности ее составных частей. Такой же подход к проектированию изделий является традиционным и преобладающим в сопротивлении материалов, строительной механике и в ряде других смежных с машиностроением областей знаний.

Главная задача оптимального проектирования машин состоит не в описании и в обчете готовых конструкций (хотя на первом этапе такая задача может иметь место), а в целенаправленном создании таких изделий, конфигурация, форма, материал и другие конструктивные особенности которых являются объектом активного поиска и могут быть изменены в соответствии со служебным назначением и условиями эксплуатации предмета производства, а также с экономическими требованиями. Это направление в проектировании деталей и конструкций машин предполагает отличающуюся от первого пути методологию конструирования, заключающуюся в следующем.

1. Формулировка глобальной цели проектирования изделия в виде экономически обоснованного срока его службы, устанавливаемого по результатам изучения текущей конъюнктуры рынка аналогов с учетом миссии и материальной базы фирмы-производителя [1].

2. Всесторонний учет действующих на изделие условий эксплуатации, включая назначение приемлемых диапазонов колебаний силовых, тепловых и иных нагрузок. Одна из методик проведения этого этапа проведена в [2].

3. Выявление физической природы процессов, приводящих к отказу изделия, и поиск соответствующих математических моделей, описывающих текущее состояние машины с точки зрения прочности (статической, динамической и усталостной), жесткости, коррозионной стойкости, тепло- и трибо-стойкости. Этот этап должен учитывать статистику отказов, получаемую в результате обследования (дефектации) изношенных изделий.

4. Этап непосредственного проектирования первого варианта изделия и конструирования его составных частей, как традиционными методами, так и с широким применением методов оптимального проектирования по частным целевым функциям.

5. Сравнение эксплуатационных характеристик составных частей и деталей изделия с ЭОСС и поэтапное выравнивание сроков службы за счет изменения их формы, размеров, свойств конструкционного материала и рабочих поверхностей конструкторскими или технологическими методами. При этом возможно как повышение, так и снижение запаса долговечности ряда деталей.

Результатом такого рода итерационного процесса проектирования должно стать получение изделия наивысшего качества в пределах заданных временных ограничений.

Таким образом, отказ от принципов максимизации каких-либо свойств конструкции машины и переход к ее проектированию в соответствии с ЭОСС позволяет получать экономичные и высококачественные изделия. Следует отметить, что широкое распространение изложенной методологии проектирования требует не только проведения широкомасштабных технико-экономических, теоретических и экспериментальных исследований, но и коренного изменения инженерной психологии конструкторов и проектировщиков изделий машиностроения.

Вывод: научно-исследовательские работы прикладного характера должны обязательно заканчиваться синтезом нового технического предложения, а не останавливаться на этапе анализа и установления закономерностей функционирования объекта исследования.

Литература.

1. Петрушин С. И., Губайдулина Р. Х. Организация жизненного цикла изделий машиностроения. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 200 с.
2. Петрушин С. И., Сапрыкин А. А., Дуреев В. В. Проектирование и производство изделий из инструментальных композиционных материалов. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 205 с.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ДУГОВОЙ СВАРКИ

В.А. Полищук, студент гр. 10690, научный руководитель: Павлов Н.В.

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

В настоящее время важнейшим условием совершенствования и интенсификации сварочного производства является не только развитие теоретических основ сварки с использованием новейших достижений в различных областях фундаментальных и прикладных наук, но и создание высокоэффективных методов, средств моделирования и имитации сварочных процессов [1].

Применение математических методов и математического моделирования сварочных процессов превратилось в мощный инструмент исследований и познания процессов, происходящих в сложных технологических системах, позволяющих не только получить формализованное описание их основных закономерностей, но и эффективно управлять ими. Математическое моделирование позволяет оптимизировать условия протекания процесса образования сварного соединения, предотвратить появление недопустимых дефектов сварных швов, соединений, конструкций и одновременно повысить производительность сварочных операций.

Первые математические модели, относящиеся к области сварки и основывающиеся на фундаментальных законах физики, описывали состояние плазмы электрической дуги (степень ионизации дугового газа), или давления дуги как цилиндрического проводника в зависимости от величины протекающего через него тока [2].

Методы математического моделирования сварочных процессов получили интенсивное развитие после появления первых работ по расчету температурных полей, создаваемых в телах различной

формы и размеров, создаваемых движущимися концентрированными и распределенными источниками тепла. В дальнейшем теория тепловых процессов при сварке была Н.Н. Рыкалыным значительно расширена, усовершенствована и доведена до широкого практического применения в большом количестве прикладных исследований.

В результате выполнения большого количества фундаментальных и прикладных исследований сформировался целый ряд направлений, связанных с математическим моделированием сварочных процессов.

Все моделируемые объекты и явления можно разделить по степени полноты информации о них [2]:

- объекты с нулевым уровнем информации; в этом случае объект представляют моделью типа «черный ящик» и его математическая модель строится путем статистических испытаний с обработкой результатов методами регрессионного, дисперсионного и корреляционного анализа с использованием многофакторного планирования эксперимента;
- объекты, о поведении которых имеются сведения эмпирического характера; в этом случае используют методы физического моделирования и планирования многофакторного эксперимента;
- объекты с известными основными детерминированными закономерностями, позволяющими использовать теоретические методы, а полученные аналитические или численные модели дополняются эмпирическими соотношениями с коэффициентами или параметрами, определяемыми из опыта;
- объекты с высокой степенью информации о происходящих в них процессах и явлениях; их модели строят методами математического моделирования с реализацией на ЭВМ с помощью вычислительного эксперимента.

Всё большое многообразие математических моделей можно разделить на несколько групп по способу их построения: теоретические модели, получаемые на основе применения фундаментальных законов физики, и экспериментальные, получаемые в результате аппроксимации опытных данных различными методами (рисунок 1) [2].



Рис. 1. Классификация математических моделей по способу построения и реализации

Одно- и многофакторные модели различаются условиями проведения экспериментов: однофакторные модели получают путем варьирования одного фактора при фиксированных значениях остальных факторов; многофакторные регрессионные модели получают при использовании методов планирования многофакторных экспериментов, когда в каждом из серии опытов значения всех факторов изменяют по специальным оптимальным планам.

Теоретические модели являются, как правило, детерминированными и реализуются на современной вычислительной технике независимо от того, аналитическое или численное решение получено в результате решения системы уравнений и неравенств, описывающих исследуемую технологическую систему [2].

По другой классификации (степени локализации моделируемых явлений в сварной конструкции), математические модели можно разделить на шесть групп:

- 1) математические модели полей температур, напряжений и деформаций во всей свариваемой конструкции [3,4];
- 2) математические модели процессов в зоне термического влияния [5,6];
- 3) математические модели явлений и процессов, происходящих в жидком металле сварочной ванны [7-10];
- 4) математические модели магнитогидродинамических процессов в плазме сварочной дуги [11,12];

5) математические модели поведения капли электродного металла на торце электрода, переноса металла и процессов нагрева и расплавления электрода [13];

6) математические модели расчета химического состава и уровня выделения сварочного аэрозоля при дуговой сварке [14].

Вывод.

В целом можно сделать вывод, что существующие в настоящий момент математические методы и модели в основном созданы для широко используемых и глубоко изученных способов сварки (ручная дуговая сварка, механизированная сварка и автоматизированная сварка под слоем флюса).

Литература.

1. Геловани, В.А. Компьютерное моделирование [Текст] / В.А. Геловани, В.В. Юрченко // Математическое моделирование. –1989. Т.1, –№1. –С. 3 – 12.
2. Березовский, Б.М. Математические модели дуговой сварки: в 7т. Том 1. Математическое моделирование и информационные технологии, модели сварочной ванны и формирования шва / Б.М. Березовский//. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2002. – 85с.
3. Донченко, Е.А. Расчет термических циклов точек при автоматической сварке и наплавке с учетом особенностей плавления основного металла [Текст] / Е.А. Донченко // Сварочное производство. – 2011. –№9. –С. 3 – 9.
4. Судник, В.А. Математическая модель процесса сварки под флюсом и явлений в дуговой камере [Текст] / В.А. Судник, В.А. Ерофеев, А.В. Масленников, Д.В. Слезкин, Р.В. Цвелев // Сварочное производство. –2012. –№7. –С. 3 – 12.
5. Коробейников, С.Н. Исследование и моделирование формирования структуры ЗТВ низколегированных сталей [Текст] / С.Н. Коробейников, А.С. Бабкин // Сварочное производство. –2009. – №11. –С. 3 – 8.
6. Коробейников, С.Н. Алгоритм расчета оптимальных параметров режима сварки низколегированных сталей [Текст] / С.Н. Коробейников, А.С. Бабкин // Сварочное производство. –2009. –№12. – С. 13 – 16.
7. Фролов, В.А. Математическое моделирование процесса светолучевой сварки [Текст] / В.А. Фролов, Ю.В. Шорников, В.А. Судник, А.С. Рыбаков // Сварочное производство. –2001. –№3. –С. 7 – 10.
8. Фролов, В.А. Прогнозирование физико-химических процессов при дуговой сварке алюминиевых сплавов [Текст] / В.А. Фролов, Е.В. Никитина, А.В. Ельцов // Сварочное производство. –2002. – №7. –С. 20 – 24.
9. Королев, Н.В. Метод расчетного определения фазового состава и структуры износостойких наплавочных сплавов [Текст] / Н.В. Королев, О.В. Пименов // Сварочное производство. –2002. –№4. –С. 11 – 16.
10. Варуха, Е.Н. Расчет скорости плавления предварительно нагретого электрода при сварке в углекислом газе [Текст] / Е.Н. Варуха // Сварочное производство. –2012. –№2. –С. 3 – 8.
11. Судник, В.А. Моделирование и численная имитация импульсно-дуговой сварке алюминиевых сплавов [Текст] / В.А. Судник, А.С. Рыбаков, С.В. Кураков, О.И. Зайцев, Р. Класс // Сварочное производство. –2002. –№3. –С. 9 – 15.
12. Полосков, С.И. Моделирование распределения теплового потока и давления дуги в процессе орбитальной TIG-сварки [Текст] / С.И. Полосков, В.А. Ерофеев, А.В. Масленников // Сварочное производство. –2005. –№8. –С. 10 – 15.
13. Полосков, С.И. Определение оптимальных параметров автоматической орбитальной сварки на основе компьютерного моделирования [Текст] / С.И. Полосков, В.А. Ерофеев, А.В. Масленников // Сварочное производство. –2005. –№10. –С. 6 – 13.
14. Левченко, О.Г. Математическое моделирование химического состава и уровня выделения сварочного аэрозоля при дуговой сварке [Текст] / О.Г. Левченко // Сварочное производство. –2001. –№7. –С. 46 – 50.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ И УПРУГИХ СВОЙСТВ МОНОКРИСТАЛЛОВ И ПОЛИКРИСТАЛЛОВ

*А.Л. Игнешева, В.В. Литвиненко, студенты гр. 10730, Э.Г. Соболева, к.ф.-м.н., доц.
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451) 64432
E-mail: sobolevaeno@mail.ru*

Вопросы теории распространения упругих волн в кристаллах разработаны достаточно широко и обсуждались неоднократно [1-7]. Характеристики распространения высокочастотных упругих волн в твердых телах определяются путем нахождения зависимости скорости и затухания ультразвука от тех или иных переменных, представляющих интерес для данных исследований. В отличие от электромагнитного спектра, в котором единственной чистой модой является поперечная волна, упругий спектр в качестве чистых мод включает как поперечные, так и продольные волны, не говоря уже о более сложных типах.

В основе классической теории упругости лежит предположение о линейной зависимости между прикладываемым к телу напряжением и вызываемой этим напряжением деформацией. В случае анизотропных сред (монокристаллов, текстур) линейная зависимость между компонентами тензоров напряжения и деформации выражается обобщенным законом Гука [3]:

$$u_{ij} = s_{ijkl} \cdot \sigma_{kl} \quad \text{или} \quad \sigma_{ij} = c_{ijkl} \cdot u_{kl}, \quad (1)$$

где u_{ij} – компоненты тензора напряжения, σ_{ij} – компоненты тензора деформации, s_{ijkl} – постоянные податливости, c_{ijkl} – постоянные жесткости, а i, j, k, ℓ – числовые индексы, принимающие значения 1, 2 и 3.

В матричной форме закон Гука имеет вид:

$$u_i = s_{ij} \sigma_j \quad \text{и} \quad \sigma_i = c_{ij} u_j, \quad \text{где } i, j = \overline{1, 6}. \quad (2)$$

Число независимых постоянных жесткости (постоянных податливости) кристаллических твердых тел зависит от строения их элементарных решеток [2]. Для триклинных кристаллов с наименьшей симметрией решетки их число равно 21, для высокосимметричных кубических кристаллов – 3. В последнем случае упругость решетки описывается константами c_{11}, c_{12}, c_{44} , образующими матрицу:

$$\begin{vmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{12} & 0 & 0 & 0 \\ c_{12} & c_{11} & c_{12} & 0 & 0 & 0 \\ c_{12} & c_{12} & c_{11} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & c_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_{44} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & c_{44} \end{vmatrix} \quad (3)$$

Для кристаллов с ромбической решеткой число независимых постоянных жесткости (постоянные податливости) 9 – $c_{11}, c_{22}, c_{33}, c_{44}, c_{55}, c_{66}, c_{12}, c_{13}, c_{23}$ – и они образуют матрицу:

$$\begin{vmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} & 0 & 0 & 0 \\ c_{12} & c_{22} & c_{23} & 0 & 0 & 0 \\ c_{13} & c_{23} & c_{33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & c_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_{55} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & c_{66} \end{vmatrix} \quad (4)$$

Расчетные соотношения для c_{ij} в этом случае имеют вид:

$$\begin{aligned} \rho v_{L[100]}^2 &= c_{11}, & \rho v_{L[110]}^2 &= \frac{1}{2}(c_{11} + c_{12} + 2c_{44}), & \rho v_{t[100]}^2 &= c_{44}, \\ \rho v_{L[111]}^2 &= \frac{1}{3}(c_{11} + 2c_{12} + 4c_{44}), & \rho v_{t[111]}^2 &= \frac{1}{3}(c_{11} + c_{44} - c_{12}), \\ \rho v_{t[110]}^2 &= \frac{1}{2}c_{44} \quad (\text{волна поляризована в направлении } \langle 00\bar{1} \rangle), \end{aligned}$$

$$\rho v_{t_{[110]}}^2 = \frac{1}{2}(c_{11} - c_{12}) \quad (\text{волна поляризована в направлении } \langle 1\bar{1}0 \rangle), \quad (5)$$

где ρ – плотность кристалла, v_L – скорость продольных упругих волн в «неограниченной» среде (объемная скорость звука), v_t – скорость поперечных упругих волн, а индексы в квадратных скобках означают направление распространения волны.

Таким образом, согласно (5) для определения c_{ij} монокристалла кубической симметрии необходимо измерить либо скорости распространения волны одного типа в трех кристаллографических направлениях, либо скорости распространения волн обоих типов в двух направлениях.

Постоянные жесткости c_{ij} и постоянные податливости s_{ij} кубических кристаллов связаны формулами:

$$c_{11} = \frac{s_{11} + s_{12}}{(s_{11} - s_{12})(s_{11} + 2s_{12})}, \quad c_{12} = -\frac{s_{12}}{(s_{11} - s_{12})(s_{11} + 2s_{12})}, \quad c_{44} = \frac{1}{s_{44}}. \quad (6)$$

$$s_{11} = \frac{c_{11} + c_{12}}{(c_{11} - c_{12})(c_{11} + 2c_{12})}, \quad s_{12} = -\frac{c_{12}}{(c_{11} - c_{12})(c_{11} + 2c_{12})}, \quad s_{44} = \frac{1}{c_{44}}. \quad (7)$$

При выполнении определенных условий между постоянными жесткости имеют место соотношения, впервые установленные Коши [1]. В случае кристаллов кубической симметрии они сводятся к равенству $c_{12} = c_{44}$ и требуют, чтобы силы взаимодействия были центральными, каждый атом в решетке должен являться центром симметрии и отсутствовали напряжения в кристалле. В ионных кристаллах электрическое взаимодействие ионов является преобладающим типом взаимодействия, и, кроме того, электростатические силы по своей природе центральные. Поэтому неудивительно, что соотношение Коши довольно хорошо выполняется для щелочно - галоидных кристаллов.

В изотропном твердом теле упругие характеристики не должны зависеть от направления и соотношение между деформацией и напряжением для него записывается в виде [3]:

$$\sigma_{ij} = \lambda \delta_{ij} u_{kk} + 2\mu u_{ij}, \quad \delta_{ij} = \begin{cases} 1, & i = j, \\ 0, & i \neq j, \end{cases} \quad (8)$$

где величины λ и μ называют постоянными Ламе; они полностью характеризуют упругие свойства изотропного твердого тела и определяются из соотношений

$$v_L = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}} \quad \text{и} \quad v_t = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}. \quad (9)$$

Однако для практических целей были введены упругие модули, которые связаны с постоянными Ламе следующим образом:

$$E = \frac{\mu(3\lambda + 2\mu)}{\lambda + \mu}, \quad G = \mu, \quad \sigma = \frac{\lambda}{2(\lambda + \mu)}. \quad (10)$$

При использовании упругих модулей связь со скоростями звука имеет вид:

$$v_L^2 = \frac{E(1 - \sigma)}{\rho(1 + \sigma)(1 - 2\sigma)}, \quad v_t^2 = \frac{E}{2\rho(1 + \sigma)}, \quad v_t^2 = \frac{G}{\rho}, \quad v_t^2 = \frac{E}{\rho},$$

$$v_L^2 = \frac{K + 4/3G}{\rho}, \quad \sigma = \frac{v_L^2 - 2v_t^2}{2(v_L^2 - v_t^2)}. \quad (11)$$

Здесь v_t скорость распространения продольных упругих волн в стержне («стержневая» скорость звука).

Величины E , G , K , χ , σ связаны друг с другом соотношениями

$$\frac{E}{2G} = 1 + \sigma, \quad K = \frac{1}{\chi} = \frac{E}{3(1 - 2\sigma)}, \quad (12)$$

так что достаточно знать любые две из них, чтобы определить остальные.

Распространение акустических объемных волн в кристалле с достаточной точностью можно считать адиабатическим вплоть до гиперзвуковых частот [2]. Вследствие этого постоянные жесткости монокристаллов и упругие модули поликристаллов, определяемые соответственно по соотношениям (5) и (10), (11) в динамических ультразвуковых экспериментах, являются адиабатическими.

Величина скорости звука в твердых телах зависит от ряда внешних факторов, из которых наибольший интерес представляет температурное воздействие. Обычно при понижении температуры

наблюдается монотонное возрастание скорости звука (в монокристаллах разное по различным кристаллографическим направлениям), что связано с уменьшением амплитуд тепловых колебаний узлов кристаллической решетки [8]. Отступление от указанной выше температурной зависимости скорости звука всегда обусловлено какими-либо перестройками в кристаллической решетке. Так, при переходе из твердого состояния в жидкое наблюдается скачкообразное изменение многих свойств веществ, в том числе и скорости звука. Величина скачка скорости звука при этом зависит от микроструктуры расплавленной соли и составляет 1,2 (AlSb), 2,2 (NaCl), 3,2 (CdCl₂) и 4,0 (ZnCl₂) [9].

Дисперсия скорости звука вблизи точек фазового перехода 2-го рода рассмотрена в [10]. Предполагается, что вблизи точки фазового перехода 2-го рода (T_c) термодинамический потенциал $\Phi = \Phi(p, T, \eta)$ (p – давление, η – параметр порядка), согласно феноменологической теории фазовых переходов 2-го рода Л. Д. Ландау, может быть представлен в виде известного ряда:

$$\Phi(p, T, \eta) = \Phi_0(p, T) + A(p, T)\eta^2 + \frac{1}{2}C(p, T)\eta^4, \quad (13)$$

где $\Phi_0(p, T)$ – термодинамический потенциал симметричной (высокотемпературной) фазы, A и C – коэффициенты разложения. Зависимость дисперсии от температуры, важную при анализе экспериментальных данных по измерению скорости звука вблизи точки перехода, можно определить из формул

$$v_\infty^2 - v_0^2 = \frac{T_c}{p^2} \cdot \frac{\alpha^2}{\chi_T^2} \left(\frac{1}{C_{v_1}} - \frac{1}{C_{v_2}} \right), \quad (14)$$

где α – коэффициент теплового расширения, $\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$, χ_T – изотермическая сжимаемость,

$\chi_T = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_T$, $C_{v_1}, v_\infty, u, C_{v_2}, v_0$ – соответственно теплоемкости при постоянном объеме и равно-

весные скорости звука для высоко- и низкотемпературной фаз. Из формулы (14) видно, что дисперсия должна наблюдаться в той температурной области, примыкающей к точке перехода, где $C_{v_1} > C_{v_2}$.

Постоянные податливости s_{ij} могут быть определены из измерений модулей Юнга E и модулей кручения (сдвига) G цилиндрических образцов, зависимость которых от кристаллографического направления, характеризуемого направляющими косинусами $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$, задается следующими выражениями [11]:

$$\begin{aligned} 1/E &= s_{11} - 2[(s_{11} - s_{12}) - s_{44}/2](\varphi_1^2\varphi_2^2 + \varphi_2^2\varphi_3^2 + \varphi_3^2\varphi_1^2), \\ 1/G &= s_{44} + 4[(s_{11} - s_{12}) - s_{44}/2](\varphi_1^2\varphi_2^2 + \varphi_2^2\varphi_3^2 + \varphi_3^2\varphi_1^2). \end{aligned} \quad (15)$$

Из (15) следует, что

$$\begin{aligned} s_{11} &= 1/E_{[100]}, \quad s_{44} = 1/G_{[100]}, \quad s_{12} = \frac{2}{E_{[110]}} - \frac{1}{E_{[100]}} - \frac{1}{2G_{[100]}}, \\ s_{12} &= \frac{1}{E_{[110]}} + \frac{1}{2G_{[100]}} - \frac{1}{G_{[110]}}, \quad s_{12} = \frac{1}{E_{[110]}} - \frac{1}{2G_{[110]}}. \end{aligned} \quad (16)$$

Из приведенных формул видно, что погрешность определения s_{11} и s_{44} та же, что и модулей Юнга и кручения в кристаллографическом направлении [9]. Постоянная s_{12} является малой величиной, определяемой разностью больших величин. Поэтому желательно эту постоянную находить из различных выражений формулы (16). Наибольшую точность обеспечивают измерения $E_{[110]}$ и $G_{[110]}$ на одном и том же образце.

Литература.

1. Кучин В. А., Ульянов В. Л. Упругие и неупругие свойства кристаллов. М.: Энергоатомиздат, 1986. 136 с.
2. Баранский К. Н. Физическая акустика кристаллов. М.: Изд-во МГУ, 1991. 143 с.
3. Беликов Б. П., Александров К. С., Рыжова Т. В. Упругие свойства породобразующих минералов и горных пород. М.: Наука, 1970. 274 с.
4. Никаноров С. П., Кардашев Б. К. Упругость и дислокационная неупругость кристаллов. М.: Изд-во «Наука», Гл. ред. физ.-мат. лит., 1985. 250 с.
5. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теория упругости. 4-е изд. М.: Наука, 1987. 248 с.
6. Федоров Ф. И. Теория упругих волн в кристалла. М.: Наука, 1987. 386 с.

7. Беломестных В. Н. Физико-химическая акустика кристаллов. Томск: Изд. ТРОЦа, 1998. 183 с.
8. Сокольский Ю. М. Скорость звука в простых веществах // Ж. физ. химии. 1979. Т. 53, №9. С. 2209 – 2213. Скорость звука в неорганических солях // Ж. физ. химии. 1979. Т. 53. №9. С. 2214 – 2217. Корреляция некоторых свойств неорганических солей со скоростью звука в них // Ж. физ. химии. 1982. Т. 53. №10. С. 2469 – 2472.
9. Май Л. А. О возможности оценки эффективного заряда при помощи обобщенного цикла Габера - Борна и обобщенных уравнений энергии кристаллической решетки // Изв. АН Латв. ССР. Серия хим. 1972. №5. С. 552 – 557.
10. Кравцов В. М. О величине дисперсии звука вблизи точек фазового перехода второго рода // Акуст. ж. 1963. Т. 9. №2. С. 239 – 241.
11. Асадов Ю. Г., Насиров В. И. Исследование кинетики полиморфного $\alpha \leftrightarrow \beta$ превращения в монокристаллическом нитрате калия // Кристаллография. 1972. Т. 17. №5. С. 991 – 994.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО СТРОЕНИЯ МОЛЕКУЛ ХИНОНОВ

О.Х. Полещук, д.х.н, проф., А.Г. Яркова, к.х.н., доцент, Е.В. Полицинский, к.п.н., доцент

Национальный исследовательский

Томский политехнический университет

634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, тел. (3822)-12-34-56

E-mail: olegpoleshchuk@mail.ru

В последние годы хиноидные соединения находят все новые области практического использования: медицинские препараты, аналитические реагенты, компоненты для жидкокристаллических композиций, люминофоры, флуоресцентные метки для биохимических объектов, химикаты для сельского хозяйства [1-3]. Параллельно проводят работы, связанные с выделением, идентификацией, определением роли хинонов в живых системах [4]. Безусловно, кроме практической значимости хиноны вызывают интерес еще и потому, что их физические и химические свойства зачастую оригинальны, а иногда не имеют аналогии в других классах органических веществ.

Особый интерес в настоящее время вызывают хиноны и их производные, обладающие лекарственными свойствами. Среди хиноидных соединений известны противоопухолевые, противовирусные, противовоспалительные препараты, витамины [5, 6]. Нередко биологическая активность хинонов усиливается, если в их молекулах присутствуют гетероциклические фрагменты, поэтому актуальным является поиск путей синтеза хинонов, в молекулах которых имеется конденсированный гетероцикл.

В ряде работ показано, что хиноидные соединения, содержащие в своем составе триазольный, триазолоксидный фрагменты обладают различными видами биологической активности [7].

Целью представленной работы явилось применение метода функционала плотности с использованием различных функционалов и базисных состояний в программных пакетах GAUSSIAN и ADF к анализу электронного строения и спектральных параметров некоторых хиноидных соединений с различным числом ароматических колец.

Полная оптимизация геометрии была осуществлена методом функционала плотности B3LYP [8] по программе GAUSSIAN'98W [9]. Нами использован стандартный полноэлектронный базисный набор 6-31G(d) для всех атомов. Полученные структуры являются минимумами на поверхности потенциальной энергии (ППЭ). Это следует из проведенных нами расчетов частот колебаний во всех комплексах, показывающих отсутствие мнимых значений.

Достаточно хорошо известно, что качество любых квантово-химических расчетов определяется соответствием между экспериментальными и рассчитанными геометрическими параметрами молекул. Рассчитанные нами длины связей и валентные углы исследованных молекул вместе с доступными экспериментальными данными представлены в таблице 1.

Сравнение вычисленных нами геометрических параметров с экспериментальными данными показывает, что рассчитанные длины связей в основном занижены, а валентные углы завышены. Однако проведенный анализ приводит к хорошего качества корреляционным соотношениям между рассчитанными и экспериментальными длинами связей и валентными углами [10-13] для некоторых изученных молекул (Рис.1, 2):

$$R^{\text{эксп.}} = -0.04 + 1.03 R^{\text{расч.}} \quad (r = 0.996; s = 0.02; n = 22) \quad (1)$$

Таблица 1

Экспериментальные и рассчитанные геометрические параметры
молекул юглона и нафтазарина

Молекула	Связь	R (эксп.), Å	R (расч.), Å	Валентный угол	ω (эксп), град.	ω (расч), град.
Юглон	C-C	1,35±0,02	1,34	O-C-C	120±1	119,4
	C-C	1,51±0,03	1,49	C-C-C	123±2	121,8
	C-C	1,44±0,02	1,48	C-C-C	120±2	122
	C-O	1,2±0,02	1,23	C-C-O	121±2	120,3
	O-H	1,51±0,02	1,49	C-C-C	119±1	117,5
	C-C	1,37±0,02	1,42	C-C-C	118±1	120
	C-C	1,51±0,02	1,47	C-C-C	122±1	120,7
	C-O	1,33±0,02	1,34	C-C-C	118±1	118,2
	C-C	1,44±0,02	1,41	C-C-C	122±1	120,1
	C-C	1,38±0,02	1,39	O-C-C	115±2	118,2
	C-C	1,42±0,03	1,41	C-C-C	122±1	119,4
	C-C	1,36±0,02	1,39	C-C-C	119±2	120,2
	C-C	1,4±0,02	1,42	C-C-C	120±2	121
				C-C-C	119±2	119,5
				C-C-C	118±1	120,6
				C-C-C	116±1	119,3
				C-C-C	117±1	119,4
Нафтазарин	C-C	1,431±0,006	1,47612	C-C-H	120±2	122,4
	C-C	1,342±0,007	1,34598	C-C-O	118,5±0,4	119,8
	C-C	1,413±0,007	1,42717	C-C-H	120±2	115,8
	C-C	1,427±0,005	1,4062	C-C-O	122,2±0,4	122,4
	C-C	1,436±0,006	1,41946	C-O-H	104±2	106,5
	C-C	1,342±0,007	1,37442	O-H-O	152±4	147,3
	C-O	1,301±0,004	1,24774	H-O-C	99±2	101,1
	C-O	1,288±0,004	1,33758	O-C-C	121,4±0,4	122,4
	C-H	0,96±0,005	1,08626	C-C-C	119,7±0,4	119,7
	C-H	0,98±0,005	1,08533	C-C-H	117±3	117,9
	O-H	1,06±0,05	0,99638	C-C-H	122±3	121,3
	H-O	1,59±0,05	1,7001	C-C-C	120,6±0,4	121,8
				C-C-C	119,2±0,3	117,8
				C-C-C	120±0,4	120,3
				C-C-C	119,5±0,4	119,9
				C-C-C	121,9±0,4	120,8
				C-C-C	119±0,4	119,3

$$L_{\text{эксп.}} = -17,9 + 1,14 L_{\text{расч.}} \quad (r = 0.982; s = 1.5; n = 32) \quad (2)$$

В этих и следующих корреляционных уравнениях r – это коэффициент корреляции, s – стандартное отклонение, и n – число соединений, входящих в корреляцию.

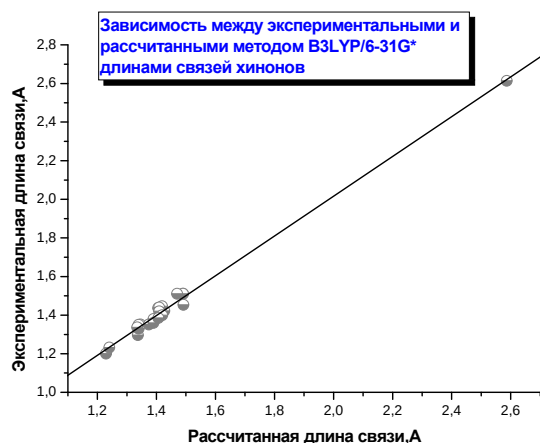


Рис. 1.

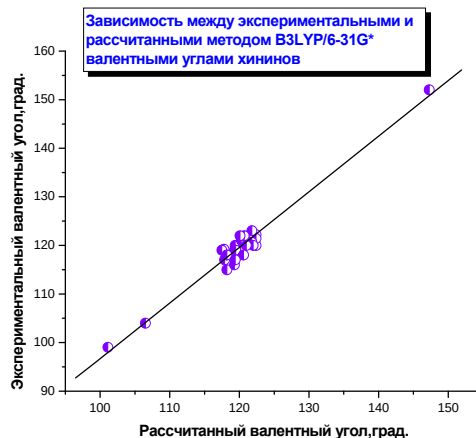


Рис. 2.

Экспериментальные [14-17] и рассчитанные нами значения длин волн УФ-спектров (λ), ИК-спектров (ω) и спектров ЯМР ^1H и ^{13}C некоторых известных хиноидных соединений позволили получить корреляционные соотношения между экспериментальными и рассчитанными параметрами Рис. 3-6.

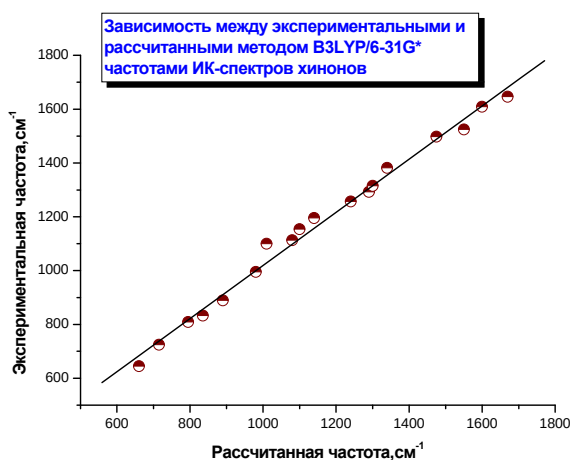


Рис. 3.

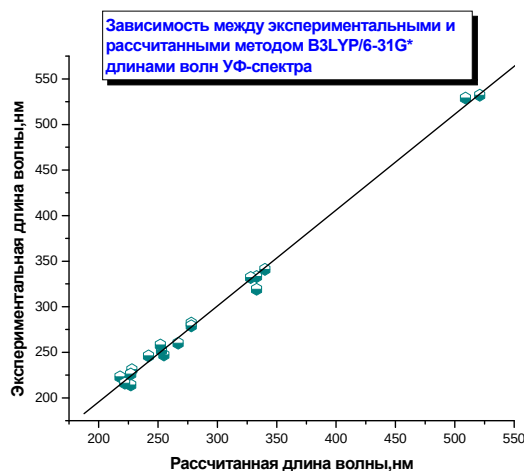


Рис. 4.

$$\omega_{\text{эксп.}} = 32 + 0,99 \omega_{\text{расч.}} \quad (r = 0.995; s = 30; n = 18) \quad (3)$$

$$\lambda_{\text{эксп.}} = -16 + 1.06 \lambda_{\text{расч.}} \quad (r=0.998; s=7; n=22) \quad (4)$$

$$\delta_{\text{эксп.}}^1\text{H} = 0.16 + 1.01 \delta_{\text{расч.}}^1\text{H} \quad (r = 0.983; s = 0,5; n = 50) \quad (5)$$

$$\delta_{\text{эксп.}}^{13}\text{C} = -1.8 + 1.05 \delta_{\text{расч.}}^{13}\text{C} \quad (r = 0.985; s = 4; n = 50) \quad (6)$$

Полученные нами корреляционные соотношения геометрических и спектральных параметров позволяют предполагать, что рассчитанные структуры молекул, по-видимому, достаточно близки к реально существующим.

Полученные результаты можно применить к объяснению образования такого интересного соединения, как хингидрон. Это интенсивно окрашенное, практически черное молекулярное соединение хинона и гидрохинона (состав 1:1). Хингидрон имеет структуру сэндвичего типа (Рис. 5). Это комплекс с переносом заряда, в котором имеется общая связывающая молекулярная орбиталь с дву-

мя электронами. При образовании хингидрона полного переноса электрона не происходит, и молекула хингидрона не обладает радикальными свойствами. В хингидроне оба фрагмента связаны водородными связями. Из вида связывающей молекулярной орбитали видно, что имеется электронная плотность между атомами кислорода и протона (Рис. 6). На разрыхляющей орбитали такой смешанной электронной плотности нет. Также в результате расчета выяснилось, что расстояние между атомами кислорода карбонильной группы и протоном гидроксо-группы равно 1.68 Å, что указывает на достаточно прочную водородную связь (Рис. 5). Рассчитанная энергия водородной связи в хингидроне равна 36 кДж/моль, что близко к энергии водородной связи в молекулах димеров карбоновых кислот (28 кДж/моль) [18]. Рассчитанный ИК-спектр показывает интенсивные полосы 2930 и 2980 см⁻¹, которые оказались валентными симметричными и анти-симметричными колебаниями O...H связей.

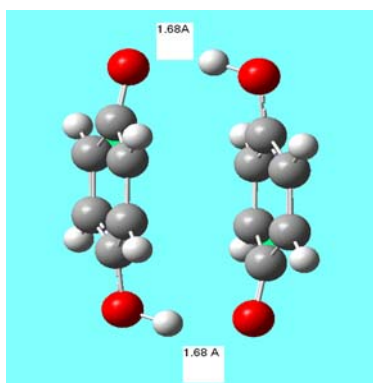


Рис. 5. Оптимизированная структура хингидрона

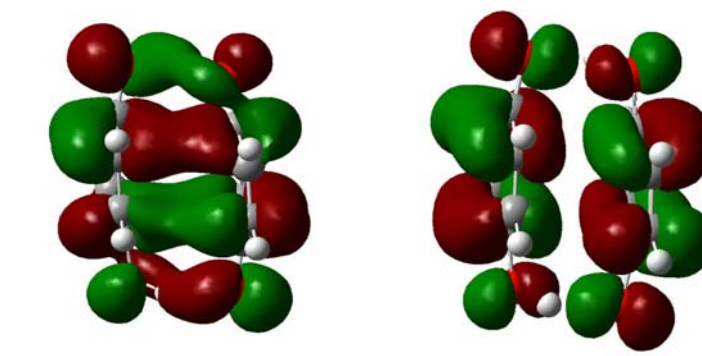


Рис. 6 Связывающая и разрыхляющая молекулярные орбитали хингидрона

Литература.

1. Krapcho P., Maresch J., Miles P. et al. // J. Med. Chem. – 1995. - Vol. 2 – P. – 803 – 824.
2. Stefanska B., Dzieduszycka M., Martelli S., et al. // J. Med. Chem. – 1993. - № 36. – P. 38-41.
3. Krapcho P., Menta E., Oliva A. // J. Med. Chem. – 1993. – Vol. 41. - №27. – P.5429-5444.
4. Музычкина Р. А. Природные антрахиноны. Биологические свойства и физико – химические характеристики. М.:ФАЗИС, 1998. – 864 с.
5. Машковский М. Д. Лекарственные средства. В двух частях. Ч. 1. М.: Медицина, 1993. – 736 с.
6. Машковский М. Д. Лекарственные средства. В двух частях. Ч. 2. М.: Медицина, 1993. – 668 с.
7. Oliva A., Ellis M., Fiocchi L., Menta E., Krapcho A. P. // J. Heterocyclic Chem. – 2000. – 37. – P. 47-55.
8. [Becke A. D. // J. Chem. Phys. 1993, 98, 5648.
9. Lee C.; Yang W.; Parr R. G. // Phys. Rev. 1988, 37, 785.
10. [Rubio P., Florencio F., Garcia-Blanco S., Rodriguez J.G.. // Acta Crystallographica, Section C. 1985. Vol.41. P.1797.
11. [Cradwick P.D., Hall D.. // Acta Crystallographica. Section B. 1971, 27, 1990.
12. [Cradwick P.D., Hall D. // Acta Crystallographica. Section B. 1971, 27, 1468.
13. [Shiau W., Duesler E.N., Paul I.C., Curtin D.Y., Blann W.G., Fufe C.A. // JACS, 1980, 102, 4546.
14. [Andersen K.B. Acta Chemica Scandinavica, 1999, 53, 222.
15. NIST Chemical Database. Standard Reference Database 17, Version 7.0 (Web Version), Release 1.4.2 Data Version 2009.01.
16. [http://webbook.nist.gov/chemistry.
17. [Yamaji T., Saito T., Hayamizu K., Yanagisawa M. and Yamamoto O., Spectral Database for Organic Compounds, SDBS. NMR. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST). Japan.
18. [Пиментел Дж., Мак-Клеллан О. Водородная связь. М.: Мир. 1964. 462 с.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПИСАНИЮ ПОЛИМОРФНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ

Т.А. Белькова, студент гр. 17390, Е.П. Теслева, к.ф.-м.н., доц.

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

В теоретическом плане полиморфное превращение, как частный случай фазового перехода, является весьма сложной и далеко еще не решенной проблемой. Здесь трудно ожидать единой теории. В настоящее время сформировались два основных подхода: статический и динамический [1]. Первый подход (пп.1-3) посвящен равновесным, или статическим, свойствам – поведению скорости звука в низкочастотном пределе, второй (пп.4,5) – динамическим свойствам – дисперсии скорости и поглощению звука.

1. Обобщенные уравнения Пиппарда. Хорошо известное уравнение Клаузиуса – Клапейрона является соотношением между наклоном dp/dT кривой фазового перехода первого рода и связанными с переходом скачками энтропии и объема. Для переходов второго рода (разрыв вторых производных от свободной энергии) соотношения между наклоном линии перехода и конечным приращением теплоемкости при постоянном давлении C_p , изобарическим коэффициентом объемного теплового расширения α и изотермической сжимаемостью χ_T определяются уравнениями Эренфеста. Вблизи перехода λ -типа эти термодинамические величины изменяются исключительно быстро, но не испытывают простого разрыва, поэтому уравнения Эренфеста неприменимы. Два новых уравнения, связывающих подобные “аномальные” величины вблизи λ -перехода, были впервые предложены Пиппардом. В точной форме, полученной Букингом и Фербенком, уравнения Пиппарда имеют вид

$$\frac{C_p}{T} = \left(\frac{dp}{dT}\right)_\lambda V_\alpha + \left(\frac{dS}{dT}\right)_t, \quad \alpha = \left(\frac{dp}{dT}\right)_\lambda \chi_T + \frac{1}{V} \left(\frac{dV}{dT}\right)_t, \quad (1)$$

где $(dS/dT)_t$ и $(1/V)(dV/dT)_t$ – медленно изменяющиеся величины, которые можно принять за постоянные.

2. Сжимаемая модель Изинга. Ренард и Гарланд [1] рассмотрели статические упругие свойства двумерного ферромагнетика Изинга, в котором спины локализованы в тяжелых частицах, образующих сжимаемую решетку. Поскольку для двумерной задачи Изинга существует аналитическое решение, оказалось возможным получить явные выражения для конфигурационного вклада в три независимые упругие константы квадратной решетки. Основная черта рассмотренной модели – слабая связь между решеточной и спиновой системами. Благодаря такому предположению свободная энергия может быть представлена в виде суммы двух независимых вкладов, один из которых отвечает полностью разупорядоченной решетке, а другой, так называемый изинговский вклад – упорядочению системы спинов. Поведение разупорядоченной решетки предполагается таким же, как в любом нормальном кристалле – оно должно полностью описываться квазигармоническими теориями. Что касается изинговского вклада в упругие постоянные, то оказалось, что зависимость модуля одноосного сжатия c_{11} от температуры при постоянной площади в основном определяется членом, пропорциональным конфигурационной теплоемкости. Наоборот, в модуле сдвига c_{44} имеется спиновый вклад, пропорциональный изинговской внутренней энергии. Другой модуль сдвига C' является более сложной функцией температуры. Однако между двумя модулями сдвига c_{44} и C' имеется близкая аналогия – их температурная зависимость одинаково характеризуется точкой перегиба с бесконечной производной при $T = T_c$.

Хотя аналитическое решение трехмерной задачи Изинга пока не найдено, но выражения для упругих постоянных в случаях кубической и квадратной решеток должны быть очень близки по форме. Тогда поведение упругих постоянных простой кубической решетки Изинга при постоянном объеме можно представить формулами

$$\frac{1}{\chi_T} \equiv c_{11}^T - \frac{4}{3} C' = \frac{1}{\chi_{T, \text{нр}}} - \frac{vT}{J^2} \frac{C_1(0, H)}{N} \left(\frac{dJ}{dv}\right)^2 + \frac{v}{J} \frac{U_1(0, H)}{N} \frac{d^2 J}{dv^2}, \quad (2)$$

$$C' = C'_{\text{нр}} - mG(0, H) - \frac{nU_1(0, H)}{NJ}, \quad (3)$$

$$C_{44} = c_{44, \text{нр}} - \frac{lU_1(0, H)}{NJ}. \quad (4)$$

Здесь $C_1(0, H)/N$ и $U_1(0, H)/N$ – отнесенные к одному спину конфигурационная теплоемкость и изинговская внутренняя энергия как функции $H = J/kT$; J – энергия взаимодействия между спинами ближайших соседей; $G(0, H)$ – трехмерный аналог некоторой функции, определенной для квадратной решетки; v – объем элементарной ячейки. Изотермический характер обратной сжимаемости $1/\chi_T$ и модуля всестороннего сжатия c_{11}^T отмечен индексом T ; модули сдвига c_{44} и C' одинаковы для изотермического и адиабатического процессов. Индекс “нр” означает вклад, связанный с неупорядоченной решеткой, коэффициенты m , n и l – температурно-независимые величины.

В качестве главного недостатка модели следует отметить, что она не учитывает флуктуаций деформации внутри решетки. Считается, что все элементарные ячейки характеризуются идентичными наборами зависящих от общей деформации параметров решетки, тогда как в действительности вблизи критической точки упорядочения параметры решетки будут флуктуировать.

3. Результаты статической скейлинг-теории. Скейлингом называют метод получения соотношений между особенностями различных величин в точке перехода из соображения подобия (масштабной инвариантности). В общей теории равновесных критических явлений особое внимание уделяется значениям различных критических индексов. Рассмотренные до сих пор соотношения подобия включали “упругие” свойства только в случае перехода жидкость – пар. В этом случае изотермическая сжимаемость χ_T имеет такую же сильную особенность, как C_p , тогда как адиабатическая сжимаемость χ_s расходится как C_v , т.е. имеет слабую сингулярность. Отсюда следует, что $u \sim |T - T_c|^{a/2}$ для $p = p_c$, $T > T_c$, $u \sim |T - T_c|^{a'/2}$ вдоль кривой сосуществования, $T < T_c$, где a и a' очень близки к нулю ($\approx 0,1 - 0,2$).

Таким образом, скорость звука при нулевой частоте должна обращаться в нуль в критической точке жидкость – пар.

4. Теория Ландау. Разработанная в 1937 г. теория Ландау [2] в настоящее время является наиболее общей и полной термодинамической теорией фазовых переходов второго рода (переходов порядок-беспорядок). Она позволяет количественно описать изменения свойств вещества в окрестности фазового перехода за исключением только узкого интервала вблизи точки перехода и относится к фазовым переходам с изменением симметрии в пределах одного (только кристаллического или только жидкого) состояния вещества.

Согласно трактовке Ландау, выше точки перехода $(T - T_c)$ система, как правило, обладает более высокой симметрией, чем ниже точки перехода $(T - T_c)$. Симметрия появляется и исчезает скачком, однако величина, характеризующая нарушение симметрии (параметр порядка η), может меняться непрерывно. При переходе от упорядоченной фазы к неупорядоченной параметр порядка η меняется от 1 до 0 (рис. 1).

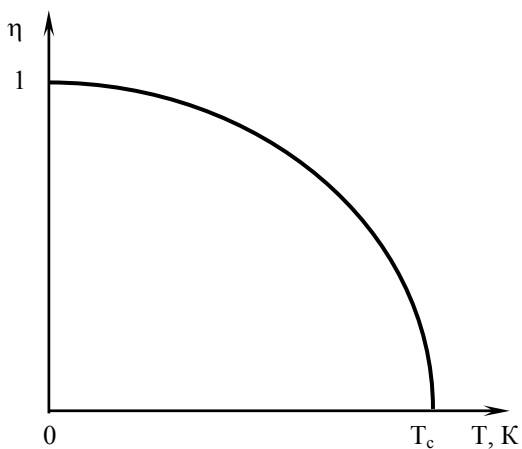


Рис. 1. Зависимость параметра порядка от температуры

Фазовые переходы, связанные с появлением в системе упорядочения, происходят в различных физических системах: упорядочение расположения атомов двух сортов в кристаллической решетке бинарного сплава; упорядочение расположения элементарных магнитных моментов в ферро- и антиферромагнетиках; упорядочение дипольных моментов в узлах решетки (сегнето- и антисегнетоэлектрики); упорядочение ориентации молекул в молекулярных кристаллах; упорядочение состояний электронов в сверхпроводниках и атомов гелия в случае сверхтекучести и др.

Появление упорядочения хотя и вызывается взаимодействием частиц, но не связано с конкретным видом взаимодействия, а имеет для разных объектов общую природу, определяемую статистическими свойствами многих час-

тиц. Специфика данной системы – характер сил взаимодействия между составляющими ее частицами

– определяет значение температуры фазового перехода, T_c в то время как поведение различных термодинамических и кинетических величин вблизи точки перехода является общим свойством всех систем многих частиц.

Согласно подходу, восходящему к Гиббсу и Ван-дер-Ваальсу и систематически развитому Д. Ландау переходы второго рода рассматриваются на основе разложения термодинамического потенциала системы в ряд по параметру порядка η :

$$\Phi(T, \eta) = \Phi_0(T) + A\eta + B\eta^2 + C\eta^3 + D\eta^4 + E\eta^5 + \dots, \quad (5)$$

где $\Phi_0(T)$ – не зависящая от η часть свободной энергии, а коэффициенты $A, B, \dots$ могут зависеть от температуры (давление для простоты полагаем неизменным). Выражение (5) можно существенно упростить. Из условия термодинамического равновесия (минимум свободной энергии, $\delta\Phi/\delta\eta = 0$) коэффициент при первой степени η равен нулю ($A=0$), так как в упорядоченной фазе $\eta = 0$. В большинстве случаев неупорядоченная фаза является центросимметричной, вследствие чего функция $\Phi(\eta)$ в окрестности $\eta = 0$ должна быть симметрична относительно оси ординат. Поэтому все коэффициенты при нечетных степенях η обращаются в нуль: $C=0, E=0, \dots$

$$\Phi(T, \eta) = \Phi_0(T) + \frac{\alpha}{2}\eta^2 + \frac{\beta}{4}\eta^4 + \frac{\gamma}{6}\eta^6 + \dots, \quad (6)$$

где коэффициенты $1/2, 1/4, 1/6$ при параметрах α, β, γ вводятся для последующего упрощения формул после дифференцирования этого выражения.

Характер фазового перехода (переход первого или второго рода) определяется знаком коэффициента при η^4 . В случае $\beta > 0$ имеем фазовый переход второго рода, причем учет коэффициента при η^6 и более высоких степенях параметра порядка становится ненужным, поскольку устойчивость системы уже обеспечена условием $\beta > 0$. Таким образом, для термодинамического описания фазового перехода второго рода в случае центросимметричной неупорядоченной фазы разложение $\Phi(T, \eta)$ по параметру порядка имеет вид

$$\Phi(T, \eta) = \Phi_0(T) + \frac{\alpha}{2}\eta^2 + \frac{\beta}{4}\eta^4, \quad (7)$$

где $\alpha = \alpha_0(T - T_c)$ и $\beta > 0$. Конкретный вид (7) зависит от физического смысла η . В рамках этой теории для восприимчивостей получается закон Кюри $\chi \approx |T - T_c|^{-1}$, спонтанное намагничение M или спонтанная электрическая поляризация P при $(T > T_c)$ изменяется по закону $M \approx (T - T_c)^{-1/2}, P \approx (T - T_c)^{-1/2}$ и т.д. Вместе с тем в теории Ландау в общем не находит объяснения аномальный температурный ход теплоемкости и других величин при $T \rightarrow T_c$. В непосредственной близости к T_c эксперименты дают для χ, M и P другие показатели степени, неравные 1 и 1/2. Ограничения теории Ландау связаны с пренебрежением флуктуациями, которые сильно развиты в окрестности фазового перехода.

5. Флуктуационные теории. Большое количество теорий, касающихся распространению звуковых волн вблизи критических точек или кооперативных фазовых переходов, основывается на учете больших флуктуаций в таких системах. Согласно флуктуационно-диссипационной теореме, линейный отклик системы на внешнее возмущение может быть выражен через внутренние флуктуации, происходящие в той же системе, когда она находится в тепловом равновесии. В случае ультразвуковых исследований наиболее интересной динамической величиной является затухание α или тесно связанный с ним коэффициент диссипации звуковых волн D_s .

Теоретические исследования разнообразных динамических свойств вблизи фазовых переходов развиваются очень активно, и состояние теории быстро изменяется.

Литература.

1. Физическая акустика. Принципы и методы / Под ред. У. Мэзона и Р. Терстона. – М.: Мир, 1974. – Т.7. – 430с.
2. Parsonage N.G., Staveley L.A.K. Disorder in Crystals. Oxford: Clarendon Press, 1978. 482 p.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ О КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ

А.П. Цеплит, аспирант, ст. преподаватель, А.А. Григорьева, к.т.н., доцент*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

** Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева*

652050, г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451)64942

E-mail: antonina505@mail.ru

Характерной чертой процесса принятия решений о конкурентоспособности инновационной продукции (ИП) является его непрерывность. Это связано с тем, что конкурентоспособность инноваций необходимо проследивать на всех этапах их жизненного цикла. В связи с этим это будет не одна, а система моделей, т.к. разные модели будут применяться для получения оценок конкурентоспособности на основных этапах жизненного цикла инновационной продукции.

Задача определения конкурентоспособности ИП является многокритериальной и относится к классу слабоструктурированных задач, которые содержат как количественные, так и качественные элементы, причем малоизвестные и неопределенные стороны задачи имеют тенденцию доминировать. Модель данной задачи может быть построена на основе дополнительной информации, получаемой от лица, принимающего решение (ЛПР). Поэтому при моделировании процесса принятия решений о конкурентоспособности инновационной продукции используются методы многокритериальной оценки альтернатив. Основоположник теории нечетких множеств Л. Заде отмечал, что обычные методы анализа систем и моделирования на ЭВМ, основанные на точной обработке численных данных, по существу не способны охватить огромную сложность процессов человеческого мышления и принятия решений. Следовательно при построении моделей принятия решений о конкурентоспособности продукции помимо многокритериального подхода возникает необходимость использования нечеткой логики, нечетких понятий и отношений, позволяющих моделировать плавное, постепенное изменение свойств, а также неизвестные функциональные зависимости, выраженные в виде качественных.

Модель прогнозирования потребительских предпочтений ИП на стадии маркетинговых исследований

Спрос на инновационную продукцию порождается потребностями (предпочтениями) и возможностями потребителей. Прогнозируя спрос, нельзя ориентировать производство продукции лишь на удовлетворение потребностей или предпочтений потребителей без учета реальной платежеспособности тех, для кого предназначается конкретная продукция, и тех факторов, которые влияют на поведение покупателей (цена, степень необходимости продукции, качество, престиж и т.д.). Однако, следует помнить, что спрос на продукцию определяет ее конкурентоспособность с позиции потребителя. В то же время конкурентоспособность продукции определяется ее технико-экономическими характеристиками, которым уделяет существенное внимание производитель. То есть возникает диалог между потребителем и производителем продукции, в ходе которого осуществляется прогнозирование предпочтений потребителей и выявляется их отношение к продукции с целью дальнейшего воздействия на спрос. Для оценки отношений потребителя к технико-экономическим характеристикам продукции и оптимизации диалога между потребителем и производителем наукоемкой продукции предлагается методика, которая включает в себя следующие этапы [1].

Этап 1. Составляется перечень возможных потребительских требований-предпочтений (ПТ) к исследуемой продукции. Потребительские требования формулируются на языке потребителя.

Этап 2. Оценка значимости каждого требования, т.е. проставление рейтинговой оценки каждому требованию потребителя. Это достигается путем проведения экспертных опросов потенциальных потребителей. Трудоемкость этого этапа зависит от количества респондентов и числа выявленных требований.

Этап 3. Формирование комплекса технико-экономических характеристик (ТЭХ) продукции, по которому будет производиться оценка уровня конкурентоспособности продукции с одной стороны, а с другой – отношение потребителя к продукции. ТЭХ формулируются на профессиональном языке (языке производителя).

Этап 4. Строится матрица размерностью $M \times N$ (M – количество ТЭХ продукции, N – количество потребительских требований). Причем для удобства пользования потребительские требования обычно ранжируются в порядке убывания значимости.

Этап 5. Определение жесткости связи между ПТ и ТЭХ. Это самый трудоемкий этап методики. Во-первых, встает вопрос, какой вид регрессионной зависимости использовать. Анализ литературы по структурированию функций качества показал, что обычно используются линейные зависимости, так как они вполне подходят в качестве первого приближения. Мерой жесткости связи выступает при этом статистический коэффициент корреляции. Во-вторых, необходимо выбрать относительную шкалу оценки жесткости связи. Очевидно, лучше всего использовать экспертные оценки для избежания рутинных расчетов. Выбор дискретных значений шкалы субъективен и определяется психологией эксперта. Однако, для того, чтобы использовать данные значения в качестве коэффициента корреляции, необходимо применить шкалу с интервалом значений от -1 до 1 . Негативная связь между показателями означает, что рост потребительского требования влечет за собой снижение значения ТЭХ продукции. Наоборот, положительная связь означает, что рост потребительского требования способствует увеличению значения ТЭХ продукции.

Этап 6. Определение рейтинговых оценок ТЭХ продукции. На этом этапе записываются итоговые многофакторные регрессионные зависимости ТЭХ от ПТ. Полученные таким образом оценкам ТЭХ можно использовать в качестве рейтингов технико-экономических показателей продукции. То есть это ключевые индикаторы, позволяющие судить о том, каким характеристикам должен уделять первоочередное внимание производитель продукции при решении задачи максимального удовлетворения потребительских требований (предпочтений).

Этап 7. Определение интегральной оценки конкурентоспособности продукции. Ее можно представить как средневзвешенную из технико-экономических характеристик. Весами могут служить значимости характеристик по степени влияния на уровень конкурентоспособности продукции. Данные веса также можно определять экспертным путем.

Модель прогнозирования потребительских предпочтений позволяет достаточно корректно и достоверно рассчитать вероятный спрос, мотивацию поведения потребителей, их отношение к предлагаемой продукции.

Универсальная модель рейтинговой оценки конкурентоспособности ИП на стадии синтеза идеи и НИОКР

Модель базируется на основе метода расчета степеней предпочтения с учетом порога предпочтительной конкурентоспособности [2]. В модели приняты следующие допущения: существование определенного уровня компетентности экспертов; характеристика продукции p признаками; варьирование степени важности признаков (критериев) при присвоении данной продукции рейтинга между экспертами; предпочтение одного вида продукции другому, если его признаки по своей степени важности более близки к оценке экспертов.

Предполагается, что $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ – множество экспертов, $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_p\}$ – множество признаков (критериев) продукции и $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_m\}$ – множество видов продукции (альтернатив).

Алгоритм работы модели следующий:

1. Анализ данных об альтернативах (инновационной продукции).
2. Анализ сведений о признаках (критериях) конкурентоспособности продукции.
3. Формирование матрицы важности признаков продукции экспертами (R).
4. Формирование матрицы степеней совместимости видов альтернатив (продукции) с признаками (S).
5. Расчет матрицы взвешенных степеней предпочтения продукции экспертами (T).
6. Расчет матрицы выпуклых пересечений степеней предпочтения продукции экспертами (W).
7. Расчет порога предпочтительной конкурентоспособности инноваций
8. Расчет рейтинга продукции.

Данную модель можно применить на всех этапах жизненного цикла ИП, меняя систему критериев. На начальных стадиях (маркетинговые исследования, синтез идеи, НИОКР) используются следующие критерии: A_i – коэффициент актуальности решенной технической задачи; Pr – коэффициент соответствия решенной технической задачи программам важнейших работ научно-технического прогресса; S_z – коэффициент сложности технической задачи; O_i – коэффициент объема использования решенной технической задачи; $Ш_o$ – коэффициент широты охвата охранными мероприятиями решенной технической задачи.

На этапе производства, реализации, эксплуатации используются следующие критерии: «значимость технического решения» ($З_{тр}$), финансовый приоритет от выпуска продукции ($\Phi_{п}$), критерии

эффективности производства ($\mathcal{E}_\Pi$) и сбыта продукции ($\mathcal{E}_C$). Можно вместо критерия «значимость технического решения» ($\mathcal{Z}_{\text{тр}}$) использовать признак инновационной продукции NPV – чистая текущая стоимость.

Проведем апробацию рейтинговой модели на примере оценки конкурентоспособности шахтных крепей. Оценку производили десять экспертов (x_i). Оценивались следующие марки шахтных крепей (альтернатив): z_1 – 1УКП (Украина), z_2 – Тагор 13 / 29 – 03 (Польша), z_3 – Фазос 12/25 (Польша), z_4 – М -138 /2 (ОАО «Юргинский машиностроительный завод»). Продукция оценивалась по следующим критериям: Y_1 – коэффициент актуальности решенной технической задачи (A_i); Y_2 – коэффициент соответствия решенной технической задачи программам важнейших работ научно-технического прогресса (Пр); Y_3 – коэффициент сложности технической задачи (C_3); Y_4 – коэффициент объема использования решенной технической задачи (O_i); Y_5 – коэффициент широты охвата охраняемыми мероприятиями решенной технической задачи (Шо). Данные критерии входят в состав показателя «Значимость технического решения» [3].

Матрица нечеткого бинарного отношения R представлена в таблице 1.

Таблица 1

Матрица нечеткого бинарного отношения

Эксперты \ Веса	A_i	Пр	C_3	O_i	Шо
	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5
X_1	0	1	0	0	1
X_2	0	0	1	0	1
X_3	0	0	0	1	0
X_4	1	1	1	1	1
X_5	0,8	0,4	0,5	0,9	0,7
X_6	0,7	0,3	0,4	0,8	0,2
X_7	0,5	0,8	0,8	0,2	0,3
X_8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
X_9	0,6	0,7	0,8	0,5	0,4
X_{10}	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

В этой матрице элементы каждой строки выражают относительные степени важности признаков в принятии экспертом решения о присвоении рейтинговой оценки.

Затем эксперты оценивают степень принадлежности или совместимости продукции z с признаком (критерием) y . В матричной форме (S) это представлено в таблице 2.

Таблица 2

Степень совместимости продукции с критериями

Продукция \ Признаки		Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
A_i	Y_1	0,9	0,1	0,5	0,7
Пр	Y_2	0,5	0,9	0,6	0,6
C_3	Y_3	0,4	0,9	0,5	0,4
O_i	Y_4	0,8	0,1	0,5	0,6
Шо	Y_5	0,1	0,1	0,1	0,1

На основе расчета функции принадлежности, получаем матрицу взвешенных степеней предпочтения продукции экспертами (T) [4].

Наконец, из матрицы T получаем матрицу выпуклых пересечений степеней предпочтения инноваций экспертами W .

На основе матрицы W и условия:

$$w_{ij} < \min_x \max_x \min [\mu_{A_i}(x, z_i), \mu_{A_j}(x, z_j)] ,$$

рассчитаем порог предпочтительной конкурентоспособности альтернативы [4]. В нашем случае $w = 0,61$. Применяя 0,61 в качестве порога различения, определим следующие совокупности экспертных оценок для продукции: $P_1=\{x_5, x_9\}$; $P_2=\{x_7, x_9\}$; $P_3=\{x_5, x_9\}$; $P_4=\{x_5, x_9\}$.

Рассчитаем рейтинг продукции:

$$Rcp(z_1) = (0,707+0,61)/10=0,132;$$

$$Rcp(z_2)=0,145; Rcp(z_3)=0,128; Rcp(z_4)=0,130.$$

Эта модель, по сути, является универсальной. Оправданным будет применение модели к экспертизе конкурентоспособности предприятий или инвестиционных проектов

Выявлено, что конкурентоспособность продукции на разных сегментах потребительского рынка является различной. Следовательно, производитель должен вначале осуществить правильную сегментацию потребительского рынка, а затем уже рассчитывать рейтинг продукции.

Интегральная модель оценки конкурентоспособности ИП на этапах производства, реализации и эксплуатации инновационной продукции

Данная модель быстро и объективно отображает картину положения продукции на рынке на стадиях производства, реализации и эксплуатации продукции. Основой расчета конкурентоспособности продукции является оценка четырех групповых критериев конкурентоспособности: «значимость технического решения» ($\mathcal{Z}_{тр}$), финансовый приоритет продукции (Φ_n), эффективность производства ($\mathcal{E}_n$) и сбыта продукции ($\mathcal{E}_c$). Для обеспечения репрезентативности критерии имеют коэффициенты весомости. Определение этих коэффициентов проводится методом попарных сравнений [5].

Расчет коэффициента конкурентоспособности проводится по формуле:

$$K_n = a_1 \cdot \mathcal{E}_n + a_2 \cdot \Phi_n + a_3 \cdot \mathcal{E}_c + a_4 \cdot \mathcal{Z}_{тр}, \quad (1)$$

где K_n – коэффициент конкурентоспособности продукции;

$\mathcal{E}_n$ – значение критерия эффективности производственной деятельности предприятия;

Φ_n – значение критерия финансового приоритета от выпуска продукции;

$\mathcal{E}_c$ – значение критерия эффективности организации сбыта;

$\mathcal{Z}_{тр}$ – значение показателя «значимость технического решения»;

a_1, a_2, a_3, a_4 – коэффициенты весомости (степени принадлежности).

Алгоритм расчета интегрального коэффициента конкурентоспособности включает 3 этапа:

1. Расчет единичных показателей конкурентоспособности и перевод показателей в баллы. Для этого производится их сравнение с базовыми показателями: среднеотраслевыми, аналога-конкурента, за прошлый отрезок времени, лидера-конкурента на рынке. В целях перевода показателей в относительные величины (баллы) используется десятичная шкала от 0 до 1.

2. Расчет критериев по соответствующим формулам.

3. Расчет коэффициента конкурентоспособности по формуле 1.

Модифицированная интегральная модель оценки конкурентоспособности ИП

Главной целью внедрения инновационной продукции является максимизация благосостояния собственников инновационно активного предприятия, то есть прирост рыночной стоимости организации и сумм выплачиваемых дивидендов. Наиболее близок к рыночной стоимости предприятия критерий чистой текущей стоимости (NPV). Действительно, NPV можно рассматривать как цену, по которой инвестор мог бы продать инновационную продукцию, получив нормальную экономическую прибыль. Применение NPV в качестве оценочного критерия предпочтительно потому, что он: отражает реальный экономический эффект инвестиций в инновации, то есть приведенные к настоящему времени доходы за вычетом издержек; характеризует приток денежных средств, которые могут быть направлены на сбережения (капитализированы) и на потребление (выплачены в виде дивидендов). Это особенно актуально, так как осуществление инновационной политики промышленного предприятия происходит посредством успешной реализации конкретных инновационных проектов. В связи с этим, вместо критерия «значимость технического решения» в ранее разработанной модели будем использовать критерий чистой текущей стоимости, следовательно интегральная модель будет выглядеть следующим образом:

$$K_n = a_1 \cdot \mathcal{E}_n + a_2 \cdot \Phi_n + a_3 \cdot \mathcal{E}_c + a_4 \cdot NPV, \quad (2)$$

где NPV – чистая текущая стоимость.

NPV определяется как разность дисконтированных денежных потоков поступлений и платежей, производимых в процессе реализации инновационного проекта. Экономический смысл NPV можно представить как результат, получаемый немедленно после принятия решения об осуществлении инновационного проекта. Положительное значение NPV свидетельствует о целесообразности принятия решения о финансировании и реализации инновационного проекта, а при сравнении альтернативных вариантов экономически выгодным считается вариант с наибольшей величиной NPV .

Взаимосвязь моделей принятия решений о конкурентоспособности ИП

Предложенная система моделей позволяет охватить все этапы жизненного цикла инновационной продукции. Выходная информация оценки конкурентоспособности ИП на начальных стадиях жизненного цикла продукции становится входной информацией для оценки конкурентоспособности на последующих этапах жизненного цикла продукции. Существует возможность обработки качественной информации и преобразования ее в количественные оценки, что особенно важно на этапах синтеза идеи и маркетинговых исследованиях. В зависимости от цели исследования конкурентоспособности инноваций ЛПР может останавливаться на любом из уровней системы и самостоятельно решать, в зависимости от текущей ситуации, на какие критерии стоит обратить внимание и включить в анализ.

Литература.

1. Григорьева А.П. (Цеплит А. П.) Прогноз потребительских предпочтений инновационной продукции на стадии маркетинговых исследований // Современные технологии поддержки принятия решений в экономике: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых/ Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – С195-197.
2. Григорьева А.П. (Цеплит А.П.) Оценка конкурентоспособности инноваций по критериям показателя «значимость технического решения» // Сборник материалов VI Всерос., 59-й научно-практической конференции с международным участием «Россия молодая», 22-25 апр. 2014 г., Кемерово [Электронный ресурс] / ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева»; редкол.: В. Ю. Блюменштейн (отв. ред.) [и др.]. – Кемерово, 2014.
3. Осипов Ю.М. Показатель «значимость технического решения» имитационной модели АСУ конкурентоспособностью продукции // Автоматизация и современные технологии. - М., 1994. № 3. С.33-35.
4. Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения: Пер. с англ./ Под. ред. Р.Р. Ягера.–М.: Радио и связь, 1986.–С.339-347.
5. Grigoreva A.P. (Цеплит А.П.) Integrated model of assessment competitive innovation products based on fuzzy sets theory// Европейский исследователь. Мультидисциплинарный научный журнал. №5, 2011, С. 605-606

РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ МЕТОДОМ ЛАПЛАСА И ОТРЫВА ПЛАСТИНЫ

И.В. Карпионова, студент гр. 17Г20, Е.П. Теслева, к.ф.-м.н., доц.

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

В окружающем нас мире повседневных явлений действует сила, на которую мы обычно не обращаем никакого внимания. Сила эта сравнительно невелика, ее действия никогда не вызывают мощных эффектов. Тем не менее, мы не можем налить воды в стакан, вообще ничего не можем проделать с какой-либо жидкостью без того, чтобы не привести в действие силы поверхностного натяжения.

Поверхностное натяжение – явление вызванное притяжением молекул поверхностного слоя к молекулам внутри жидкости. Сила поверхностного натяжения – сила, направленная по касательной к поверхности жидкости, перпендикулярно участку контура, ограничивающего поверхность, в сторону ее сокращения.

Смачивание – явление, возникающее вследствие взаимодействия молекул жидкости с молекулами твердых тел и приводящее к искривлению поверхности жидкости у поверхности твердого тела.

Если силы взаимодействия между молекулами жидкости и молекулами твердого тела больше сил взаимодействия между молекулами самой жидкости, то жидкость смачивает поверхность твердого тела. В этом случае жидкость подходит к поверхности твердого тела под некоторым острым углом θ , характерным для данной пары жидкость – твердое тело. Угол θ называется краевым углом.

Если силы взаимодействия между молекулами жидкости превосходят силы их взаимодействия с молекулами твердого тела, то краевой угол θ оказывается тупым. В этом случае говорят, что жидкость не смачивает поверхность твердого тела. При полном смачивании $\theta = 0$, при полном несмачивании $\theta = 180^\circ$.

Очень разнообразна роль поверхностных явлений в жизни живой природы. Например, поверхностная плёнка воды является опорой при движении многих организмов. Клоп-водомерка умело использует силу поверхностного натяжения, удерживающую его на поверхности воды. Он не тонет, поскольку вес клопа меньше силы поверхностного натяжения. Без этих сил мы не могли бы писать чернилами. Обычная ручка не зачерпнула бы чернил из чернильницы, а автоматическая сразу же поставила бы большую кляксу, опорожнив весь свой резервуар. Нельзя было бы намылить руки: пена не образовалась бы. Благодаря действию сил поверхностного натяжения капля росы имеет форму шара, а на бокалах с вином наблюдается эффект, получивший название «слезы вина».

Поверхностное натяжение является определяющим фактором многих технологических процессов: флотации, пропитки пористых материалов, нанесения покрытий, моющего действия, порошковой металлургии, пайки и др. Велика роль поверхностного натяжения в процессах, происходящих в невесомости.

Существующие методы определения поверхностного натяжения делятся на три группы: статические, полустатические и динамические.

Статическими методами определяется поверхностное натяжение практически неподвижных поверхностей, образованных задолго до начала измерений и поэтому находящихся в равновесии с объемом жидкости. К этим методам относится метод капиллярного поднятия и метод лежащей или висящей капли (пузырька), метод Лапласа.

Полустатическими называются методы определения поверхностного натяжения границы раздела фаз, возникающей и периодически обновляемой в процессе измерения (метод максимального давления пузырька и стагмометрический метод), а также методы отрыва кольца и метода втягивания пластины. Эти методы позволяют определить равновесное значение поверхностного натяжения, если измерения производятся в таких условиях, что время, в течение которого происходит формирование поверхности раздела, значительно больше времени установления равновесия в системе.

Динамические методы основаны на том, что некоторые виды механических воздействий на жидкость сопровождаются периодическими растяжениями и сжатиями ее поверхности, на которые влияет поверхностное натяжение. Этими методами определяется неравновесное значение. К динамическим методам относятся методы капиллярных волн и колеблющейся струи.

В качестве методов экспериментального определения коэффициента поверхностного натяжения нами были выбраны статический метод Лапласа и полустатический метод отрыва пластины.

В лаборатории физики ЮТИ ТПУ специально для экспериментов были сконструированы две установки. Проверка установок производилась с помощью дистиллированной воды, коэффициент поверхностного натяжения которой известен.

Метод Лапласа. Установка состояла из жидкостного манометра, капилляра, пробирки и крана. В качестве рабочих жидкостей мы использовали не маслянистые жидкости: дистиллированную воду, питьевую минеральную столовую воду «Сибирянка», солевой раствор NaCl (с=24%), муравьиный спирт.

Метод отрыва пластины. Установка состояла из рычажных весов, тонкой металлической пластины и шпирца. В качестве рабочих жидкостей мы использовали: дистиллированную воду, питьевую минеральную столовую воду «Сибирянка», солевой раствор NaCl (с=24%), муравьиный спирт, керосин, растительное масло, глицерин. Результаты измерений для дистиллированной воды приведены в таблицах 1 и 2. Абсолютную погрешность измерений рассчитывали методом среднего арифметического. Полученные результаты измерений близки к табличным.

Таблица 1

Поверхностное натяжение дистиллированной воды (метод Лапласа)
($p=748$ мм.рт. ст., $t=25^{\circ}\text{C}$)

№ п/п	$H, 10^{-3}$ м	$\sigma, 10^{-3}$ Н/м	$\sigma_{\text{ср}}, 10^{-3}$ Н/м	$\Delta\sigma, 10^{-3}$ Н/м	$\varepsilon, \%$
1	7	65,1	72,54	4,464	5,4
2	7	65,1			
3	8	74,4			
4	8	74,4			
5	8	74,4			
6	9	83,7			
7	7	65,1			
8	8	74,4			
9	8	74,4			
10	8	74,4			

Таблица 2

Поверхностное натяжение дистиллированной воды (метод отрыва пластины)
($p=748$ мм.рт. ст., $t=25^{\circ}\text{C}$)

№ п/п	$V, 10^{-6}$ м ³	$m_b, 10^{-3}$ кг	$\sigma, 10^{-3}$ Н/м	$\sigma_{\text{ср}}, 10^{-3}$ Н/м	$\Delta\sigma, 10^{-3}$ Н/м	$\varepsilon, \%$
1	0,52	0,52	74,42	72,70	1,716	2,7
2	0,50	0,50	71,56			
3	0,54	0,54	77,28			
4	0,49	0,49	70,13			
5	0,51	0,51	72,99			
6	0,49	0,49	70,13			
7	0,50	0,50	71,56			
8	0,50	0,50	71,56			
9	0,51	0,51	72,99			
10	0,52	0,52	74,42			

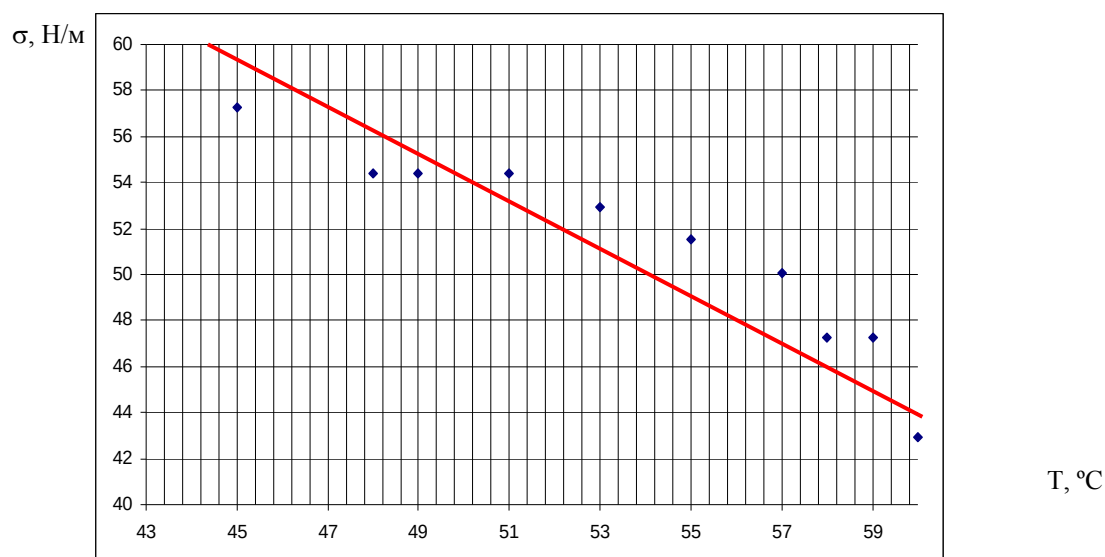


Рис. 1. Температурная зависимость поверхностного натяжения для дистиллированной воды

Наблюдается хорошее согласие результатов полученных двумя методами, например: дистиллированная вода – 72,70 и 72,54 Н/м; «Сибирянка» – 76,71 и 80,91 Н/м; муравьиный спирт – 43,08 и 37,2 Н/м.

Кроме того, была определена температурная зависимость поверхностного натяжения для дистиллированной воды (рис. 1). Нами также были проанализированы методы изменения поверхностного натяжения жидкости. Для этого мы добавляли соль и мыльный раствор в дистиллированную воду.

Таким образом, в процессе выполнения данной работы мы:

- изучили физику данного явления;
- познакомились с методами определения поверхностного натяжения жидкостей (метод Лапласа; метод отрыва пластины);
- экспериментально определили коэффициент поверхностного натяжения для различных жидкостей, сравнив их с табличными значениями.

Опираясь на результаты проделанной работы, можно сделать следующие выводы:

1. Из исследованных нами жидкостей самый высокий показатель поверхностного натяжения у солевого раствора, а самый низкий у растительного масла.
2. Увеличение температуры жидкости ведёт к уменьшению её поверхностного натяжения.
3. Введение примесей в жидкость приводит к изменению поверхностного натяжения. Увеличение концентрации соли приводит к увеличению поверхностного натяжения жидкости, мыльного раствора – к уменьшению.

Литература.

1. Хайдаров Г.Г., Хайдаров А.Г., Машек А.Ч. Физическая природа поверхностного натяжения жидкости // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 4 (Физика, химия). 2011. Выпуск 1. с.3-7.
2. Элементарный учебник физики: Учебное пособие. В 3 т./ Под ред. Г.С. Ландсберга: Т. 1. Механика. Теплота. Молекулярная физика – 13-е изд. – М.: Физматлит, 2003. — 608 с.
3. Поверхностное натяжение [Электронный ресурс] – URL: http://www.physbook.ru/index.php/SA_Поверхностное_натяжение

РАСЧЕТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ ПРИ СВАРКЕ С УПРАВЛЯЕМЫМ КАПЛЕПЕРЕНОСОМ ЭЛЕКТРОДНОГО МЕТАЛЛА

*Н.В. Павлов, ст. преподаватель, А.В. Крюков, к.т.н., доц., Е.А. Зернин, к.т.н., доц.,
В.А. Полищук, студент гр. 10690*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451) 5-09-06
E-mail: pavlin123@rambler.ru*

Реализация большинства сварочных процессов связана с нагревом деталей разными видами источников теплоты, а эффективность того или иного сварочного процесса определяется условиями нагрева и охлаждения основного и присадочного материала. Характер протекания тепловых процессов определяет производительность плавления основного и присадочного материалов, направление и полноту протекания металлургических процессов в сварочной ванне, условия формирования структуры металла шва и зоны термического влияния. Условия нагрева и охлаждения во многом определяют характер и уровень остаточных напряжений в сварной конструкции, а также ее деформацию. Поэтому в инженерной практике часто возникает необходимость расчетного определения температурно-временных параметров термических циклов сварки в различных зонах свариваемых деталей, размеров зон нагрева, скоростей нагрева и охлаждения [1,2].

В середине XX в. Рыкалиным Н.Н. были получены теоретические выкладки для расчета температурных полей в телах при их нагреве различными источниками теплоты.

Однако существующие работы в данной области в основном направлены на процессы сварки со стационарным движением электродной проволоки.

При этом в последние годы, при производстве сварных металлоконструкций, все более широкое применение находят способы сварки с управляемым каплепереносом электродного металла (УКЭП) [3].

В основу процесса дуговой сварки с УКЭП, положено использование дополнительной силы (силы инерции, действующей в период торможения электрода), которая прикладываясь к капле, резко изменяет характер плавления и переноса электродного металла аналогично импульсу электродинамической силы при импульсно - дуговом процессе.

В качестве защитного газа используется смесь (70%Ar+30%CO₂), что позволяет обеспечить лучшее формирование шва и меньшую величину разбрызгивания электродного металла, чем при сварке в чистом углекислом газе [4].

Цель работы: Адаптация существующей классической теории распределения температурных полей для способа сварки с УКЭМ в смеси газов

Для решения поставленной цели базовыми были взяты:

- алгоритм расчета распределения температурного поля предельного состояния от линейного источника постоянной мощности, движущегося прямолинейно с постоянной скоростью, в бесконечной пластине с теплоотдачей [1]

$$T = \frac{q}{2\pi\delta\lambda} e^{\frac{V_{св}x}{2a}} \text{Ko}\left(\frac{V_{св}r}{2a} \sqrt{1 + \frac{4ba}{v^2}}\right), \quad (1)$$

где q – эффективная тепловая мощность, определяемая по формуле:

где η – к.п.д. источника.

λ – коэффициент теплопроводности;

a – коэффициент поверхностной теплопроводности;

b – коэффициент поверхностной теплоотдачи, определяемый по формуле:

δ – толщина металла;

$V_{св}$ – скорость сварки;

x – расстояние вдоль оси Ox от источника до точки, берется со знаком плюс если точка находится впереди источника, и со знаком минус, если точка – позади источника.

$\text{Ko}(U)$ – коэффициент Бесселя нулевого порядка, берется по таблице в зависимости от величины аргумента U ;

r – расстояние от источника до точки, в которой определяется температура, определяется по формуле:

где y – расстояние вдоль оси Oy от источника до точки, берется со знаком плюс если точка находится впереди источника, и со знаком минус, если точка – позади источника.

- алгоритм расчета скорости охлаждения в зависимости от температуры:

$$\omega(T) = -2\pi\lambda c\rho \frac{(T - T_H)^3}{\left(\frac{q}{V_{св}\delta}\right)^2}, \quad (2)$$

Данные выражения требуют адаптации вследствие того, что в процессе сварки с УКЭМ происходит постоянное изменение длины дуги и соответственно силы тока, амплитуда тока за один период каплепереноса изменяется в пределах от 64 до 368А. На основании этого среднее значение определяется в зависимости от длительности каждого из двух периодов (рисунок 1).

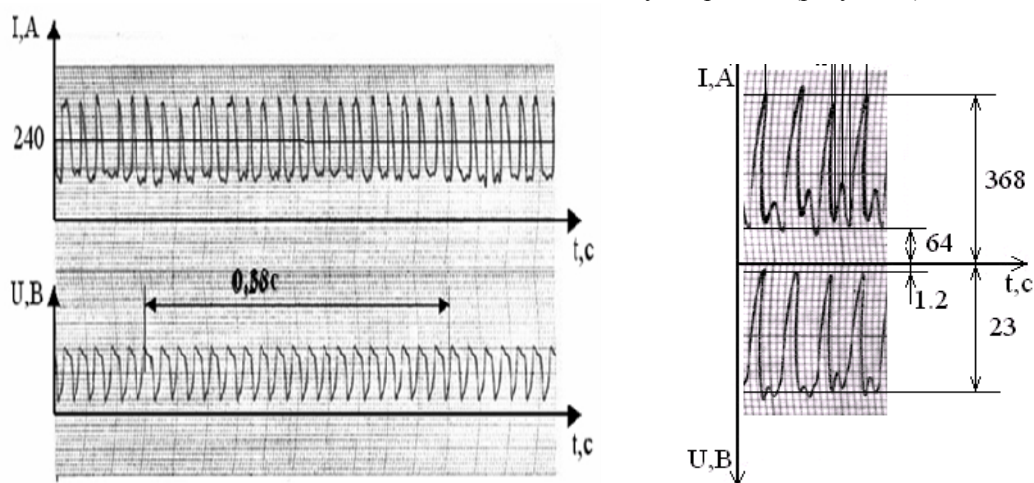


Рис. 1. Осциллограмма процесса сварки с управляемым каплепереносом электродного металла в смеси газов

Основываясь на полученных осциллограммах расчет эффективной тепловой мощности источника теплоты следует осуществлять согласно формуле:

$$q = \eta U \left(\frac{(I_1 t_1) + (I_2 t_2)}{t_{\text{ц}}} \right), \quad (3)$$

где t_1 – длительность сварочного тока при коротком замыкании, с; t_2 – длительность сварочного тока в период образования капли электродного металла, с; $t_{\text{ц}}$ – длительность цикла сварки.

На основе выражения (3) алгоритмы расчета распределения температурных полей на поверхности изделия (T) и скорости охлаждения на оси шва при заданной температуре ($\omega(T)$) будут выглядеть следующим образом:

$$T = \frac{\left(\frac{(I_1 t_1) + (I_2 t_2)}{t_{\text{ц}}} \right) U \eta}{2\pi\delta\lambda} e^{-\frac{V_{\text{св}} x}{2a}} \text{Ko} \left(\frac{V_{\text{св}} r}{2a} \sqrt{1 + \frac{4ba}{v^2}} \right), \quad (4)$$

$$\omega(T) = -2\pi\lambda c p \frac{(T - T_{\text{н}})^3}{\left[\frac{\left(\frac{(I_1 t_1) + (I_2 t_2)}{t_{\text{ц}}} \right) U \eta}{V_{\text{св}} \delta} \right]^2}, \quad (5)$$

Проверка адекватности модели. Проверка адекватности моделей выполнена при сварке серии образцов стыкового соединения без зазора. В состав экспериментальной установки входили: автоматическая сварочная головка ГСП-2, укомплектованная механизмом обеспечивающим управляемым перенос электродного металла [5], источник питания ВС-300Б, смесительное оборудование, состоящее из трех ротаметров и смесительной камеры.

Для исследования, использовались пластины, из стали 12Х18Н9Т (толщиной 3мм);

При сварке стали аустенитного класса использовалась сварочная проволока 12Х18Н9Т (диаметром 1мм).

Режимы сварки представлены в таблице 1.

Таблица 1

Режимы сварки								
Способ сварки	Марка материала	I, А	U, В	η	λ , Вт/(см·К)	α , см ² /с	ср, Дж/(см ³ ·К)	V, см/с
Сварка с УПЭП в среде Ar	12Х18Н9Т	70	18	0,7	0,25	0,06	4,7	0,14
Сварка с УПЭП в среде защитных газов 70%Ar+30%CO ₂	12Х18Н9Т	70	18	0,72	0,25	0,06	4,7	0,2

Экспериментальные значения распределения температурных полей и скорости охлаждения были получены по средствам тепловизионной аппаратуры ThermaCAM (формат кадра 320×240 элементов, температурная чувствительность -0,05°С), с частотой 1 кад/сек.

Для обработки экспериментальных данных использовалась методика, описанная в работе [6], заключающаяся в том, что имеющееся исходное тепловизионное изображение обрабатывается по средствам математического пакета MATLAB, в результате чего получаются изображения температурных полей (термограмм).

Теоретические значения распределения температурных полей были получены с помощью компьютерного приложения «Моделирование тепловых полей при сварке» [7].

Экспериментальные и расчетные значения распределения температурных полей представлены на рисунке 2.

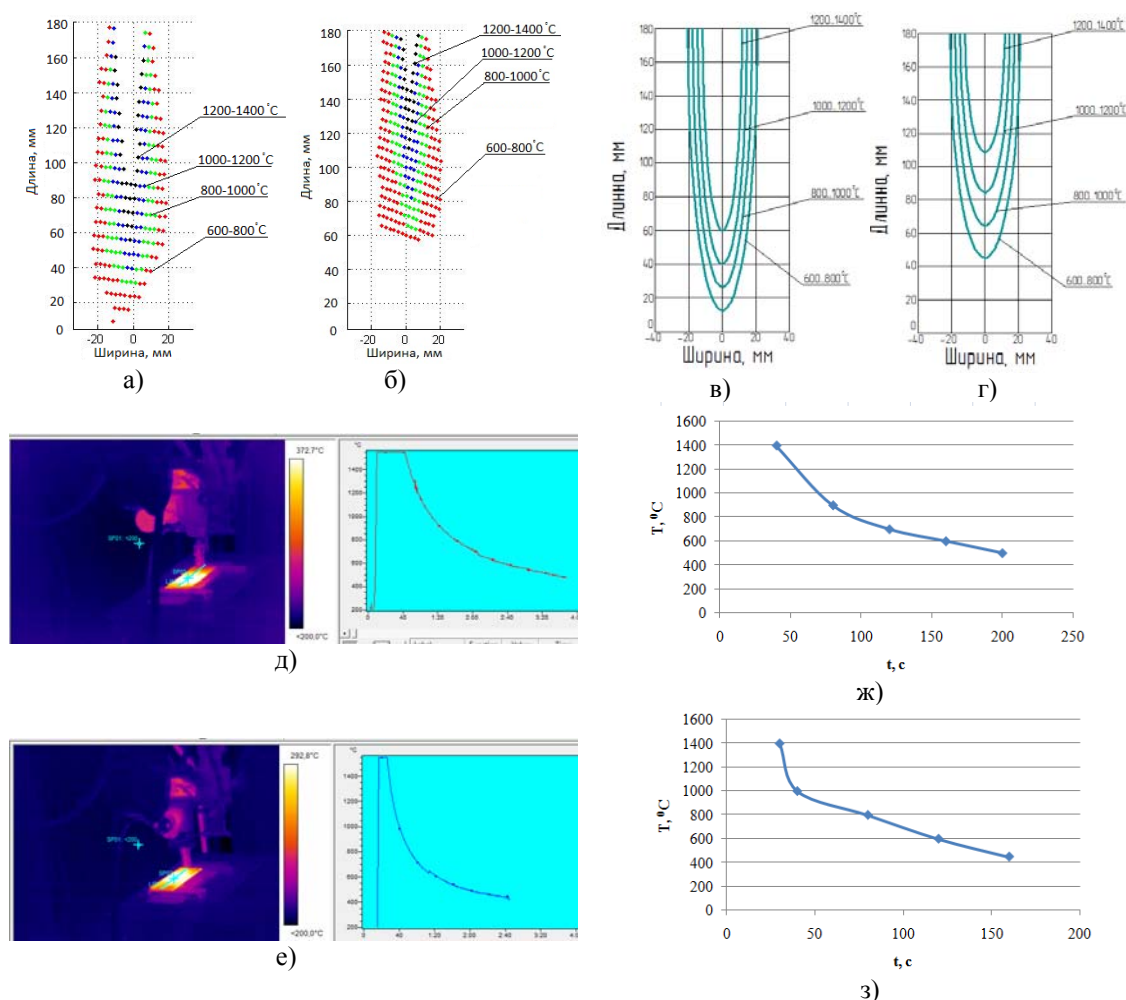


Рис. 2. Температурные поля:

а, д) сварка с УПЭП в среде чистого Ar стали 12Х18Н9Т (экспериментальные);
 б, е) сварка с УПЭП в среде защитных газов 70%Ar+30%CO₂ стали 12Х18Н9Т (экспериментальные);
 в, ж) сварка с УПЭП в среде чистого Ar стали 12Х18Н9Т (расчетные); г, з) сварка с УПЭП в среде защитных газов 70%Ar+30%CO₂ стали 12Х18Н9Т (расчетные)

Вывод: Получены адаптированные алгоритмы расчета распределения температурных полей на поверхности изделия и скорости охлаждения на оси шва при заданной температуре учитывающие процесс изменения длины дуги за один период каплепереноса электродного. Сравнение экспериментальных и расчетных значений распределения температурных полей на поверхности изделия показало адекватность модели при 8% уровне значимости, а адекватность расчета скорости охлаждения на оси шва при заданной температуре – 7%.

Литература.

1. Теория сварочных процессов: Учебник для вузов по спец. «Оборудование и технология сварочного производства» // под ред. В.В. Фролова. – М.: Высш.шк., 1988. 559с.
2. Теория сварочных процессов: Учебник для вузов / Под ред. В.М. Неровного. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2007. – 752с.: ил.
3. Патон Б. Е. Проблемы сварки на рубеже века / Б. Е. Патон // Автоматическая сварка. –1999. –№1. –С. 4 – 14.
4. Павлов Н.В. Сварка с импульсной подачей проволоки в смеси газов / Н.В. Павлов, А.В. Крюков, Е.А. Зернин // Сварочное производство. –2010. –№4. –С. 27 – 28.
5. Механизм импульсной подачи сварочной проволоки: пат. 2254969 Рос. Федерация. заявл. 15.03.2004; опуб. 27.06. 05, Бюл. № 18. – 5 с.

6. Чинахов Д.А. Методика обработки температурных полей при сварке плавлением / Д.А. Чинахов, А.А. Давыдов А.А., Д.А. Нестерук // Сборник трудов Международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора А.А. Воробьева «Становление и развитие научных исследований в высшей школе»: – Том 2/ Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 462с.
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2010612255 от 25.03.2010г. Моделирование тепловых полей при сварке. Павлов Н.В., Крюков А.В., Чинахов Д.А.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРАЩАЮЩЕГО МОМЕНТА ТРАНСМИССИИ ГЕОХОДА

Д.А. Михеев, студент гр. 10790, научный руководитель: Журавлев В.А.
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26
E-mail: df1999@mail.ru

Трансмиссия является одной из основных систем геохода, обеспечивающих передачу усилия внешнему движителю, и формирование напорного усилия на исполнительном органе.

На кафедре горно-шахтного оборудования мы занимаемся научной работой. Объектом нашего исследования является геоход, а конкретно его трансмиссия. Нам была поставлена задача: найти вращающий момент трансмиссии геохода, развиваемый гидроцилиндрами по мере выдвигания их штоков. Исходными данными была формула:

$$M_{BPI} = P_{TP} \cdot D_{уст.шт} \cdot \frac{\pi \cdot D_{\Pi}^2}{8} \cdot \int_0^{\delta} \sqrt{1 - \frac{\left(\left(\frac{D_{уст.шт}}{2} \right)^2 + (L_0 + \delta)^2 - \left(\frac{D_{уст.гц}}{2} \right)^2 \right)^2}{D_{уст.гц} \cdot (L_0 + \delta)}} d\delta$$

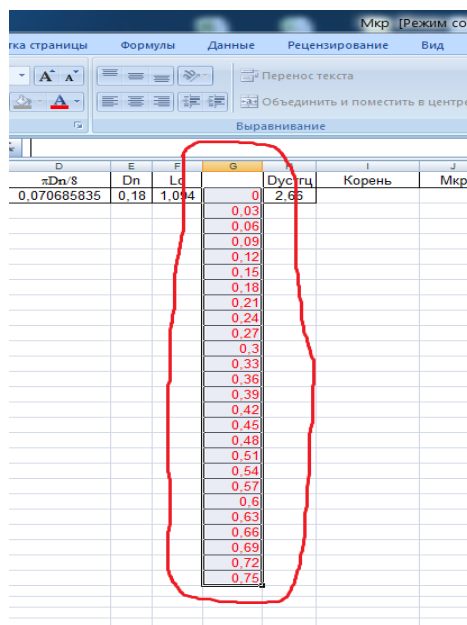
где – D_{Π} – диаметр поршня гидроцилиндра, м; P_{TP} – давление, подводимое в поршневую полость гидроцилиндра, Па; $D_{уст.шт}$ – диаметр окружности вращения цапфы (установки цапфы) штока на головной секции, м; $D_{уст.гц}$ – диаметр окружности установки цапфы корпуса гидроцилиндра на обечайке хвостовой секции, м (фиксированное значение, определяемое конструктивно); $(L_0 + \delta)$ – расстояние между осью цапфы корпуса гидроцилиндра и осью цапфы штока в произвольном положении, м; L_0 – расстояние между цапфами корпуса и штока гидроцилиндра в сложенном состоянии (при минимальной раздвижности), м; δ – текущая величина выдвигания штока гидроцилиндра, м.

Исходя из полученного опыта, при изучении Microsoft Excel, мы пришли к выводу, что вращающий момент можно вычислить с помощью определённого интеграла в Microsoft Excel.

Создаём файл Microsoft Excel. В первой строке пишем коэффициенты. Во второй строке заполняем их значения.

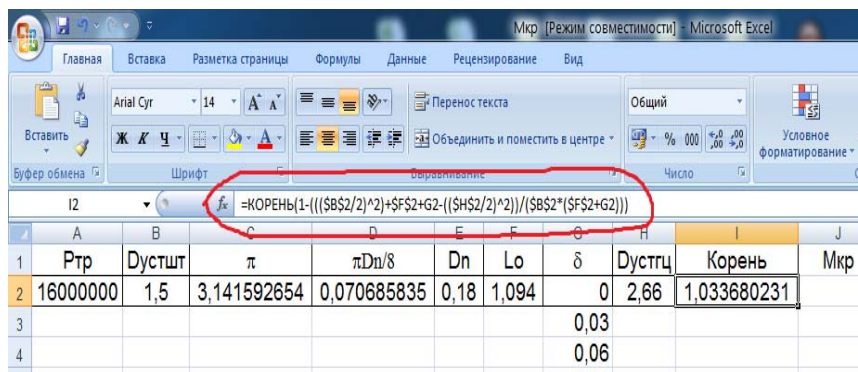
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Ртр	Дустшт	π	πDн/8	Dн	Lo	δ	Дустгц	Корень	Мкр	
2	16000000	1,5	3,141592654	0,070685835	0,18	1,094	0,7658	2,66			
3											
4											

Столбец G будет содержать пределы интегрирования δ (дельта) от 0 до 0,75 с шагом 0,03.



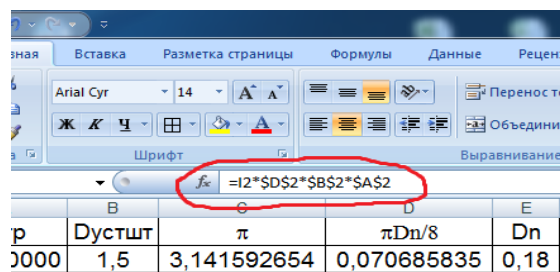
Г	Дустиц	Корень	Мкр
0	2,66		
0.03			
0.06			
0.09			
0.12			
0.15			
0.18			
0.21			
0.24			
0.27			
0.3			
0.33			
0.36			
0.39			
0.42			
0.45			
0.48			
0.51			
0.54			
0.57			
0.6			
0.63			
0.66			
0.69			
0.72			
0.75			

В ячейке I2 (столбец корень) вводим формулу подынтегрального выражения.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Ртр	Дустиц	π	$\pi D_n/8$	D_n	L_0	δ	Дустиц	Корень	Мкр
1	16000000	1,5	3,141592654	0,070685835	0,18	1,094	0	2,66	1,033680231	
2							0,03			
3							0,06			

Далее, полученное значение распространяем на весь столбец G, растянув значения в столбце I за правый угол вниз, до предельного значения дельта. Таким образом будут получены все значения подынтегрального выражения от 0 до 0,75. Затем в ячейку J2 (столбец Мкр.) вводим формулу, содержащую в себе произведение $I2 \cdot D2 \cdot A2 \cdot B2$.



	B	C	D	E
	Дустиц	π	$\pi D_n/8$	D_n
0000	1,5	3,141592654	0,070685835	0,18

В результате получим значение вращающего момента. Чтобы увидеть все значения момента при δ от 0 до 0,75 достаточно потянуть ячейку J2 вниз за уголок. Самое главное, что при изменении коэффициентов всё автоматически пересчитывается.

В итоге общая картина выглядит так:

Фер обмена		Шрифт		Выравнивание						
P9		f _x								
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Ртр	Дустшт	π	πDп/8	Dп	Lo	δ	Дустгц	Корень	Мкр	
16000000	1,5	3,141592654	0,070685835	0,18	1,094	0	2,66	1,033680231	1753597	
						0,03		1,024145045	1737421	
						0,06		1,015022916	1721946	
						0,09		1,006286546	1707125	
						0,12		0,997911053	1692916	
						0,15		0,989873702	1679281	
						0,18		0,98215368	1666184	
						0,21		0,974731886	1653594	
						0,24		0,967590763	1641479	
						0,27		0,960714136	1629813	
						0,3		0,954087083	1618571	
						0,33		0,947695806	1607728	
						0,36		0,941527532	1597264	
						0,39		0,935570416	1587158	
						0,42		0,929813455	1577391	
						0,45		0,924246414	1567947	

Таким образом, с помощью Microsoft Excel можно вычислить любой определенный интеграл и найти все необходимые значения в заданных диапазонах с определенной точностью. Это гораздо упрощает сложные расчеты, требующие вариативности вычислений с постоянно меняющимися множественными величинами.

ФИНАНСОВЫЙ АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОГО УВЕЛИЧЕНИЯ ДОХОДНОСТИ БУДУЩИХ ПЕНСИОНЕРОВ

О.В. Ожогова, Е.И. Лисачева, студенты гр.17В30

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Финансовая математика занимается построением поведенческих моделей экономических процессов, связанных с предоставлением денег в долг в той или иной форме (помещение средств на банковский счет, вложение средств в инвестиционный проект, инвестиции в ценные бумаги). Критерием оптимальности функционирования системы является максимизация прибыли инвестора и минимизация риска инвестиций.

Проблема пенсионной системы выглядит сегодня настоящим стратегическим вызовом экономике и социальной стабильности. Как и в большинстве развитых стран, в России базовый демографический процесс - старение населения. Он затрудняет дальнейшее существование пенсионных систем, в которых доминирует принцип «солидарности поколений»: работающее поколение оплачивает пенсию неработающему. Если в 2007 г. на 1000 работающих приходилось 327 пенсионеров, то уже в 2015 г. их число возрастет (при инерционном демографическом прогнозе) до 400 человек, а к 2020 г. - до 450 человек.

Это означает, что нагрузка на работающих для выплаты пенсий на том же уровне, что и в 2007 г., должна увеличиться в 2015 г. - на 23%.

Мы просмотрели несколько путей инвестирования наших средств для обеспечения благосостояния.

Инвестиции — долгосрочные вложения капитала с целью получения дохода.

Инвестиции являются неотъемлемой составной частью современной экономики. От кредитов инвестиции отличаются степенью риска для инвестора (кредитора) — кредит и проценты необходимо возвращать в оговоренные сроки независимо от прибыльности проекта, инвестиции возвращаются и приносят доход только в прибыльных проектах. Если проект убыточен — инвестиции могут быть утрачены.

Риск — одно из важнейших понятий, сопутствующих любой активной деятельности человека.

Почти всегда финансовые операции проводятся в условиях неопределенности и потому их результат невозможно предсказать заранее. Поэтому финансовые операции *рискованны*: при их прове-

дении возможны как прибыль, так и убыток (или не очень большая прибыль по сравнению с той, на что надеялись проводившие эту операцию).

Цель: Исследование возможностей обеспечения благосостояния на пенсии.

Задачи:

- Расширить область применения математики через финансовую математику;
- Изучить условия программы «Софинансирования» Пенсионного фонда (ПФ);
- Провести анализ условий долгосрочных вкладов Сбербанка в рублях;
- Просмотреть возможности вкладов обезличенного металлического счета.
- Провести анализ и сделать вывод о наиболее выгодных условиях увеличения благосостояния.

Мы рассмотрели такие способы инвестирования средств, как:

Программа «Софинансирования» ПФ;

Долгосрочные вклады в рублях;

Обезличенные металлические счета (ОМС).

Пенсионный фонд

Пенсионная реформа, которая началась в нашей стране 1 января 2002 года, существенно упростила расчет размера пенсий. Теперь определить размер своей трудовой пенсии может каждый. Более того, можно спрогнозировать, какой окажется пенсия через много лет предстоящей работы.

Из чего состоит пенсия?

Базовая часть устанавливается и гарантируется государством, она складывается из страховых взносов, которые в обязательном порядке уплачивает работодатель. Это 6% от размера нашей заработной платы.

Страховая часть трудовой пенсии (СЧ) рассчитывается делением суммы пенсионного капитала (ПК), отраженной на индивидуальном лицевого счета застрахованного лица, на ожидаемый период выплаты пенсии (Т)– 228 месяцев (19 лет). Это 8% от размера зарплаты.

При назначении трудовой пенсии по старости формула расчета проста:

$$СЧ=ПК/Т$$

Накопительная часть формируется с помощью обязательных и добровольных отчислений в Пенсионный фонд РФ. Обязательные взносы платит работодатель – это 6% от размера зарплаты. Соответственно, чем выше заработок, тем больше отчисления и впоследствии – пенсия. Кроме того, вы можете самостоятельно делать добровольные взносы в накопительную часть своей пенсии.

Правила расчета размера накопительной части трудовой пенсии (НЧ) аналогичны определению размера страховой части трудовой пенсии по старости.

$$НЧ=ПН/Т$$

ПН – сумма пенсионных накоплений;

Т – ожидаемый период выплаты пенсии.

Чтобы стимулировать пенсионную реформу, государство предлагает довольно привлекательную программу: каждый рубль добровольных пенсионных отчислений приносит доход в размере 100%.

Как работает программа?

Если мы в течение десяти лет вносим ежегодно, например, по 18 000 руб. на свой счет, то государство нам перечислит еще по 12 000 руб. ежегодно. За 10 лет на наш счет поступит **300 000 рублей**. Как только мы выходим на пенсию, эти 300 000 руб. делятся на 19 лет, – «период дожития». Соответственно, получаем: $300\,000 / 19 / 12 = 1315,8$ руб. – ежемесячная прибавка к пенсии.

Риски

Минусы:

– Снижает привлекательность программы государственного софинансирования пенсий – это так называемый «период дожития». Этот коэффициент составляет 19 лет.

– Влияние инфляции.

Плюсы:

– Единственная, где предполагается 100%-ная доходность вкладов.

– Долгожители в большом выигрыше – вкладываешь 10 лет, а повышенную пенсию получаешь до конца жизни!

Вклады

Проведя анализ вкладов, которые предлагает Сбербанк, мы выбрали тот, который показался нам наиболее выгодным: вклад «Доверительный Сбербанк России»

Основным инструментом финансовой математики являются простые проценты.

Для простых процентов характерна регулярность поступления дохода, при этом регулярные выплаты одинаковы по размеру..

Характерной особенностью начислений простых процентов является то, что от периодичности их выплат зависит сумма каждой отдельной выплаты, но не суммарный доход по ссуде в целом. Периодичность выплат простых процентов, в зависимости от конкретных интересов кредитора, позволяет ему либо накапливать денежную стоимость к определенному моменту, либо распределять свои доходы во времени.

Мы просчитали пример вклада на 30 лет. Сумма вклада в конце года каждый раз пополняется на 18000 руб. Каждые три года деньги придется перекалывать, исходя из условий вклада. В результате получилась сумма: 733 911,98.

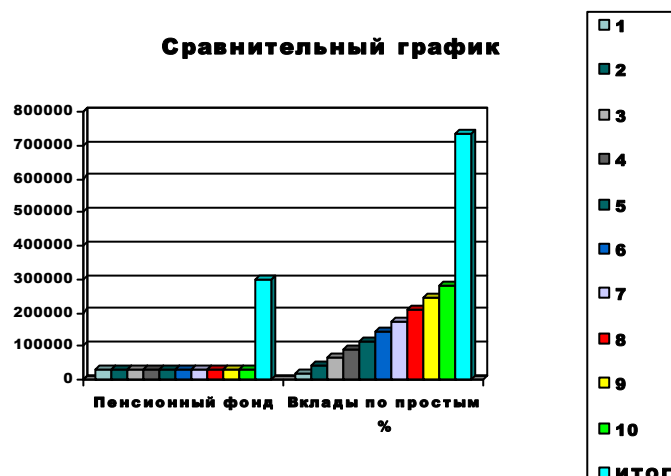
Плюсы:

- Вклады Сбербанка надёжны, банк защищён государством;
- Вклады пополняемые;
- Вклады предусматривают частичное снятие средств.

Минусы:

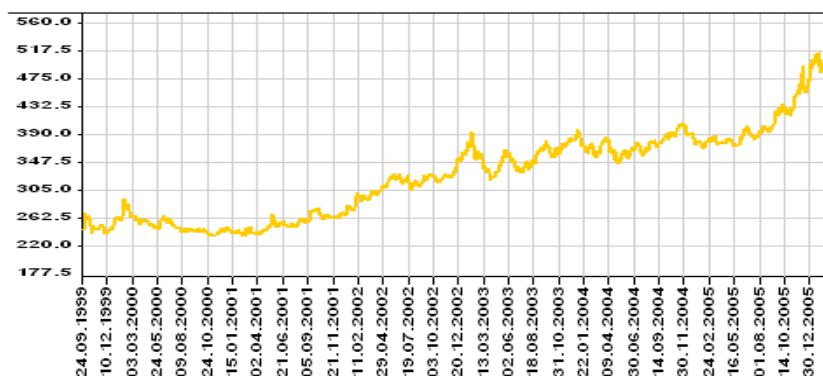
- Влияние инфляции.

Анализируя сравнительный график, мы приходим к выводу, что вкладывать деньги в Сбербанк выгоднее, чем в Программу государственного софинансирования, но это не означает, что от Программы стоит отказаться вовсе.



Металлический счёт

При открытии обезличенного металлического счёта (ОМС) происходит виртуальная покупка золота у банка и такое же виртуальное помещение этого золота на ваш счет.



Какова доходность этих счетов для их владельцев?

ОМС предоставляют инвестору возможность получать доход от спекулятивных операций с драгметаллами. Потенциальная доходность - 20-50%. Однако существует опасность понижения цены золота, и потери доходов. Например, клиенты, вложившие 100 тыс. рублей в мае 2005 года сроком на один год, заработали на золоте 42 тыс. рублей, на серебре — 90 тыс. рублей, платине — 26 тыс. рублей и на палладии — 64 тыс. рублей». В среднем ОМС за последние три года приносили инвесторам около 20% годовых.

Нужно иметь в виду, что игры с ОМС, так же как спекуляции с ценными бумагами или валютой, требуют пристального внимания к рынку, отслеживания любых изменений.

Риски инвестиций в обезличенные металлические счета

В Сбербанке спрос на обезличенные металлы в 17 раз превышает спрос на драгметаллы в физической форме.

Плюсы ОМС:

- При покупке драгоценных металлов с помощью ОМС не нужно платить НДС (18%), в отличие от покупки драгоценных металлов в слитках.
- Нет проблем с хранением, сертификацией и транспортировкой слитков.

Минусы ОМС:

- Обезличенные металлические счета не попадают под систему страхования вкладов.
- Следующий минус в том, что банки самостоятельно устанавливают котировки покупки и продажи драгоценных металлов. Обычно разница между ценой покупки и продажи (так называемый спрэд) золота составляет 3-5%.

- ОМС не предусматривает поставку золота.

Статистика

Сколько в России в 2008 году добыто золота?

Согласно официальным данным союза золотопромышленников России, в 2008 году добыча золота в стране составила 184,5 тонн. По данным аналитиков "Банка Москвы", запасы золота Банка России на 1 января 2009 года составляли 16,7 млн. чистых тройских унций (520 тонн).

А сколько в 2008 году было открыто ОМС?

В одном только Сбербанке общее количество ОМС на начало 2009 года достигло 300 тысяч, остатки на них составили более 53,0 т (в золотом эквиваленте) или более 30 млрд. рублей.

На основе статистических данных о том, сколько было добыто золота и сколько было открыто ОМС можно сделать вывод, что реального золота на всех обладателей бумажного золота в виде ОМС может и не хватить.

Таким образом, доходность обезличенных металлических счетов (металлических вкладов) непредсказуема, так как зависит от стоимости металла на момент покупки (зачисления на счет) и продажи (снятия со счета). При определенных обстоятельствах клиент может даже получить убыток. Особо следует отметить, что в соответствии с Федеральным законом "О страховании вкладов физических лиц в банках Российской Федерации" денежные средства по программам накопительного страхования на обезличенных металлических счетах не страхуются и не гарантируются государством.

Поэтому для людей, не готовых рисковать своими вложениями более выгодны банковские вклады, а не ОМС.

Заключение

Прежде всего, хотелось бы отметить, что расширились границы применения в обыденной жизни возможностей математики. Что мы сами можем просчитать предполагаемый доход или риски с учетом инфляции, что, читая учебные пособия по финансовой математике, можно рассчитать доходность инвестиционного портфеля и многое другое.

В нашей работе мы рассмотрели возможности увеличения благосостояния через инвестирование своих средств в программу софинансирования ПФ, «Доверительный вклад Сбербанка России» и обезличенный металлический счет. Рассмотрели плюсы и минусы этих вкладов с нашей точки зрения. В 2015 году вступает в силу новая формула подсчета пенсии. Проведем сравнительный анализ формул в 2015 году.

Литература.

1. Малыхин В.И. Финансовая математика: Учеб. пособие для вузов. —
2. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. — 237 с.
3. Пенсионный фонд Российской Федерации [Электронный ресурс]. — режим доступа: http://www.pfrf.ru/ot_saratov/pr_releases/15681.html - 26.04.2014
4. Институт регионального развития [Электронный ресурс]. — режим доступа: <http://www.regdevelopment.ru/content/view/154/65/> - 26.04.2014
5. Сбербанк России [Электронный ресурс]. — режим доступа: <http://www.sbrf.ru/kemerovo/ru/person/contributions/all/> - 28.04.2014
6. Российская газета, «Металлический счёт», Электронный ресурс]. — режим доступа: http://www.rg.ru/bussines/financ_2/62.shtm

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОСОБОВ СНИЖЕНИЯ РИСКА БАНКРОТСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ

Е.В. Телипенко, ст. преподаватель, М.Р. Яворский, студент ЮТИ ТПУ
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451) 6-49-42
E-mail: KochetkovaEV@mail.ru, tramp1991@rambler.ru

Введение

Актуальность темы научного исследования, которую затрагивает статья, обусловлена необходимостью поиска путей выхода из трудного экономического и финансового положения значительной части промышленных предприятий России, независимо от их организационно-правовых форм, в которой они оказались в свете нестабильной, как внешней, так и внутренней экономической ситуации. В этих условиях исследование теоретических и прикладных проблем управления риском банкротства предприятия является необходимым и своевременным.

Практика последних лет показала, что меры, направленные на временное улучшение финансового положения предприятий России не дают устойчивого финансового результата и не могут быть основой для успешного развития предприятий в долгосрочном периоде. Для этого необходим регулярный мониторинг финансово-хозяйственной деятельности предприятия с целью своевременного выявления проблем и их устранения.

1. Постановка задачи

Процесс управления риском банкротства предприятия является многоэтапным и охватывает все основные стадии управления риском: отбор показателей, оценка и выбор методов минимизации риска [1,2].

При этом после реализации последнего этапа мы получаем перечень возможных вариантов воздействия на проблемные показатели (альтернативы) с целью минимизации риска банкротства предприятия.

На этом этапе становится актуальным вопрос: какая из альтернатив может быть наиболее эффективна, т.е. ее реализация в большей степени сможет содействовать минимизации риска банкротства предприятия, при том, что на имеющиеся ресурсы для их реализации установлены ограничения.

При этом под эффективностью стратегического управленческого решения понимается отношение результата (эффекта) выполнения стратегического управленческого решения к затратам на его разработку и реализацию [3].

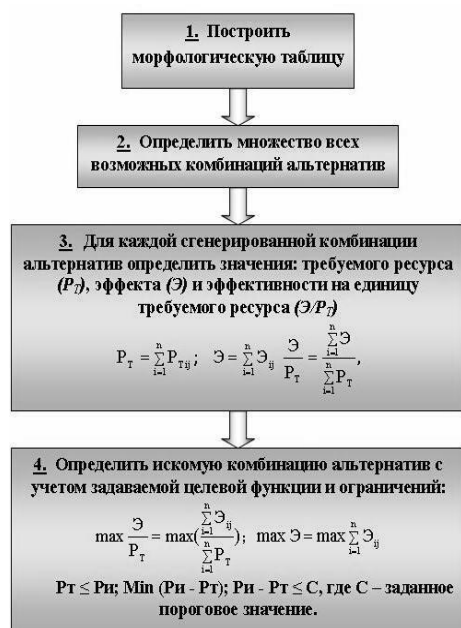


Рис. 1. Основные этапы метода комбинаторно-морфологического синтеза

Для решения указанной задачи было предложено использование метода комбинаторно-морфологического синтеза.

2. Метод комбинаторно-морфологического синтеза

Задача выбора наилучшей альтернативы на основе метода комбинаторно-морфологического синтеза включает в себя основные этапы [4, 5], представленные на рисунке 1.

Применение метода комбинаторно-морфологического синтеза является обоснованным, т.к. метод удовлетворяет основным требованиям к решению задачи выбора эффективных альтернатив для снижения риска банкротства предприятия.

Основные требования:

Возможность учитывать при выборе все критерии экономической и ресурсной эффективности.

Возможность учитывать значимость каждой из рассматриваемых альтернатив.

Возможность учета ограничений на имеющиеся ресурсы.

Возможность обоснованного выбора и последующей реализации нескольких альтернатив.

3. Экспериментальная часть

Пример оценки эффективности методов снижения риска банкротства

Предположим, что были выделены пять наиболее значимых методов (альтернатив) снижения риска банкротства предприятия с помощью метода анализа иерархий [6]: снижение дебиторской задолженности (A11), привлечение долгосрочных кредитов и займов (A12), улучшение качества продукции (A21), расширение рекламы (A31), совершенствование системы менеджмента качества (A41).

Представленные альтернативы распределены по функциональным подсистемам: производство, финансы, маркетинг, управление – основные действующие силы предприятия.

Далее просчитаем, какую альтернативу или их комбинацию необходимо выбрать для снижения риска банкротства в условиях установленных ограничений на имеющиеся ресурсы времени и денег.

Построим морфологическую таблицу распределения ресурсов в системе управления риском банкротства предприятия (таблица 1). При этом значения эффективности соответствуют весам целей, определенным для этих альтернатив в результате выполнения четвертого этапа метода анализа иерархий.

Рассмотрим задачу распределения ресурса между альтернативами сформированной морфологической таблицы системы управления риском банкротства предприятия, когда имеющихся в наличии ресурсов не хватает на четыре обобщенные функциональные подсистемы. Поэтому на основе морфологической таблицы формируется множество вариантов, состоящее из единичных альтернатив и всех возможных парных и тернарных сочетаний альтернатив. При этом в каждую комбинацию входит только одна альтернатива из участвующей комбинации обобщенной функциональной подсистемы.

Таблица 1
Морфологическая таблица распределения ресурсов между альтернативами в системе управления риском банкротства предприятия

Обобщенная функциональная подсистема (ОФПС _i)	Альтернатива	
<i>ОФПС-1 (финансы)</i>	A₁₁	A₁₂
Э	0,24	0,24
P _T ¹ (время)	2	1
P _T ² (деньги)	100	50
<i>ОФПС-2 (производство)</i>	A₂₁	
Э	0,23	
P _T ¹ (время)	2	
P _T ² (деньги)	150	
<i>ОФПС-3 (маркетинг)</i>	A₃₁	
Э	0,10	
P _T ¹ (время)	1	
P _T ² (деньги)	40	
<i>ОФПС-4 (управление)</i>	A₄₁	
Э	0,18	
P _T ¹ (время)	5	
P _T ² (деньги)	180	

Множество сгенерированных единичных альтернатив и их парных и тернарных сочетаний альтернатив и рассчитанные для них на основе данных морфологической таблицы 1 значения эффекта Э, требуемого ресурса P_T и отношений Э/P_T приведены в таблицах 2-4.

Таблица 2
Значения эффекта (Э), требуемого ресурса (P_T) и отношения Э/P_T для единичных альтернатив

Единичные альтернативы	A11	A12	A21	A31	A41
Э	0,24	0,24	0,23	0,10	0,18
P _T ¹	2	1	2	1	5
P _T ²	100	50	150	40	180
Э/P _T ¹	0,12	0,24	0,115	0,10	0,036
Э/P _T ²	0,0024	0,0048	0,0015	0,0025	0,001

Таблица 3

Значения эффекта ($\mathcal{E}$), требуемого ресурса (P_T) и отношения $\mathcal{E}/P_T$ для парных сочетаний альтернатив									
Порядковый № комбинации	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Комбинация	A11 A21	A11 A31	A11 A41	A12 A21	A12 A31	A12 A41	A21 A31	A21 A41	A31 A41
$\mathcal{E}$	0,47	0,34	0,42	0,47	0,34	0,42	0,33	0,41	0,28
P_T^1	4	3	7	3	2	6	3	7	6
P_T^2	250	140	280	200	90	230	190	330	220
$\mathcal{E}/P_T^1$	0,118	0,113	0,060	0,157	0,170	0,070	0,110	0,059	0,047
$\mathcal{E}/P_T^2$	0,0019	0,002	0,002	0,002	0,004	0,002	0,002	0,001	0,001

Таблица 4

Значения эффекта ($\mathcal{E}$), требуемого ресурса (P_T) и отношения $\mathcal{E}/P_T$ для тернарных сочетаний альтернатив							
Порядковый № комбинации	1	2	3	4	5	6	7
Комбинация	A11 A21 A31	A11 A21 A41	A12 A21 A31	A12 A21 A41	A11 A31 A41	A12 A31 A41	A21 A31 A41
$\mathcal{E}$	0,57	0,65	0,57	0,65	0,52	0,52	0,51
P_T^1	5	9	4	8	8	7	8
P_T^2	290	430	240	380	320	270	370
$\mathcal{E}/P_T^1$	0,114	0,072	0,143	0,081	0,065	0,074	0,064
$\mathcal{E}/P_T^2$	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001

Необходимо найти решения, имеющие максимальное значение эффективности на единицу затрат и при этом удовлетворяющие ряду альтернативных условий: найти $\max \mathcal{E}/P_T$ при условии выполнения одного из ограничений:

$$P_T^1 \leq P_{II}^1 = 4; P_T^2 \leq P_{II}^2 = 250; \quad (1)$$

$$\min(P_{II}^1 - P_T^1), P_{II}^1 = 4, \min(P_{II}^2 - P_T^2), P_{II}^2 = 250, \text{ где} \quad (2)$$

P_T – ресурс требуемый для реализации альтернативы;

P_{II} – ресурс имеющийся для реализации альтернативы.

При этом нужно отметить, что в рассматриваемом случае ограничение (2) означает, что имеющийся ресурс (P_{II}) выделен для его максимального использования при реализации как можно большего числа эффективных альтернатив, способных минимизировать риск банкротства предприятия.

Оптимальным решением, удовлетворяющим заданной целевой функции и первому ограничению, является единичная альтернатива A_{12} (привлечение долгосрочных кредитов и займов) со значениями $\mathcal{E}/P_T^1=0,24$, $\mathcal{E}/P_T^2=0,0048$ и $P_T^1=1$, $P_T^2=50$. При этом остались неиспользованными 3 единицы первого ресурса и 200 единиц второго.

Также целевой функции и первому ограничению удовлетворяет парная комбинация альтернатив $A_{12}A_{31}$ (привлечение долгосрочных кредитов и займов и расширение рекламы) со значениями $\mathcal{E}/P_T^1=0,17$, $\mathcal{E}/P_T^2=0,004$ и $P_T^1=2$, $P_T^2=90$.

Оптимальным решением, удовлетворяющим одновременно рассматриваемой целевой функции и второму ограничению, характеризующему максимальное использование имеющегося ресурса (P_{II}), является комбинация альтернатив $A_{12}A_{21}A_{31}$ (привлечение долгосрочных кредитов и займов, улучшение качества продукции и расширение рекламы) со значениями $\mathcal{E}/P_T^1=0,143$, $\mathcal{E}/P_T^2=0,002$ и $P_T^1=4$, $P_T^2=240$ [7].

4. Результаты

Программный модуль оценки эффективности альтернатив

Альтернатив принятия решений может быть достаточно много, что затрудняет формирование их комбинаций и последующие расчеты затрат ресурса и эффективности. Это обстоятельство затрудняет применение метода для сложных, многоальтернативных задач.

Для преодоления этого обстоятельства был разработан специализированный программный модуль. Необходимо отметить, что модуль является дополнением «Информационной системы управления риском банкротства» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013614108), которая состоит из шести модулей, реализующих отбор показателей для оценки, прогнозирование значений показателей, оценку риска банкротства, выбор метода минимизации риска банкротства, формирование экспертной группы.

Данные можно ввести вручную или загрузить из файла Excel.

На втором шаге появляется окно ввода функциональных подсистем, количества альтернатив и ограничений на имеющиеся ресурсы времени и денег (рисунок 2).

Финансы	2
Производство	1
Маркетинг	1

Кол-во имеющегося ресурса времени:

Кол-во имеющегося ресурса денег:

Введите имя подсистемы:

Введите количество альтернатив:

Рис. 2. Окно ввода функциональных подсистем

На третьем шаге работы с модулем формируется морфологическая таблица (рисунок 3).

Финансы	A11	A12	Маркетинг	A31	
Эффективность	0,24	0,24	Эффективность	0,1	
Ресурс(Время)	2	1	Ресурс(Время)	1	
Ресурс(Деньги)	100	50	Ресурс(Деньги)	40	
Производство	A21		Управление	A41	
Эффективность	0,23		Эффективность	0,18	
Ресурс(Время)	2		Ресурс(Время)	5	
Ресурс(Деньги)	150		Ресурс(Деньги)	180	

Рис. 3. Морфологическая таблица

На вкладке «Результат» появляются таблицы содержащие альтернативы, их парные и тернарные комбинации с указанием общего значения требуемого ресурса и эффективности (рисунок 4).

Единичные альтернативы					
Альтернативы	A11	A12	A21	A31	A41
Э	0,24	0,24	0,23	0,1	0,18
Pt1	2	1	2	1	5
Pt2	100	50	150	40	180
Э/Pt1	0,12	0,24	0,115	0,1	0,036
Э/Pt2	0,0024	0,0048	0,0015	0,0025	0,001

Парные альтернативы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Комбинация	A11-A21	A11-A31	A11-A41	A12-A21	A12-A31	A12-A41	A12-A13	A12-A41	A31-A41
Э	0,47	0,34	0,42	0,47	0,34	0,42	0,33	0,41	0,28
Pt1	4	3	7	3	2	6	3	7	6
Pt2	250	140	280	200	90	230	190	330	220
Э/Pt1	0,118	0,113	0,060	0,157	0,170	0,070	0,110	0,059	0,047
Э/Pt2	0,0019	0,002	0,002	0,002	0,004	0,002	0,002	0,001	0,001

Тернарные альтернативы							
	1	2	3	4	5	6	7
Комбинация	A11-A21-A31	A11-A21-A41	A12-A21-A31	A12-A21-A41	A11-A31-A41	A12-A31-A41	A21-A31-A41
Э	0,57	0,65	0,57	0,65	0,52	0,52	0,51
Pt1	5	9	4	8	8	7	8

Рис. 4. Комбинации альтернатив

На этой же вкладке появляется сообщение о наиболее эффективной альтернативе или их комбинации с учетом наложенных ограничений (рисунок 5).

Наиболее эффективным решением является тернарная комбинация альтернатив под номером 3 (A12, A21, A31)

Рис. 5. Сообщение о наиболее эффективной альтернативе

Заключение

В работе решена актуальная научно-практическая задача определения наиболее эффективной альтернативы для снижения риска банкротства предприятия и распределения ресурсов в системе управления на основе метода комбинаторно-морфологического синтеза.

Разработанный программный модуль может быть использован для поддержки принятия управленческих решений и в других прикладных областях, при выборе наиболее эффективных альтернатив принятия решений с учетом затрат основных ресурсов на их реализацию.

Автоматизация предложенного подхода снимает ограничения по его применению, связанные с необходимостью подробного изучения предложенного математического аппарата, комбинирования большого числа альтернатив вручную и дает возможность его применения пользователями без специальной подготовки.

Литература

1. Телипенко Е.В. О создании комплексной системы управления риском банкротства промышленного предприятия // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2010. Т. 3. № 12. С. 289-298.
2. Захарова А.А. Информационная система управления риском банкротства предприятия / А.А. Захарова; Е.В.Телипенко, А.А.Мицель, С.В.Сахаров; Юргинский технологический институт – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 147 с.
3. Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. - 5-е изд., перераб. и доп. — М.: ИНФРА-М, 2006. — 495 с.
4. Андрейчиков А.В. Анализ, синтез, планирование решений в экономике/ А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 368 с.: ил.

5. Chernysheva T. Y. Preliminary risk assessment in it projects // *Applied Mechanics and Materials*. - 2013 - Vol. 379. - p. 220-223
6. Телипенко Е.В. Система поддержки принятия решений при управлении риском банкротства предприятия: автореф. дисс...канд. техн. наук: 05.13.10 – Новосибирск, 2013. – 24с.
7. Телипенко Е.В., Яворский М.Р. Оценка эффективности методов снижения риска банкротства в системе поддержки принятия решений при управлении риском банкротства предприятия// *Современные технологии поддержки принятия решений в экономике: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Юргинский технологический институт*. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 238с.

МЕТОДЫ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ НАУКОЕМКОЙ ПРОДУКЦИИ

Г.О. Тащиян, к.т.н., доцент

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел.(38451) 6-44-32

E-mail: gtashiyana@mail.ru

Анализ методов оценки альтернатив для решения задачи принятия решений о конкурентоспособности наукоемкой продукции (НП) позволяет выбрать методы, адекватные специфике разработанных показателей, и учесть указанные этапы процесса.

Автором проведен анализ методов многокритериальной оценки альтернатив и возможности их использования для решения задачи оценки конкурентоспособности наукоемкой продукции. Результаты анализа позволяют выделить пять групп методов: аксиоматические, прямые, компенсации, пороги несравнимости и человеко-машинные (см. рис.1).



Рис. 1. Классификация методов оценки многокритериальных альтернатив

Аксиоматические методы опираются непосредственно на теорию полезности фон Неймана и Моргенштерна [1], которые предлагали систему аксиом и при их помощи доказали существование функции полезности с точностью до линейного преобразования. Аксиомы проверяются путем получения информации от лиц, принимающих решения. В соответствии с этой информацией делается вывод о той или иной форме зависимости. Критически оценивая аксиоматические методы с позиции возможности использования их для решения поставленной задачи оценки конкурентоспособности наукоемкой продукции, следует отметить их некоторую искусственность. Здесь в основу заложены чисто формальные допущения, и главная проблема сравнения альтернатив отступает на второй план

перед чисто формальной проблемой поиска функции полезности в определенной форме. В этой связи для наших задач, применение данных методов не предлагается.

Прямые методы предусматривают, что зависимость общей полезности альтернативы от оценок по отдельным критериям известна заранее. В этой группе методов можно выделить пять подгрупп:

1. Постулируемые принципы
2. Выбор глобального критерия:
 - ◆ Максиминный критерий (наибольшая осторожность).
 - ◆ Критерий минимаксного сожаления.
 - ◆ Критерий максимакса (крайний оптимизм)
 - ◆ Критерий Гурвица.
 - ◆ Критерий Лапласа.
3. Двойники аксиоматических методов:
 - ◆ Метод взвешенной суммы.
 - ◆ Мультипликативный метод.
 - ◆ Лексикографическое упорядочение критериев
4. Интерполяция функции полезности
5. Наука о решениях

Чаще всего используется вид зависимости, при которой определяются численные показатели важности критериев (веса), умножаемые на оценки по критериям (метод взвешенной суммы оценок критериев). Это методы, в которых форма зависимости результирующей полезности альтернативы от ее оценок по многим критериям не требует теоретических оснований, а параметры этой зависимости задаются непосредственно субъектами диалога. Оценивая данную группу методов, отметим, что для большинства из них характерны высокие требования к субъектам на начальных этапах работы, которые должны сделать выбор наиболее обоснованного принципа оценки критериев. Заметим, что для решения задачи оценки конкурентоспособности наукоемкой продукции многие этапы прямых методов могут быть использованы без существенных изменений.

Методы компенсации предлагают уравновесить (скомпенсировать) оценки одной альтернативы оценками другой, чтобы найти, какие оценки лучше. Исследователь выписывает достоинства и недостатки каждой из альтернатив и, вычеркивая попарно эквивалентные достоинства (недостатки), изучает то, что осталось. Эти методы развивают идею компромисса полезности оценок различных критериев. Переход от сравнения качеств по различным критериям к сравнению альтернатив может быть осуществлен различными путями. Среди них следует выделить построение безразличия и сравнения разностей. Отметим, что методы построения кривых или поверхностей безразличия очень трудоемки и малопригодны при количестве критериев более трех. Из-за низкой достоверности и частой нетранзитивности результатов не рекомендуется использование этих методов для решения задачи оценки конкурентоспособности наукоемкой продукции.

Методы порогов несравнимости впервые предложены Б.Руа [2] и характеризуются тем, что связь между любой парой альтернатив определяется последовательностью бинарных отношений. «Сильным» бинарным отношениям соответствуют большие требования к превосходству одной альтернативы над другой и, следовательно, большее число несравнимых альтернатив. Самым сильным является требование полного доминирования одной альтернативы над другой. Более «слабые» бинарные отношения определяют условия, при которых, несмотря на противоречивые оценки, одна альтернатива объявляется лучшей, чем другая. На основе выбранного бинарного отношения осуществляется попарное сравнение всех альтернатив, причем альтернативы, оказавшиеся лучшими при всех сравнениях, выделяются во множество Парето. Разработанные Б.Руа методы ЭЛЕКТРА 1, 2, 3 предназначены для сужения первоначального множества альтернатив, достигающего нескольких сот, до подмножества, содержащего не более 20 альтернатив. Данные методы позволяют субъектам влиять на процесс сравнения альтернатив за счет веса критериев, уровней индексов согласия и несогласия. Однако эти методы также имеют недостатки. Остается вопрос: всегда ли множество предпочтительных альтернатив должно включать доминирующие и несравнимые элементы, ведь существуют проблемы, когда необходимо выбрать подмножество только лучших альтернатив. Второй недостаток связан с тем, что если взять безусловно лучший вариант и вариант, незначительно отличающийся от него в худшую сторону по одному критерию, то второй из них не войдет во множество Парето.

Человеко-машинные процедуры применяются в случае, когда решение вырабатывается в результате неоднократного взаимодействия ЛПР и ЭВМ. Как правило, в этих задачах имеется частич-

ная формализация проблемы, определены параметры модели и соотношения между ними. Качество процессов, протекающих в модели, оценивается по многим критериям. В то же время связь между критериями, степень компенсации изменения качества одного критерия изменением качества другого заранее неизвестны.

Проблема состоит как раз в определении наилучшего для ЛПР соотношения между критериями, достигаемого при данной модели. Чаще всего в этой группе проблем рассматривается проблема математического программирования при нескольких критериях качества, которая решается следующим образом: ЛПР определяет какие-то первоначальные требования к соотношениям критериев, вводит их в ЭВМ, получает решение и реальные значения критериев, изменяет свои требования, снова вводит в ЭВМ и т. д. Процесс заканчивается, когда ЭВМ выдает приемлемое решение, либо когда ЛПР убедится в нецелесообразности дальнейших попыток получить разумный компромисс при данной модели.

Исходя из специфики критериев оценки наукоемкой продукции, для использования в автоматизированном мониторинге конкурентоспособности наукоемкой продукции [3] из всех рассмотренных групп методов наиболее простым и эффективным можно считать группу прямых методов оценки в сочетании с некоторыми принципами методов порогов несравнимости.

Литература.

1. Нейман Дж. фон, Моргенштерн. Теория игр и экономическое поведение. М., Наука, 1970.-300с.
2. Руа Б. Классификация и выбор при наличии нескольких критериев (метод ЭЛЕКТРА): Пер. с фр. - В кн.: Вопросы анализа и процедуры принятия решений. М.: Мир, 1976, С.80-107.
3. Григорьева А.А., Ташиян Г.О., Григорьева А.П. Автоматизированный мониторинг конкурентоспособности инновационной машиностроительной продукции. // Монография. Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2011, с.231.

ПРАВИЛЬНОЕ ПИТАНИЕ – НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ УСПЕШНОГО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ

В.П. Петров, студент гр. 17Б20

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел.: 8 (384-51) 6-26-83.

Молодёжь является основой общества, так как именно она в большинстве своем создает и вводит различные инновации в современную жизнь. И те государства, которые это понимают и заботятся о проблемах молодёжи, сегодня занимают верхние позиции среди развитых стран. Наиболее важная проблема молодого поколения это правильное питание, далеко не многие задумываются о том, что именно ваш рацион влияет на ваше будущее, так как ваше питание – это ваше физическое и психологическое здоровье, умственное развитие.

Далеко не все знают, что существует некая закономерность, согласно которой, чем меньше доход, тем больше вес у людей. Причина тому неправильное питание, в связи с нехваткой витаминов в рационе питания, от чего у людей появляется усталость и различные виды болезней, таких как диабет, гипертония, хроническое заболевание сердца и печени, все это связано с тем, что в основном питание многих не соответствует принципам здорового питания из-за потребления пищевых продуктов, содержащих большое количество жира животного происхождения и простых углеводов, недостатка в рационе овощей и фруктов, рыбы и морепродуктов, что приводит к росту избыточной массы тела и ожирению. В последнее время в России также стала наблюдаться такая тенденция. Но избыточный вес влияет не только на физическое состояние, но также и на психологическое, поскольку из-за этого большое количество людей чувствует себя неловко во многих ситуациях, что приводит нервному расстройству и апатии.

Частично проблему распространенности избыточного веса решает программа «Здоровая Россия», разработанная в рамках приоритетного национального проекта «Здоровье». В рамках этой программы на базах городских поликлиник в России были созданы Центры здоровья. В их задачи входит мониторинг состояния здоровья населения, а также консультация по вопросам здорового образа жизни, включая вопросы правильного питания, необходимых объемов физической активности, способы избавления от лишнего веса.

Как организовать своё питание, сохранить вкусный, разнообразный и здоровый рацион? Как сэкономить на еде с пользой для здоровья?

- 1) Для начала нужно взвеситься, измерить рост и с помощью калькулятора определить свой оптимальный вес[3].

Вес мужчины					1915
Рост	190	Возраст	22	Вес	82
Вес женщины					Расчёт каллорий
Рост	168	Возраст	51	Вес	69.25
					1729

Рис. 1. Автоматический счётчик оптимального веса и количества необходимых калорий в день

- 2) Определить количество калорий необходимых при Вашем уровне активности [4].

Негативно будет сказываться как излишек, так и дефицит калорий. Чем тяжелее и продолжительнее труд, тем более витаминизированными должны быть пищевые продукты. Для поддержания высокого уровня умственной работоспособности с пищевым рационом в организм должны поступать в соответствии с суточной потребностью минеральные вещества, витамины, микроэлементы. При отсутствии или недостатке витаминов и микроэлементов возникают различные заболевания.

3) Составить меню на неделю, его можно выполнить в виде списка, распланировав заранее 4 приема пищи ежедневно. Подключаем счетчик, с помощью которого по рецепту блюда определяем количество белков-жиров-углеводов, а также, какие витамины и микроэлементы входят в состав этого блюда [4]. Количество калорий, белков-жиров-углеводов, а также необходимых витаминов и микроэлементов за неделю суммируется, превышение нормы сигнализируется красным цветом, недостаток – синим

понедельник

понедельник	граммы	б	ж	у	к	цена
каша рисовая молочная	230	6.34	7.33	45.45	275	6.04
шлеф с маслом	50	6.4	8.07	10.89	144	1.33
каша с молоком	200	4.01	4.08	21.05	134	4.5
котлета домашняя	500	12.18	18	11.83	265	26.8
рагу из овощей с мясом	185	3.83	9.4	19.9	191	33.9
котлет из яблок и слив	200	0.36	0.12	25.78	102	6.57
печенье из творога	60	6.35	14.03	24.39	249	22.98
чай	200	0.2	0.05	0.04	0	2.5
суфле из курицы	90	18.37	12.53	5.4	208	18.72
макаронны с томатом	160.5	6.1	4.34	38.28	221	10.7
итого	1875.5	64.14	77.85	203	1789	154.04

белков	1.88 нг	белков	7.08 нг	белков	6.35 нг
ж	2.7 нг	ж	0.12 нг	ж	18.98 нг
у	0.08 нг	у	14.34 нг	у	191.7 нг
к	9.89 нг	к	5.17 нг	к	1.28 нг
калорий	853.85 нг	калорий	4.87 нг	калорий	838.45 нг
жир	879.81 нг	жир	0.07 нг	жир	3.03 нг
б	27.71 нг	б	0.09 нг	б	0.04 нг
ж	84 нг	ж		ж	

Рис. 2. Пример меню на один день с анализатором рецептов и расчётом цен за продукты

4) Если Вас устраивает данное меню, но есть ограничения в денежных средствах, можно заменить наиболее дорогие продукты другими (например: говядину - индейкой и др.).

5) Если не устраивает содержание белков-жиров-углеводов и калорий, в этом случае достаточно с помощью таблицы калорийности определить подходящие продукты и включить их в рацион, взамен другим продуктам.

6) А что делать человеку, который желает похудеть? Для похудения нужно тратить энергии больше, чем получаешь, то есть, чтобы количество калорий, поступающих в организм с пищей, было меньше, чем рассчитанная суточная норма калорий. Но чтобы организм не включил сигнал опасности, нельзя срезать калории слишком быстро. Специалисты по здоровому питанию советуют уменьшить дневную норму калорий на 20%. С помощью таблицы калорийности произвести соответствующие расчеты не составит труда.

Принципы рационального питания

- 1) здоровое питание - меню должно включать в себя продукты из разных групп;

2) химический состав потребляемого меню также должен быть приведен в соответствие с потребностями, в особенности физиологическими, человеческого организма;

3) человек должен соблюдать режим;

4) гораздо выгодней составлять меню и делать покупки на неделю.

Итак, рассчитав сумму правильного питания на месяц, которая составляет 4324,73 руб., сравниваем её с минимальной академической стипендией в России 1200 руб., получаем, что нашим студентам возможно правильно питаться только чуть больше недели, чтобы получать все необходимые витамины и питательные вещества. Поэтому из-за нехватки финансовых средств, студентам приходится либо питаться, как получится, из-за чего повышается риск заболеваний и ухудшению умственной активности, либо идти на работу, что приводит к переутомленности и нехватки времени на обучение. Вследствие чего происходит ухудшение обучения и саморазвития будущего поколения, что приводит к неполному раскрытию потенциала молодёжи в стране.

Для проверки этой теории сравним стипендии наших студентов со стипендиями более развитые страны, такие как Германия и Япония. В Германии минимальная академическая стипендия составляет 300 евро, что в переводе на рубли будет 14550 руб., при том, что цены на продукты в Германии такие же как в РФ за исключением некоторых продуктов. А в Японии минимальная академическая стипендия колеблется около 30000 йен, а в рублях это около 10400 руб., но цены на продукты в Японии отличаются от наших приблизительно в 2 раза за исключением некоторых продуктов, но при этой они укладываются в рацион правильного питания.

В заключении хотелось бы отметить тот факт, что в России порог минимальной академической стипендии очень низок, что довольно сильно сказывается на условиях обучения студентов, поэтому для того чтобы государству получить полноценное будущее необходимо повысить минимальную академическую стипендию хотя бы до 4,5 тысяч рублей.

Литература.

1. Центр СМИ Информационный бюллетень №311 Март 2013 г.
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 октября 2010 г. N 1873- р г. Москва
3. Формула идеального веса [http://moisovety.ru/2010/01/formula_vesa/]
4. Справка по ежедневному калькулятору калорий [<http://kedem.ru/calc/cdc/help.html>]
5. Калькулятор-анализатор рецептов [<http://www.galya.ru/AnalyzeRecipe.php>]

АКТУАЛЬНОСТЬ ЗАДАЧИ ПОСТРОЕНИЯ АНАЛИТИЧЕСКОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА НАПРАВЛЕННОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

Н.В. Николаева, магистрант, А.В. Рогожкин, магистрант, В.Г. Смелов, к.т.н., доц.

Самарский государственный аэрокосмический университет

443086, г. Самара, Московское шоссе, 34, тел. +7 927 606 16 78

E-mail: nikolaeva-nv@list.ru

Конкуренция на мировом рынке авиационного двигателестроения диктует новые требования для повышения надежности и работоспособности газотурбинных двигателей (ГТД), что непосредственно влияет на современную идеологию управления качеством изделий в процессе их изготовления, которая, в свою очередь, основана на математическом моделировании процесса в рамках системного подхода, а также на установлении количественных взаимосвязей между параметрами управления и управляющими параметрами.

Такой подход приводит к необходимости математического моделирования процесса направленной кристаллизации, ориентированного на ведение плавки, заливки и кристаллизации расплава в установках УВНК-8П [1]. В этих установках реализован принцип направленной кристаллизации путем погружения керамической формы с расплавом в жидкокристаллический охладитель – алюминиевую ванну [1].

В последние десятилетия отмечается неуклонное повышение интереса отечественных и зарубежных исследователей к построению моделей кристаллизации, описывающих формирование структуры закристаллизовавшегося расплава, химическую неоднородность, распределенную пористость отливки. Эти модели используют описание процессов на различных структурных уровнях [2].

Вопросам математического моделирования процессов кристаллизации уделяется повышенное внимание в последние десятилетия. Во многом это связано с расширением сведений о физических свойствах сплавов, особенно многокомпонентных ЖС [3], повышением сложности математических

моделей физикохимических процессов кристаллизации [4] и возрастанием вычислительной мощности компьютеров, позволяющей получать решение задач моделирования за короткий промежуток времени.

Математическое моделирование с помощью компьютера становится в настоящее время эффективным инструментом исследователей и инженеров и часто является одной из основных частей систем автоматизированного проектирования [5]. Благодаря достижениям в области моделирования можно решать задачи прогнозирования макроструктуры отливок при равноосной и направленной кристаллизации [6], моделирования дендритной кристаллизации сплавов [7,8] и ряда других актуальных задач.

Методика заключается в непосредственном создании модели математического моделирования, по которой будут проводиться расчёты.

При математическом моделировании исчезают проблемы, связанные с возмущениями исследуемых процессов устанавливаемыми датчиками, применяемыми в экспериментах, а также отсутствуют технические трудности, вызываемые малыми или большими размерами исследуемых объектов, высокими или низкими температурами, пожароопасными или токсичными веществами и т.п. При этом численное решение можно получить для реальных условий исследуемого процесса, что далеко не всегда возможно при экспериментальных исследованиях [5].

Указанные преимущества, а также интенсивное развитие вычислительной техники и численных методов в последние годы, позволяют успешно использовать современные CAE системы, такие как, ProCAST, для математического моделирования тепломассообмена и гидрогазодинамики, что позволяет получить общую картину всего течения жидкости в объеме и графически визуализировать процесс кристаллизации, а именно: поля скоростей, давлений или температур во всей области течения.

ProCAST – это решение для компьютерного моделирования всех литейных процессов. Система базируется на методе конечных элементов (FEM), что обеспечивает хорошую точность описания геометрии отливки и формы расчетной модели, дает учет большинства процессов теплового, кристаллизационного, напряжено-деформированного характера (рис.1).

Но применение современной CAE системы ProCAST при математическом моделировании процесса кристаллизации выявляет проблемы, которые могут возникнуть при литейном процессе, но зачастую, при применении результатов на практике дефекты остаются, хотя в математической модели был достигнут результат их отсутствия. Это говорит о том, что существует необходимость создания еще одного этапа – создания аналитической математической модели.

Современная математика имеет в своем арсенале закономерность выделять наиболее важные требования, предъявляемые к математическим моделям: универсальность, характеризующая полноту отображения моделью изучаемых свойств реального объекта; адекватность – способность отражать нужные свойства объекта с погрешностью не выше заданной; точность, оцениваемая степенью совпадения значений характеристик реального объекта и значений этих характеристик, полученных с помощью математических моделей.



Рис. 1. Модульная структура ProCast

Такие модели дают возможность сформулировать идеи для эффективного математического моделирования процесса структурообразования при кристаллизации. Ведь дендритная кристаллизация представляет собой чрезвычайно сложный процесс, связанный с геометрической формой дендритов, диффузией примесей, возможностью движения жидкой фазы в междендритном пространстве, образованием новых неметаллических фаз (неметаллических включений) и ряда других явлений [9].

Кристаллизация расплава сопровождается рядом физических и химических процессов, среди которых можно выделить: процессы, влияющие на состав расплава; процессы зарождения и роста новой фазы на фронте кристаллизации; процессы теплопереноса; процессы массопереноса.

Для того чтобы рассмотреть такие процессы и необходимо разрабатывать математическую модель кристаллизации расплава, которая позволит в аналитическом виде определить распределение

температур в системе, закон движения фронта кристаллизации и изменение толщины жидкокристаллической области, образующейся у фронта кристаллизации.

Проведение такого математического моделирования процесса литья с направленной кристаллизацией позволит сформировать теоретическую методику оценки зерна структуры отливки и сформулировать основные требования к теплофизическим параметрам процесса с целью обеспечения стабильности и однородности структуры отливки, т.к. именно условия формирования кристаллического тела отливки в процессе ее затвердевания определяют эксплуатационные свойства ответственных деталей авиационного двигателя. Ресурс рабочих лопаток степени зависит от технологии изготовления отливок. Поэтому представляется актуальным построение аналитической математической модели кристаллизации.

Литература.

1. Крымов В.В., Елисеев Ю.С., Зудин К.И. Производство газотурбинных двигателей / Под ред. В.В. Крымова. М.: Машиностроение / Машиностроение – Полёт, 2002. 376 с.
2. Няшина Н.Д. Математическая модель дендритной кристаллизации металлического расплава. Дисс., Пермский гос. техн. ун-т – Пермь, 2000. – 184 с.
3. N. Saunders, M. Fahrman and C.J. Small. The Application of CALPHAD Calculations to Ni-based Superalloys // Proc. Superalloys-2000. eds. K.A. Green, T.M. Pollock and R.D. Kissinger (TMS, Warrendale, 2000), 803.
4. Modeling of Casting, Welding and Advanced Solidification Processes / M. Rappaz, M. Ozgu, K. Mahin (eds) (TMS Publ., Warrendale, PA, 1991), 836.
5. Смирнов А.Н. Куберский С.В., Подкорытов А.Л., Ухин В.Е., Кравченко А.В., Оробцев А.Ю. и др. Непрерывная разливка сортовой заготовки: Монография. – Донецк: Цифровая типография, 2012. – 417 с.
6. C.-A. Gandin, J.-L. Desbiolles, M. Rappaz, M. Swierkosz, Ph. Thevoz. 3D Modelling of Grain Structure Formation during Solidification // Supercomputing Rev. 8 (1996), 11-15.
7. Y.-T. Kim, N. Provatas, N. Goldenfeld, J. Dantzig. Universal dynamics of phase-field models for dendritic growth // Physical Review E, 1999, vol. 59. no. 3, 2546-2549.
8. Тарабаев Л.П., Есин В.О. Формирование дендритной структуры при направленной кристаллизации тройных сплавов // Металлы. 2001, № 4. С. 39-45.
9. Смирнов А.Н., Макуров С.Л., Сафонов В.М., Цупрун А.Ю. Крупный слиток. Монография. Донецкий национ. технич. ун-т. – Донецк, 2009. – 278 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ

Н.И. Мейерова, студент гр. В17300

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. 8(384-51) 6-426-83

Охрана окружающей среды от загрязнений становится одной из наиболее актуальных проблем науки и техники. Для проведения эффективных природоохранных мероприятий необходим качественный контроль за состоянием выбросов в окружающую среду от всех источников загрязнения. Сложность в оперативном и точном определении количества выбросов в атмосферу состоит в учете влияющих факторов, таких как диффузия и перенос примесей, устойчивость атмосферы (температура, давление, скорость, направление и размах вихрей ветра, интенсивность турбулентности). Массовая доля выбросов в мире, приходящаяся на транспорт, с каждым годом возрастает [1]. Поэтому в качестве источника загрязнения рассмотрим автотранспорт.

В качестве источника выбросов рассмотрим легковой автомобиль, находящийся в движении. Для описания процесса рассеивания газообразных продуктов выброса используется модель нестационарного переноса [1]. Так как наибольшую долю среди токсичных веществ занимает оксид углерода, то его концентрация и будет определяться.

При составлении математической модели используем следующие основные уравнения: уравнения газовой диффузии, уравнение переноса и распространения примесей и уравнение движения. Считая автомобиль точечным источником выброса в определенные моменты времени, поместим трехмерную декартову систему координат непосредственно в источник выбросов. При этом ось OZ

– вдоль дороги, ось OX – определяет ширину дороги и ось OY – перпендикулярно осям OZ и OX соответственно.

Рассмотрим поведение выхлопа в плоскости XZ , без учета сложных погодных условий (рисунок 1). Также обозначим на рисунке 1 все влияющие величины, которые будут учтены в математической модели.

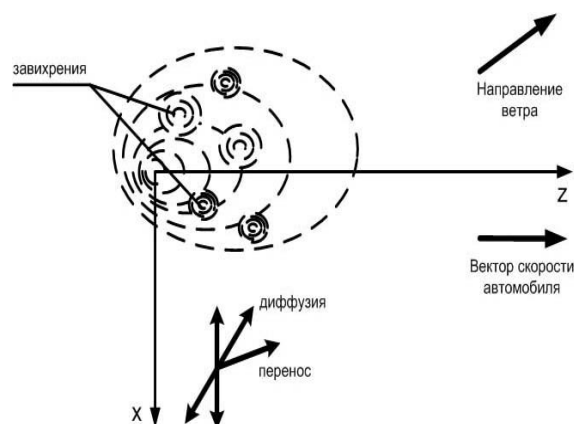


Рис. 1. Поведения выхлопа в атмосфере

Концентрация оксида углерода в районе выброса будет описываться следующим уравнением:

$$C_{co}(x,y,z,t,Va,Vb) = C_{фонаглоб}(x,y,z,t) + C_{фоналокальн}(x,y,z,t) + C_{авто}(x,y,z,t,Va,Vb),$$

где $C_{co}(x,y,z,t,Va,Vb)$ – суммарная концентрация оксида углерода в районе выброса;

$C_{фонаглоб}(x,y,z,t)$ – глобальная фоновая концентрация;

$C_{фоналокальн}(x,y,z,t)$ – локальная фоновая концентрация, которая характерна данной местности;

$C_{авто}(x,y,z,t,Va,Vb)$ – концентрация, вносимая отработанными газами автотранспорта.

Глобальная и фоновая концентрации имеют среднестатистическое значение для определенной местности, участка трассы и погодных условий и определяется экспериментально либо на основе статистических данных.

Концентрация, вносимая отработанными газами автомобиля, содержит постоянную и турбулентную составляющие. При этом постоянная составляющая характеризует основную концентрацию CO в выбросах автомобиля и является функцией от пространственных координат (x,y,z) , максимальной концентрации оксида углерода, времени (t) , скорости автомобиля и ветра (Va,Vb) , направление

ветра, высота расположения источника выбросов. Турбулентная составляющая, характеризующая газовую диффузию в турбулентном потоке автомобильного выхлопа, является функцией от координат (x,y,z) , времени (t) и скорости автомобиля (Va) .

Решение данного уравнения покажем в виде графика распределения концентрации оксида углерода по оси X при $t = 0,02$ с, $Z = 0,05$ м, и разрезами по Y ($Y = Y_0$; $Y = Y_0 + 0,08$; $Y = Y_0 + 0,16$; $Y = Y_0 + 0,24$). Где $Y_0 = 0,25$ м – типовое расположение выхлопной трубы, $Va = 15$ км/ч, $Vb = 0$ м/с, при этом фоновая и локальная концентрация не учитывались. Для удобного отображения графики смещены друг относительно друга на единицу (рис. 2).

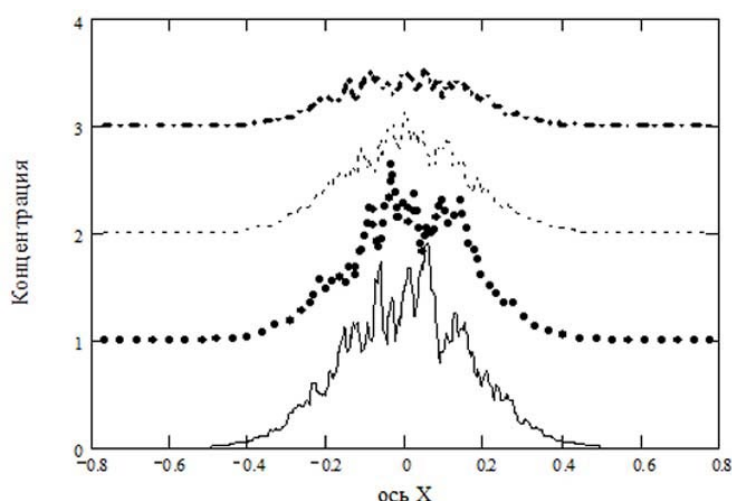


Рис. 2. Распределение концентрации оксида углерода по оси X при $t = 0,02$ с, $Z = 0,05$ м ($Y = Y_0$ м – сплошная линия, $Y = (Y_0 + 0,08)$ м – точечная линия, $Y = (Y_0 + 0,16)$ м – пунктирная линия, $Y = (Y_0 + 0,24)$ м – штрихпунктирная линия)

Разработанная математическая модель позволяет определить с высокой вероятностью распределение концентрации примесей в газовом пространстве с учетом большинства влияющих величин. При определенных допущениях, а именно: скорость движения автомобиля положить равным нулю – математическая модель может быть адаптирована для определения краткосрочных выбросов ядовитых веществ от стационарных источников выбросов.

Литература.

1. Марчук Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды/ Марчук Г. И. – М.: Наука, 1982. – 320 с

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ЗАГОТОВИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Н.В. Николаева, магистрант, А.В. Рогожкин, магистрант, Р.А. Вдовин, инженер

Самарский государственный аэрокосмический университет

443086, г. Самара, Московское шоссе, 34

E-mail: nikolaeva-nv@list.ru

Сложность и высокая стоимость объектов и изделий современного развивающегося авиационного и машиностроительного комплекса делает обязательным применение этапа виртуального моделирования на всех циклах технологического производства.

Компьютерный анализ литейных процессов на этапе виртуального проектирования технологии литья (до изготовления отливок) позволяет минимизировать возможные просчеты и ошибки, неизбежно возникающие в процессе разработки, снизить финансовые и временные затраты, повысить эффективность, конкурентоспособность, качество и надёжность разрабатываемой продукции. Происходит экономия материалов, энергоносителей, рабочего времени, бережётся оборудование, а взамен получается масса уникальной информации о технологическом процессе. Только компьютерное моделирование технологии позволяет «заглянуть» внутрь изделия, увидеть характер протекающих в нем процессов, понять причины возникновения дефектов.

Внедрение компьютерных технологий позволяет повысить эффективность операций создания и обработки информации, происходит переход от бумажного документооборота к электронному.

При внедрении компьютерных технологий снижаются расходы, уменьшается трудоемкость проектирования и освоения производства новых сложных изделий. На 30...40 % уменьшаются расходы на подготовку технологической документации. Более чем на 35 % сокращаются сроки выпуска новых сложных изделий.

Применение компьютерных технологий в литейном производстве в значительной степени связано с обработкой, поступающей от CAD-систем конструкторских подразделений информации о создаваемом изделии в виде электронных моделей деталей. Информация о технологических процессах, применяемых в литейном производстве, поступает в виде математических моделей, создаваемых в результате деятельности CAE-систем. Виртуальное литейное производство созданное на базе современной CAE-системы ProCast не только моделирует затвердевание отливки (тепловая задача), но и позволяет прогнозировать макро и микроструктуру отливки, а также создает информационную картину электронной модели отливки. По созданной электронной модели отливки, с использованием технологии быстрого прототипирования (аддитивных технологий), может быть быстро получена достаточно точная материальная модель, необходимая для изготовления отливки в литейном производстве [1].

Ключевым звеном виртуального производства литых заготовок служит программное обеспечение моделирования процесса затвердевания отливки и формирования макро и микроструктуры. Выбор программного обеспечения зависит от применяемых процессов литья и номенклатуры выпускаемой продукции.

Для литья деталей аэрокосмического назначения, деталей с тонкими стенками, тонкими ребрами, щелевыми каналами сложной формы, например, лопаток газотурбинного двигателя (ГТД), преимуществом обладает метод конечных элементов (FEM), позволяющий более точно передать геометрию отливки, который используется в программном продукте ProCAST.

Этапы моделирования включают в себя подготовку геометрии (3D-модель литейного блока и 3D-сетку), определение теплофизических свойств материалов, задание граничных условий (воспроизведение реального технологического процесса).

Для проведения численных расчетов необходимо задать физические и усадочные (теплофизические) свойства материала отливки.

Для моделирования литейных процессов нужны свойства сплава при температурах вблизи температуры точки солидус и выше.

Скорость охлаждения расплава, геометрия отливки существенно влияют на тепло и массообмен, полноту протекания диффузионных процессов на фронте кристаллизации. Это определяет фазовый состав сплава, распределение твердой фазы в интервале кристаллизации и температуру точки солидус. Температура плавления (температура ликвидус) - это температура, при которой вещество переходит в полностью жидкое состояние. Температура затвердевания (температура солидус) - это такая температура, при которой вещество переходит полностью в твердое состояние.

В точной математической постановке система уравнений, описывающая процесс затвердевания отливки, должна включать уравнение диффузии в расплаве и твердой фазе.

Программный комплекс ProCAST позволяет решать практически любые технологические задачи, связанные с литьем металлов. ProCAST позволяет моделировать любую литейную технологию.

Программа ProCAST имеет отличный встроенный генератор 2D и 3D сеток, позволяющий получить максимально корректную расчетную сетку за минимальное время.

Имеется встроенный химический калькулятор, благодаря которому можно получить все необходимые тепло-физические свойства любого сплава прямо в программе.

Программа ProCAST позволяет определить: распределение тепловых полей в отливке и форме; оценить уровень возникающих напряжений в отливке и металлической оснастке; позволяет рассчитывать циклические нагрузки (например, при литье под давлением).

ProCAST отвечает задачам производства. Основанный на проверенной технологии конечных элементов, ProCAST представляет законченное решение, охватывающее широкий спектр процессов литья металлов и сплавов.

ProCAST предоставляет возможность моделирования заполнения формы, затвердевания и формирования микроструктуры. Расположение стояков и применение изолирующих или экзотермических подводов, их влияние на усадку может быть изучено на компьютере и визуализировано на экране для достижения оптимального качества отливки.

Рассмотрим проектирование процесса литья по выплавляемым моделям в программе ProCAST на примере модели «цапфы».

На основании конструкторской и технологической документации в специализированном CAD пакете NX 8.5 была построена математическая модель цапфы и литниково-питающей системы в сборе (рис.1).

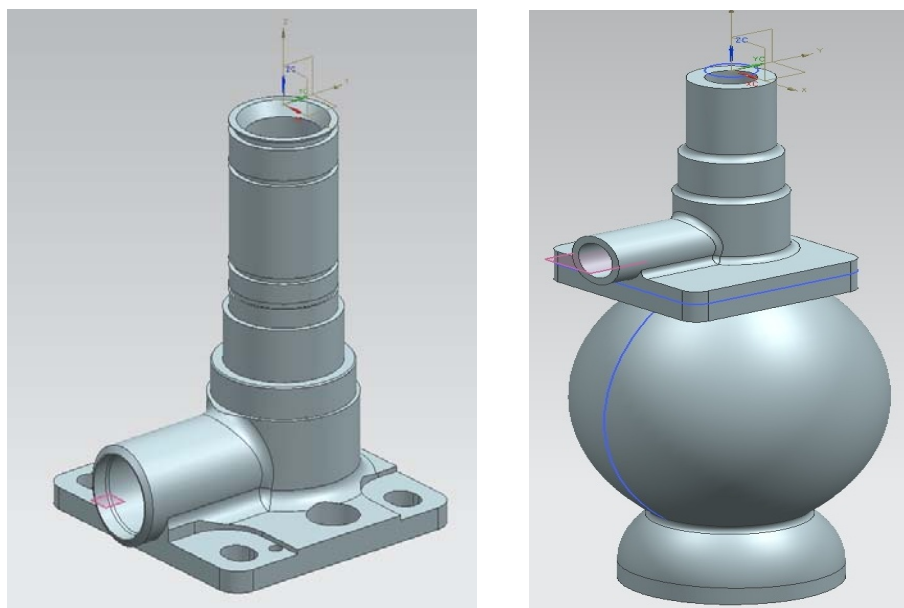


Рис. 1. CAD-модель цапфы и CAD-модель литниково-питающей системы

В программном продукте ProCAST была построена конечно-элементная модель цапфы, заданы начальные и граничные условия заливки и задача была отправлена на расчёт.

Анализ полученных результатов виртуальной заливки выводился на просмотр в программе ProCAST с помощью приложения Visual-Viewer.

Такие расчёты необходимо проводить для того, чтобы во время устранить усадочные дефекты ещё на стадии проработки математической модели. Это позволяет значительно сократить сроки изготовления отливок путем своевременного внесения изменений в конструкцию литниково-питающих систем, что обеспечивает: повышение качества отливок; уменьшение цены продукта [2].

Поэтому при решении вопросов, связанных с литейным производством, ProCAST является незаменимым инструментом технолога-литейщика.

ProCAST может использоваться для моделирования таких способов литья, как литье по выплавляемым моделям, литье в землю, в кокиль, изложницу, литье под давлением.

Работа выполнена при финансовой поддержке Правительства Российской Федерации (Минобрнауки) на основании Постановления Правительства РФ #218 от 09.04.2010 г. (шифр темы 2013-218-04-4777) на оборудовании ЦКП.

Литература.

1. Балякин А.В. Применение аддитивных технологий для создания деталей камеры сгорания [Текст] / А.В. Балякин, В.Г. Смелов, Л.А. Чемпинский - Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). – 2012. - № 3-2 – с. 47-52.
2. Вдовин Р.А. 3D виртуальное моделирование и оптимизация технологического процесса литья детали «Завихритель II контура» ГТД с использованием компьютерных технологий [Текст] / Р.А. Вдовин, В.Г. Смелов – Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). – 2012. - № 3-3 – с. 115-120.

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ

Е.Ю. Кузнецова, студент гр. 17Б30, научный руководитель: Князева О.Г., ст. преподаватель

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

«Тот, кто хочет решить вопросы естественных наук без помощи математики, ставит неразрешимую задачу. Следует то, что измеримо, и делать измеримым то, что таковым не является»

Галилео Галилей

Математика является такой наукой, которая располагается на границах естествознания. Исходя из этого естествознание все чаще обращается к математическим методам, чтобы истолковать различные законы природы. Толкование явления, каким бы оно ни было, является достоверным, только тогда, если удастся создать математический аппарат, который полностью передает логичность данного процесса.

Математику естествознание использует в различных направлениях, например: с помощью математических вычислений и преобразований выполняется количественный анализ и формулировка установленных фактов, строятся различные математические модели, рождается математическая экология, физика и многое другое и, наконец, формулируется язык научных теорий.

Применение математики в естествознании ничем не ограничено. Они тесно связаны. На одном из этапов развития естественнонаучных дисциплин возникает необходимость их математизации. Даже самые простые математические операции служат исходной точкой естествознания. Наука это использует для того, чтобы «создавать мосты» для переходов от эмпирических методов различных исследований к рациональным, для того чтобы развивались различные концепции и представления в естествознании. Ценностью математических методов является способность очень легко и быстро переходить из одной области знаний и науки в другую, благодаря абстрагированию от особенных

свойств объектов. Но все таки следует учесть то, что математика исследует не саму природу, а лишь различные математические модели и прообразы окружающей действительности.

Чтобы определить наиболее удобные и универсальные, важнейшие признаки, характерные для различных научных систем, применяются математические моделирования. Модели математики применяются только в том случае, если экспериментальное изучение потребует значительных расходов.

С помощью математического моделирования мы получаем ответы на очень многие интересующие нас вопросы. Процесс воссоздания математических моделей можно представить в виде ступеней: необходимо выразить главные вопросы, на которые мы находим ответы; затем находим информацию об изучаемом объекте; потом намечаем цели моделирования; на следующем этапе нужно отметить самые главные особенности моделируемого объекта, формализуются главные характеристики; затем вырабатываются принципы работы. Таким образом, зарождается математическая модель. Потом происходит исследование с применением аналитических и вычислительных методов, сопровождающихся в конечном счете нахождением ответов на заданные вопросы. Если модель безупречна, то данные, которые получены о модели бывают подобны данным об исследуемой системе.

Важной особенностью моделирования в естествознании является способность объединять качественные и количественные методы анализа. Математическая модель способна пояснять не только специфику изучаемого объекта, но и полностью прогнозировать новые свойства. Помимо этого она помогает установить взаимную связь между совсем не связанными междудруг другом явлениями, способствует упорядочению различных фактов. Но следует отметить, что масштабы применения математического моделирования в естествознании очень велики, даже можно сказать они совсем не ограничены. В качестве примера можно рассмотреть использование моделей математики в экологии.

Моделирование развития изолированной популяции с дискретным размножением с учетом внутривидовой конкуренции.

Нужно рассмотреть биологические виды, для которых потомки и предки не могут сосуществовать во времени (растения, насекомые). Тогда последовательные значения численности популяции можно представить в виде $N_0, N_1, \dots$

Если нет ни одной причины для ограничения численности популяции, тогда возникает простая модель: $N_{t+1} = R \cdot N_t$ где R – коэффициент воспроизводства. Решение данной модели очевидно: $N_t = N_0 \cdot R^t$ и при $R > 1$ численность популяции растет по геометрической прогрессии.

Естественно, что бесконечно долго популяция не может увеличиваться. Самый простой способ учета внутривидовой конкуренции основывается на том, что сам коэффициент воспроизводства не может являться постоянной величиной, он зависит от числа особей в популяции, уменьшаясь по мере ее роста. Исходя из этого, не обходимо брать в расчет, то что, величина R монотонно уменьшается с ростом величины N . Реального характера этого спада мы не знаем; его можно представить различными способами с использованием известных элементарных функций.

В эту модель положена простейшая функция, она выглядит так: $N_{t+1} = R \cdot N_t / (1 + \alpha \cdot N_t)$

Полезность этой модели состоит в том, что описываемое поведение численности популяций неоднократно наблюдалось экологами в природе.

Затем следует рассмотреть модель, которая показывает четыре разные типа динамики численности популяции (зависит от соотношений значения параметров): монотонное возрастание с выходом на стационар, колебательное установление численности, регулярное колебательное изменение («предельные циклы») и хаотическое поведение без видимых закономерностей. Все это наблюдается в природе.

При изучении типов моделей, которые выраженные дифференциальными уравнениями, сама методика в основном одинаковая.

- Определить проблемы, введение терминов, описать поведение определенных природных систем;
- Создать математическую модель;
- Попытаться качественно изучить модель, включая построение диаграмм на фазовой плоскости параметров данной модели;
- Численно решить дифференциальные уравнения.

Одной из основных задач математики в естествознании, является заключение в создании специализированного языка данной науки. Без всяких сомнений можно сказать о том, что математический язык является многофункциональным и универсальным языком естествознания. Не зря Г. Вейль немецкий математик сказал " ... Все законы выводятся из опыта. Но для выражения их нужен специальный язык. Обиходный язык слишком беден, кроме того, он слишком не определен для выражения столь богатых содержанием точных и тонких соотношений. Таково первое основание, по которому

физик не может обойтись без математики; она дает ему единственный язык, на котором он в состоянии изъясняться".

С помощью различных формул, функций, уравнений и логического аппарата можно просто выразить сложные процессы, которые происходят в окружающем нас мире; благодаря этому можно точно определить количественные закономерности, присущие изучаемым явлениям. Математический язык исключает всякую не определенность. Он заключается в лаконичности и емкости. Его понятия и термины можно употребить для обозначения разнообразных явлений природы. Все преимущества свидетельствуют о том, что существуют очень прочные связи между математическим языком и языком качественных описаний. Если мы располагаем большей информацией о качественных свойствах явлений, тем эффективней становится применение математических методов исследования. И совсем наоборот, чем совершеннее будут количественные методы, тем лучше будут исследоваться их качественные особенности.

В математическом языке существуют некоторые недостатки. Естественно, с помощью него мы можем описать все процессы и явления на земле, но все таки математика «убивает индивидуальность», как сказал российский математик И.Шафаревич, не уделяется такого внимания богатству качественных проявлений мира. В математическом подходе описывается всего лишь какой-нибудь определенный аспект изучаемого явления, а все остальные признаки опускаются. Этот недостаток объясняется тем, что математика не может функционировать по другому, нужно не забывать о рамках использования этой науки.

В наше время математическая роль в естествознании увеличивается. Часто теоретические данные об объекте, на самом деле являются неполноценными, пока не будет доказательства, которое будет основано на математических методах, которые обосновывают логику данных явлений и объектов.

Наша Вселенная функционирует по математическим законам в большей мере, чем мы себе это представляем. Вот поэтому эта наука сохраняет непреходящую ценность уже на протяжении многих лет.

Литература.

1. <http://www.scienceforum.ru/>

РАЗРАБОТКА ЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК МАРШРУТА № 9 МЕТОДАМИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

А.Д. Кононыхина, М.С. Толстова, студенты гр. 17Б20

научный руководитель: Березовская О.Б., ст. преподаватель

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

Тел./факс: 8 (384-51) 6-26-83

Рассмотрены методы моделирования транспортных систем для определения основных показателей с целью обеспечения качества пассажирских перевозок и оптимизации пассажирских перевозок. Предполагаемая математическая модель позволяет получать реализации процессов перевозки и оптимизации пассажирских перевозок. Натуральные испытания, проведенные нами, подтвердили адекватность модели. Дальнейшие исследования позволят расширить объектную базу, уточнить параметры и разработать систему управления транспортными процессами пассажироперевозок в городе Юрга.

Моделирование пассажирских потоков сопряжено со значительными трудностями, вызываемыми спецификой объекта исследования (в частности, стихийность подхода и накопления пассажирских потоков, подверженность влиянию климатических, сезонных, временных и других внешних факторов).

Имитационное моделирование позволяет достаточно быстро и с высокой точностью прогнозировать характеристики реальной транспортной системы в зависимости от задания требуемого количества факторов внешней среды, оказывающих влияние на систему, а также оптимизировать данную транспортную систему путем подбора соответствующих параметров (как наиболее простой пример – увеличение (уменьшение) количества маршрутных транспортных средств на линии).

Объектная схема процессов представляет собой маршрут пассажирского транспорта или систему маршрутов и остановочных комплексов, а ресурсы модели – транспортные системы, базирующиеся на автобусах малой и средней вместимости, и пассажиропотоки, поступающие на остановки для посадки в автобусы.

Имитационное моделирование — это частный случай математического моделирования. Существует класс объектов, для которых по различным причинам не разработаны аналитические модели, либо не разработаны методы решения полученной модели. В этом случае аналитическая модель заменяется имитатором или имитационной моделью.

Общая наполняемость автобуса сидячих 25 человек, а стоящих 40 человек, итого 65 человек:

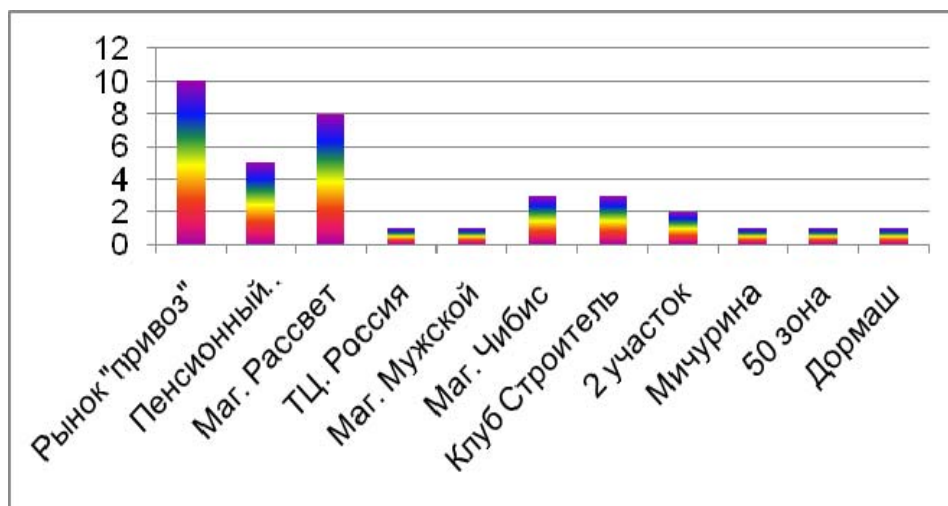


Рис. 1. Средняя наполняемость автобуса за один рабочий день. (от ост. Рынок «Привоз» до ост. Дормаш)

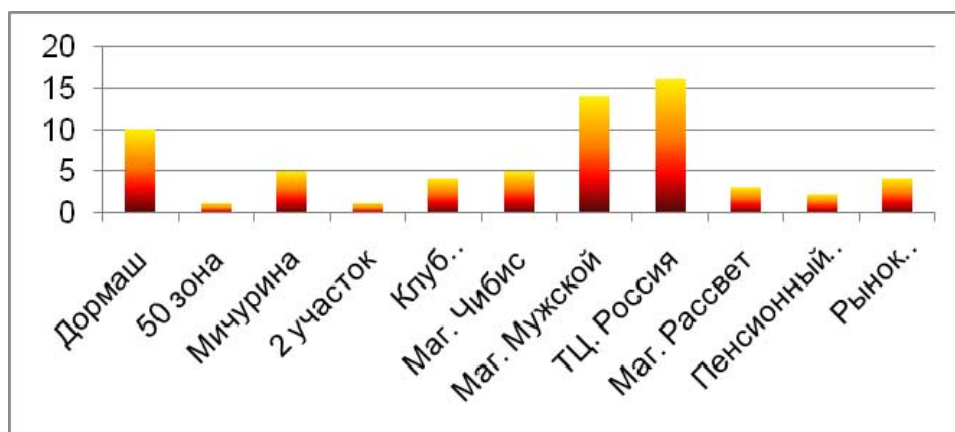


Рис. 2. Средняя наполняемость автобуса за один рабочий день. (от ост. Дормаш до ост. Рынок «Привоз»)

На основании найденных данных могут быть получены знания интервалов между автобусами (n) и ($n - 1$): 6:31(9 человек)

7:21(48 человек)	8:16(110 человек)	9:06(120 человек)		
10:51(113 человек)	11:41(73 человек)	12:31(70 человек)	13:29(79 человек)	
14:19(70 человек)	15:09(69 человек)	15:59(65 человек)	16:49(110 человек)	
17:39(120 человек)	19:19(107 человек)	20:09(43 человек)	20:59(12 человек)	

Из этих данных можно скорректировать расписание автотранспортного средства и рассчитаем его прибыль после оптимизации пассажирских перевозок, что позволит нам рассмотреть, насколько новый план будет оптимален.

Следует, что примерные интервалы между автобусами составляет 50 минут.

Далее рассчитаем доход АТП за весь день:

При некоторых расчетах мы получили сумму, получаемую АТП за один рабочий день.

Итого: 16926 рублей.

Далее рассчитаем доход предприятия за месяц.

Итого мы получили: $16926 \cdot 31 = 524706$ рублей.

Из них мы вычтем заработную плату сотрудников, которая зависит от количества пассажиров, а именно:

Автобус 1:

водитель 1-25000 рублей

водитель 2-25000 рублей

кондуктор 1-17000 рублей

кондуктор 2-17000 рублей

Автобус 2:

водитель 1-25000 рублей

водитель 2-25000 рублей

кондуктор 1-17000 рублей

кондуктор 2-17000 рублей

Итого остается сумма: 356706 рублей

Но из них мы должны вычесть еще и транспортные расходы, а именно топливо и ремонтное обслуживание, также нужно учесть, что транспортное средство не долговечно и его тоже нужно будет когда-либо менять.

Ремонтное обслуживание стоит в месяц около 30000 рублей, тогда суммарная стоимость остается 326706 рублей.

Затраты на топливо в день будет составлять: 4250 рублей, в месяц: 131750 рублей.

Итого в результате мы получаем доход предприятия: 194956 рублей.

На основании найденных данных мы получили план пассажирских перевозок, наиболее оптимальный, чем был ранее:

7:41 (103 человек)	8:14 (115 человек)	9:41 (109 человек)
10:41 (80 человек)	11:41 (73 человек)	12:31 (70 человек)
13:29 (79 человек)	14:19 (70 человек)	15:09 (69 человек)
15:59 (65 человек)	16:59 (100 человек)	17:59 (115 человек)
18:59 (113 человек)	19:59 (90 человек)	

Далее рассчитаем доход АТП за весь день: (1256 человек)

Далее получим сумму получаемую АТП за один рабочий день.

Итого: 17584 рублей

Далее рассчитаем доход предприятия за месяц.

Итого мы получили: $17584 \cdot 31 = 545104$ рублей

Из них мы вычтем заработную плату сотрудников, она меньше прежнего плана, так как сотрудники могут работать на пол ставки, а именно:

Автобус 1:

водитель 1-23000 рублей

водитель 2-23000 рублей

кондуктор 1-15000 рублей

кондуктор 2-15000 рублей

Автобус 2:

водитель 1-23000 рублей

водитель 2-23000 рублей

кондуктор 1-15000 рублей

кондуктор 2-15000 рублей

Итого остается сумма: 393104 рублей

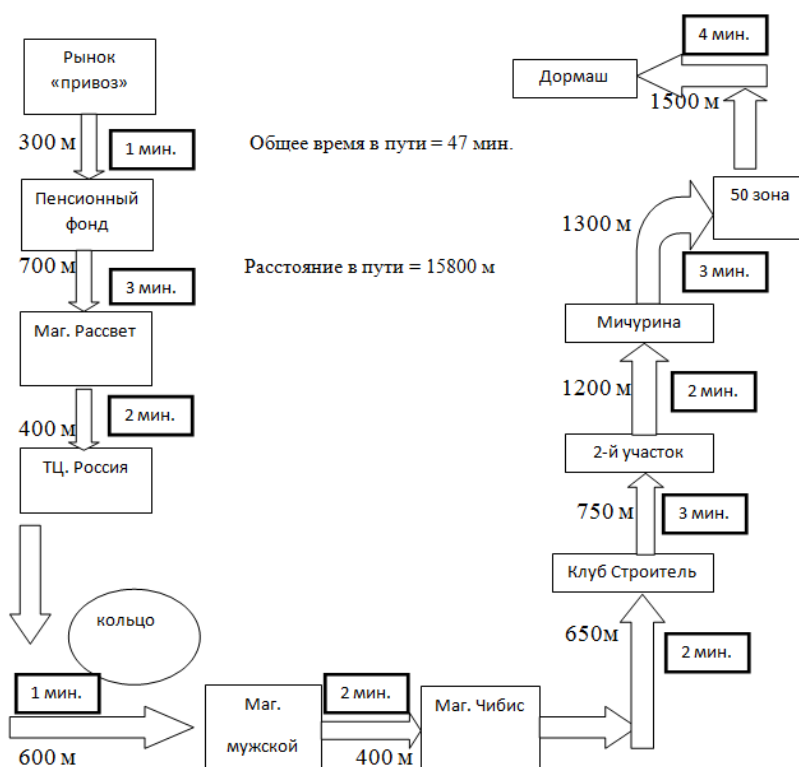
Но из них мы должны вычесть еще и транспортные расходы, а именно топливо и ремонтное обслуживание.

Пусть ремонтное обслуживание стоит в месяц около 30000 рублей, тогда суммарная стоимость остается 363104 рублей.

Затраты на топливо в день будет составлять: 3740 рублей, в месяц: 115940 рублей.

Итого в результате мы получаем доход предприятия: 247164 рублей.

Структура имитационной модели автобусного маршрута № 9:



Нла g – наполняемость автобуса, пришедшего на остановку α ($\gamma > \alpha$), пассажирами, едущими до остановки γ (общая наполняемость автобуса сидячих 25 человек, а стоящих 40 человек, итого 65 человек):

- Рынок «привоз»- 9 (0,36)
- Пенсионный фонд-4 (0,16)
- Маг.Рассвет-7 (0,28)
- ТЦ. Россия-0 (0)
- Мужской магазин-0 (0)
- Маг.Чибис-2 (0,08)
- Клуб Строитель-2 (0,08)
- Второй участок-1 (0,04)
- Мичурина-0 (0)
- 50 зона-0 (0)
- Дормаш-0 (0)

Итого наполняемость автобуса: 38,5%

Нла g – наполняемость автобуса, пришедшего на остановку α ($\gamma > \alpha$), пассажирами, едущими до остановки γ (общая наполняемость автобуса оптимизированного плана):

- Рынок «привоз»- 9 (0,36)
- Пенсионный фонд-0 (0)
- Маг.Рассвет-4 (0,16)
- ТЦ. Россия-0 (0)
- Мужской магазин-3 (0,12)
- Маг.Чибис-4 (0,16)
- Клуб Строитель-13 (0,52)
- Второй участок-15 (0,6)
- Мичурина-2 (0,08)
- 50 зона-1 (0,04)
- Дормаш-3 (0,12)

Итого наполняемость автобуса: 83%

Доступность всем категориям населения (с ограниченными физическими и материальными возможностями, пассажирам с детьми и тд.) обеспечивается за счет установления льгот проезда на всех видах городского общественного транспорта, пешеходной доступности остановочных пунктов, и др. Новые показатели доступности и безопасности определяются нами так:

$$S_{Sil} = \frac{D_{il}}{D_{l\max}} = \frac{\sum_{j=1}^l m_j U_j^{il}}{D_{l\max}}; \quad S_{Sil} = \frac{B_{il}}{B_{lном}} = \frac{\sum_{j=1}^l m_j F_j^{il}}{B_{lном}},$$

где U_j^{il} и $D_{l\max}$ – j -й параметр и максимальный уровень доступности; m_j – коэффициент, учитывающий долю j -го параметра; F_j^{il} и $B_{lном}$ – j -й параметр и номинальный уровень безопасности поездки.

При расчете доступности получаем:

$$S = 50 / (50 / 60) = 60,2\%$$

Рассчитаем безопасность пассажироперевозок:

$$S = 1 / 95\% = 0.01\%$$

$$100\% - 0.01\% = 99.9\%$$

Определим оптимальный уровень в модели городского общественного транспорта минимизацией убытка по следующей зависимости:

$$Y = C - P = (c + c_1 / (1 - S)) - (p_1 + aS^b), \quad D: a > 0, 0 < b < 1, c_1 > 0, 0 < S < 1,$$

где c и c_1 – условно-постоянные и переменные затраты городского общественного транспорта, не зависящие от уровня сервиса;

p_1 – доход без учета требований городского общественного транспорта к уровню сервиса,

a и b – параметры влияния уровня сервиса на пассажиропоток.

При расчете оптимального уровня получили:

$$Y = (399164 - 115940) / (100\% - 60,2\%) - (-145990 + 83\% + 38,5\%) = 330373,3 \text{ рубля}$$

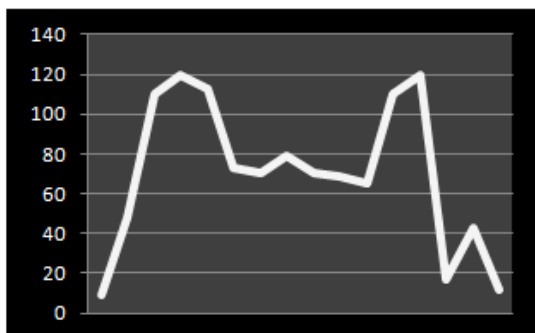


Рис. 3. Динамика пассажиропотока до оптимизации плана

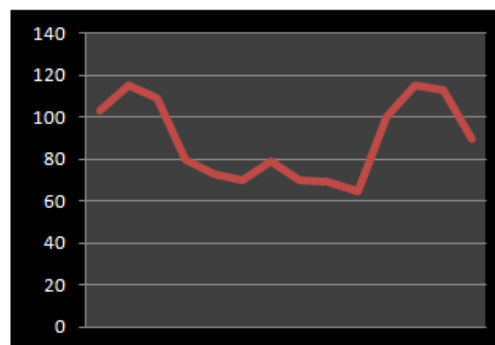


Рис. 4. Динамика пассажиропотока оптимизированного плана

В результате можно сказать, что наш оптимальный план пассажирских перевозок оправдывает себя. Т.к. в результате нашей работы по оптимизации модели, мы сэкономили 52208 рублей. Натуральные испытания, проведенные нами, подтвердили адекватность модели. Исследования, проводимые нами, позволили расширить объектную базу, узнать параметры и разработать оптимальную систему управления транспортными процессами пассажироперевозок в городе Юрга маршрута № 9.

Литература.

1. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. Карпов Ю. - СПб.: БХВ- Петербург, 2005. - 400 с: ил.
2. Имитационное моделирование экономических процессов. Автор: А.А. Емельянов, Е.А. Власова, Р.В. 2002.
3. Имитационное моделирование. Кельтон Д., Аверилл М. Питер, 3-е издание. 2004.
4. Имитационное моделирование процессов PDF. Раздел: Моделирование → Имитационное моделирование. Филатов А.Г., СМО.

CALCULATION OF TARIFF RATES BY "METHODOLOGY OF ROSSTRAHNADZOR" WITH USE OF CONDITIONAL AND UNCONDITIONAL FRANCHISES

G.M. Koshkin, Dr. of Mathematical Sciences, Prof., S.R. Smagina, Student

Tomsk State University, Tomsk

E-mail: smag06@bk.ru

INTRODUCTION

The insurance is the most flexible and stable activities to protect the interests of subjects disturbed by unforeseen negative events. The insurance is always a risk, and it is the risk of the two parties, namely, the insured and the insurer.

Actuarial calculations are the basis for each of the contracts concluded between the insurer and insured. The contracts determine the cost of services. Pricing is the most important task of insurance, as low prices lead to losses and high prices - to a displacement of the insurance company from the market.

Set the following problems:

1. to calculate tariff rates by "Methodology of Rosstrahnadzor" on two years data from ООО "Rosgosstrakh";
2. to modify the calculating methodology of the tariff rate by using a franchise;
3. to make recommendations to each of the departments of the company.

The objects of insurance are cars insured by the KASKO. There are considered three departments of Tomsk region: D, E, and S.

According to the "Methodology of Rosstrahnadzor", the following conditions have to be fulfilled [2]:

1. a group of insurance objects is exposed to the only risk;
2. insurance contracts are concluded at the same fixed period of time;
3. during a contract insured event can occur no more than once;
4. a net premium is the same for all contracts of this aggregate and its size should be such that the expense of the funds provides the payment of all compensations with the given level of reliability.

Introduce the definition and notation.

The gross premium is the full amount of the insurance premium, which a policyholder pays to an insurer according to the contract. The gross premium is calculated on the basis of the gross rate insurance tariff, which consists of a net rate and its load. The net rate is calculated by making use of the probability of infliction insured damage. Note that the load depends on the transactions costs of the company and its desired profit [1].

Let

n be a number of contracts;

m be a number of claims filed for payment of compensation;

The occurrence probability of the insured event on an insurance contract is

$$q = \frac{m}{n}. \quad (1)$$

According to the "Methodology of Rosstrahnadzor" [2], the net rate is defined by the formula

$$T_H = \beta_1 + \alpha_\gamma \cdot \sqrt{\frac{\alpha_2(S) \cdot (\beta_2 - \beta_1^2)}{n \cdot \alpha_1^2(S) - \alpha_\gamma^2 \cdot \mu_2(S)}}, \quad (2)$$

where

$$\beta_i = \frac{q \cdot \alpha_i(Sb)}{\alpha_i(S)}, \quad (3)$$

$$\alpha_k^*(Sb^y) = \frac{1}{S} \cdot \sum_{i=1}^S (Sb_i^y)^k \quad (4)$$

$$\alpha_k(S) = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n S_{i^k},$$

are the estimates of the moments for completed contracts [3];

S_i is an insurance amount at the conclusion of the i^{th} insurance contract;

Sb_i is a compensation payable on the i^{th} contract provided that the insured event took place. Further,

$$\mu_2(S) = \alpha_2(S) - \alpha_1^2(S) = D(S) \quad (5)$$

is the variance. Denote

$$\Phi^{-1}(\gamma) = \alpha_\gamma, \quad (6)$$

where Φ^{-1} is the inverse normal distribution function. Let $\gamma = 0.303$ be the predetermined level of security.

CALCULATION OF USUAL TARIFF RATES

Below, MathCAD calculations of evaluations of moments (Tables 1-2), and tariff rates (Table 3) for departments E, S, and D with data volumes $n=66$, $n=221$, $n=177$ for 2011 year, and $n=53$, $n=163$, $n=81$ for 2012 year are presented.

Table 1

Probabilities of the insured events and moments for 2011

	q	$\alpha_1(S)$	$\alpha_2(S)$	$\alpha_1(Sb)$	$\alpha_2(Sb)$
E	0.258	7.122	81.153	1.45	11.202
S	0.267	10.436	216.929	0.766	2.893
D	0.288	7.517	105.84	0.414	0.41

Table 2

Probabilities of the insured events and moments for 2012

	Q	$\alpha_1(S)$	$\alpha_2(S)$	$\alpha_1(Sb)$	$\alpha_2(Sb)$
E	0.208	6.94	73.183	0.531	0.679
S	0.282	7.498	109.115	0.631	2.265
D	0.148	6.2	68.909	0.359	0.245

In 2011, the occurrence probabilities of insured events in all the departments was about the same. In 2012, the department D had the smallest probability.

Further, calculate the tariff rates according to the "Methodology of Rosstrahnadzor" (Table 3).

Table 3

Tariff rates for 2011 and 2012

	E	S	D
2011	0.185	0.048	0.028
2012	0.051	0.055	0.02

In 2011, there was a large payment in the department E that has violated the condition of homogeneity, and the normality assumption has been challenged. As a result, this outlier resulted in jump tariff rates. There were also calculated the total fees and profits for each of the departments, which were compared with the real data (Table 4).

Table 4

Profits for 2011 and 2012

	E		S		D	
	Theoretical	Real Data	Theoretical	Real Data	Theoretical	Real Data
2011	$6.208 \cdot 10^6$	$-2.435 \cdot 10^5$	$6.974 \cdot 10^6$	$3.451 \cdot 10^6$	$1.63 \cdot 10^6$	$3.971 \cdot 10^6$
2012	$1.286 \cdot 10^6$	$8.979 \cdot 10^5$	$3.792 \cdot 10^6$	$2.658 \cdot 10^6$	$5.651 \cdot 10^5$	$2.109 \cdot 10^6$

A further objective is the modification of calculation of tariff rates in the case of a franchise. In all previous cases, we have assumed that the insurance company reimburses the full damages resulting from the loss. This is a non-refundable deductible part of the loss. So, it is assumed that an insurer agrees to fully assume the damages. Note, franchise is a non-refundable part of the loss. Thus, it is assumed that the insured agrees to fully assume the damage does not exceed a certain limit.

CALCULATION OF TARIFF RATES WITH FRANCHISES

There are several types of franchises.

Unconditional franchise.

The paid compensation is a part of the loss if the loss exceeds Ω . Otherwise, the compensation is zero. Denote the paid damages as Y_j^b . Then,

$$Y_j^b = 0 \text{ if } Y_j \leq \Omega,$$

$$Y_j^b = Y_j - \Omega \text{ if } Y_j > \Omega.$$

Conditional franchise.

The paid compensation is zero if the loss is not exceeded the predetermined value. Otherwise, the loss amount is paid in full:

$$Y_j^y = 0 \text{ if } Y_j \leq \bar{Y},$$

$$Y_j^y = Y_j \text{ if } Y_j > \bar{Y}.$$

The tariff rates were obtained with making use of the conditional franchise (Table 5) and unconditional franchise (Table 6).

Table 5

Tariff rates for conditional franchise			
	E	S	D
2011	0.184	0.0479	0.0279
2012	0.049	0.047	0.019

Table 6

Tariff rates for unconditional franchise			
	E	S	D
2011	0.181	0.046	0.025
2012	0.046	0.052	0.018

The unconditional franchise is the most often used in practice. The use of this franchise decreased net rates to a greater extent compared with the conditional franchise.

Let us calculate dues of the company, which we could get using the conditional franchise (Table 7) and unconditional franchise (Table 8).

Table 7

Dues by using conditional franchise			
	E	S	D
2011	$8.663 \cdot 10^6$	$1.111 \cdot 10^7$	$3.703 \cdot 10^6$
2012	$1.815 \cdot 10^6$	$5.801 \cdot 10^6$	$9.963 \cdot 10^5$

Table 8

Dues by using unconditional franchise			
	E	S	D
2011	$8.523 \cdot 10^6$	$1.052 \cdot 10^7$	$3.323 \cdot 10^6$
2012	$1.693 \cdot 10^6$	$6.322 \cdot 10^6$	$8.795 \cdot 10^5$

Then, calculate the profits by the conditional franchise (Table 9) and unconditional franchise (Table 10).

Table 9

Profits for conditional franchise						
	E		S		D	
	Theoret. fr.	Theoret.	Theoret. fr.	Theoret.	Theoret. fr.	Theoret.
2011	$6.21 \cdot 10^6$	$6.208 \cdot 10^6$	$6.681 \cdot 10^6$	$6.974 \cdot 10^6$	$1.64 \cdot 10^6$	$1.63 \cdot 10^6$
2012	$1.286 \cdot 10^6$	$1.286 \cdot 10^6$	$2.947 \cdot 10^6$	$3.053 \cdot 10^6$	$5.652 \cdot 10^5$	$5.651 \cdot 10^5$

Let us analyze each of the departments. In department E, applying conditional franchise affects slightly the profit. In the S, the profit, calculated without using the franchise, was higher in comparison with usual one. In the D, applying franchise gave a significant increase in profit.

Table 10

Profits for unconditional franchise						
	E		S		D	
	Theoret. fr.	Theoret.	Theoret. fr.	Theoret.	Theoret. fr.	Theoret.
2011	$6.171 \cdot 10^6$	$6.208 \cdot 10^6$	$6.558 \cdot 10^6$	$6.974 \cdot 10^6$	$1.552 \cdot 10^6$	$1.63 \cdot 10^6$
2012	$1.286 \cdot 10^6$	$1.286 \cdot 10^6$	$3.792 \cdot 10^6$	$3.053 \cdot 10^6$	$5.231 \cdot 10^5$	$5.651 \cdot 10^5$

Here, in the case of the unconditional franchise we have: in department E there was nothing changed, in the S the income by applying franchise became less in 2011, but in 2012, the profits with using franchise were more than theoretical ones, and in the D the application of the unconditional franchise gave decline in profits.

References.

1. Фалин Г. И., Фалин А. И. Введение в актуарную математику. - Москва: финансовый актуарный центр МГУ им. М. В. Ломоносова, 1994. - 153 с.
2. Сурков С.Н., Шоргин С.Н., Шухов А.Г. Анализ методики Росстрахнадзора расчета страховых ставок по рисковому виду страхования. // Финансы. - 1997. - №9. - с. 37-39.
3. Кошкин Г. М. Введение в математику страхования жизни. – Томск: Томский государственный университет, 2004. — 112с.
4. Бирючев О. И. Франшиза как один из методов оптимизации расходов на рынке страхования. // Финансы, 2001, 10, с. 51-55.
5. Евсеева О., Комментарий к методикам расчета тарифных ставок по рисковому виду страхования. // Страховое дело. - 1993. - №8, с. 17-19.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ

А.И. Хаймович, к.т.н., доц., А.В. Балякин, ассистент, Н.В. Галкина, студент

Самарский Государственный Аэрокосмический Университет

443086, г. Самара, Московское шоссе, 34

E-mail: berill_samara@bk.ru, a_balik@mail.ru, nata12_92@mail.ru

Введение

Материалы и методы их обработки, используемые в авиадвигателестроительной, авиационной, космической и машиностроительной отраслях постоянно развиваются. Появляются новые материалы и методы обработки. Наиболее современным и эффективными методами являются высокоскоростная и высокопроизводительная обработка. Процесс удаления материала может проходить при уровне производительности, лежащем в диапазоне $QW=150-1500 \text{ см}^3/\text{мин}$, при скорости резки до 8000 м/мин. Высокоскоростная обработка (HSM) обладает рядом преимуществ, таких как снижение финансовых операций, увеличение точности обработки, снижение стоимости обработки, а также улучшения качества поверхностного слоя [1].

Благодаря уникальным механическим, физическим и химическим свойствам, таким, как высокая пластичность, хорошая свариваемость, жаропрочность и пониженная хладноломкость, хромоникелевый сплав 10X11H23T3 МР-ВД используется в авиационном двигателестроении, но его применение было ограничено высокой стоимостью обработки из-за плохой обрабатываемости. Сталь 10X11H23T3 МР-ВД применяется для изготовления лопаток, дисков турбин, пружин особо ответственного назначения, работающих при повышенных температурах; деталей специального крепежа с ограниченным сроком работы при температурах до $+700^\circ\text{C}$; деталей, к которым предъявляются повышенные требования по жаропрочности.

Понимание физических явлений и выявление поведения материала при обработке являются основным вопросом для моделирования и оптимизации технологических процессов резания. Точное знание об оптимальных параметрах резания имеет большое значение.

Существуют три зоны интенсивного выделения тепла, а именно основная зона деформации (плоскость сдвига), зона трения стружки и инструмента вторичная зона деформации и зона работы инструмента [2].

Были разработаны различные методы для решения тепловой задачи отображения режущего инструмента, заготовки и стружки, например: аналитические методы [3], экспериментальные и численные (моделирование) методы [4], гибридные методы и методы теплового источника. Некоторые аналитические модели были ранее предложены Мерхант Merchant [5], которая была разработана Оксли Oxley [6, 7, 8] и Молилари и Дудзински Molinari & Dudzinski [9], последние работы были адаптированы для процессов фрезерования [10].

К недостатку существующих методик можно отнести тот факт, что одновременно определяются все коэффициенты, входящие в модели определяющих отношений, что приводит к большому количеству расчетов в САЕ-системах и недостаточной адекватности полученных результатов. Предлагаемая методика позволяет снизить количество расчетов с использованием МКЭ за счет группировки результатов экспериментов.

Оптимизация геометрии режущего инструмента методами численного анализа невозможна без знания реологических свойств обрабатываемого материала. Существующие базы данных ограничены. Следовательно, актуальна методология их наполнения. Этому вопросу посвящена данная статья.

Методика

Методика определение параметров реологических свойств материала при фрезеровании:

1. Определение плана полнофакторного эксперимента $\{V, S, t\}$ с интервалами варьирования параметров min, mid, max .
2. Экспериментальное измерение усилия резания в соответствие с планом эксперимента.
3. Выбор феноменологической модели реологических свойств по мультипликативному принципу

$$\sigma_s = \sigma_0 \cdot \overline{\sigma(\xi_2)} \cdot \overline{\sigma(\dot{\xi}_2)} \cdot \overline{\sigma(T)} \quad (1)$$

4. Выбор материала-прототипа со схожими реологическими свойствами

$$\sigma_{Sprot} = \sigma_s \left\{ \xi_2, \dot{\xi}_2, T, a_{Tprot}, a_{\xi prot}, a_{\dot{\xi} prot} \right\} \quad (2)$$

5. Расчет средних значений параметров деформированного состояния в срезе стружки по результатам численного моделирования в САЕ-системе в зависимости от технологических параметров

$$\begin{aligned} \xi_2^l &= \xi_2(V, S, t, \sigma_{Sprot}) \\ \dot{\xi}_2^l &= \dot{\xi}_2(V, S, t, \sigma_{Sprot}) \\ T^l &= T(V, S, t, \sigma_{Sprot}) \end{aligned} \quad (3)$$

l – итерация, начальные условия l=0

Расчет коэффициентов модели a_{ξ}^{l+1} , ответственных за скоростное упрочнение, используя отношения усилий резания F_i и F_j из экспериментов с одинаковым деформированным состоянием $S_i=S_j$, $t_i=t_j$:

$$\frac{F_i}{F_j} \approx \frac{\left[\overline{\sigma_s^l(\xi_2^l)} \cdot \overline{\sigma_s^l(T^l)} \right]_i}{\left[\overline{\sigma_s^l(\xi_2^l)} \cdot \overline{\sigma_s^l(T^l)} \right]_j}; \quad (4)$$

6. Расчет коэффициентов модели a_{ξ}^{l+1} , ответственных за деформационное упрочнение на основе уточненных коэффициентов a_{ξ}^{l+1}

$$\frac{F_n}{F_m} \approx \frac{\left[\overline{\sigma_s^{l+1}(\xi_2^l)} \cdot \overline{\sigma_s^l(\xi_2^l)} \cdot \overline{\sigma_s(T^l)} \right]_n}{\left[\overline{\sigma_s^{l+1}(\xi_2^l)} \cdot \overline{\sigma_s^l(\xi_2^l)} \cdot \overline{\sigma_s(T^l)} \right]_m}, n \neq i, m \neq j; \quad (5)$$

7. Формирование новой модели определяющих соотношений

$\sigma_s^{l+1} = \sigma_0 \cdot \overline{\sigma_s^{l+1}(\xi_2^l)} \cdot \overline{\sigma_s^{l+1}(\dot{\xi}_2^l)} \cdot \overline{\sigma_s(T^l)}$ и расчет средних значений параметров деформированного состояния и температуры на основе обновленной модели в САЕ-системе.

$$\begin{aligned}\xi_2^{l+1} &= \xi_2(V, S, t, \sigma_s^{l+1}) \\ \dot{\xi}_2^{l+1} &= \dot{\xi}_2(V, S, t, \sigma_s^{l+1}) \\ T^{l+1} &= T(V, S, t, \sigma_s^{l+1})\end{aligned}\quad (6)$$

8. Последовательное уточнение модели σ_s в итерационном процессе, включающем пункты 6-8.

Расчетно-экспериментальная часть

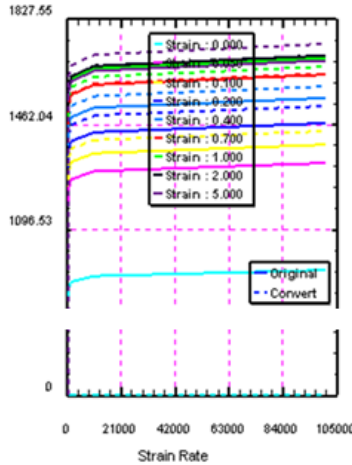


Рис. 1. Зависимость Эффективного напряжения от деформации и скорости деформации у материала-аналога для температуры 20 С° по экспериментальным данным (кривые original) и по модели Джонсона-Кука (кривые convert)

На основе обработки данных зависимости эффективного напряжения от интенсивности деформации, интенсивности скорости деформации для материала-аналога была построена модель реологических свойств материала в форме закона Джонсона-Кука.

Модель Джонсона-Кука материала-аналога описывается аппроксимирующей феноменологической зависимостью:

$$\begin{aligned}\sigma_s &= \sigma_0 \bar{\sigma}(\varepsilon_2) \bar{\sigma}(\dot{\varepsilon}_2) \bar{\sigma}(T) \\ \sigma_0 &= 1647,61 \\ \bar{\sigma}(\varepsilon_2) &= (1 - 0,1\varepsilon_2^{-0,345}) \\ \bar{\sigma}(\dot{\varepsilon}_2) &= (1 + 0,0105 \ln(\dot{\varepsilon}_2)) \\ \bar{\sigma}(T) &= \left(1 - \left(\frac{T - 20}{1480}\right)^{2,3}\right)\end{aligned}\quad (7)$$

Целью проведения экспериментов в соответствии с изложенной методикой является уточнение и перерасчет коэффициентов, входящих в модель, которые из-за высоких скоростей деформаций, характерных для процесса резания, невозможно получить на обычных пластометрах. Технологические режимы обработки по полнофакторному плану экспериментов назначались по таблице 1. Значения интенсивности деформации (effective strain) ε_2 , температуры T , и угла наклона условной плоскости сдвига определялись методами МКЭ-анализа в программном комплексе Deform. Некоторые результаты расчета представлены на рис. 2. Остальные параметры, входящие в формулы для определения усилия резания, рассчитывались по приведенным выше зависимостям. Значения усилия резания для каждого режима определялись экспериментально.

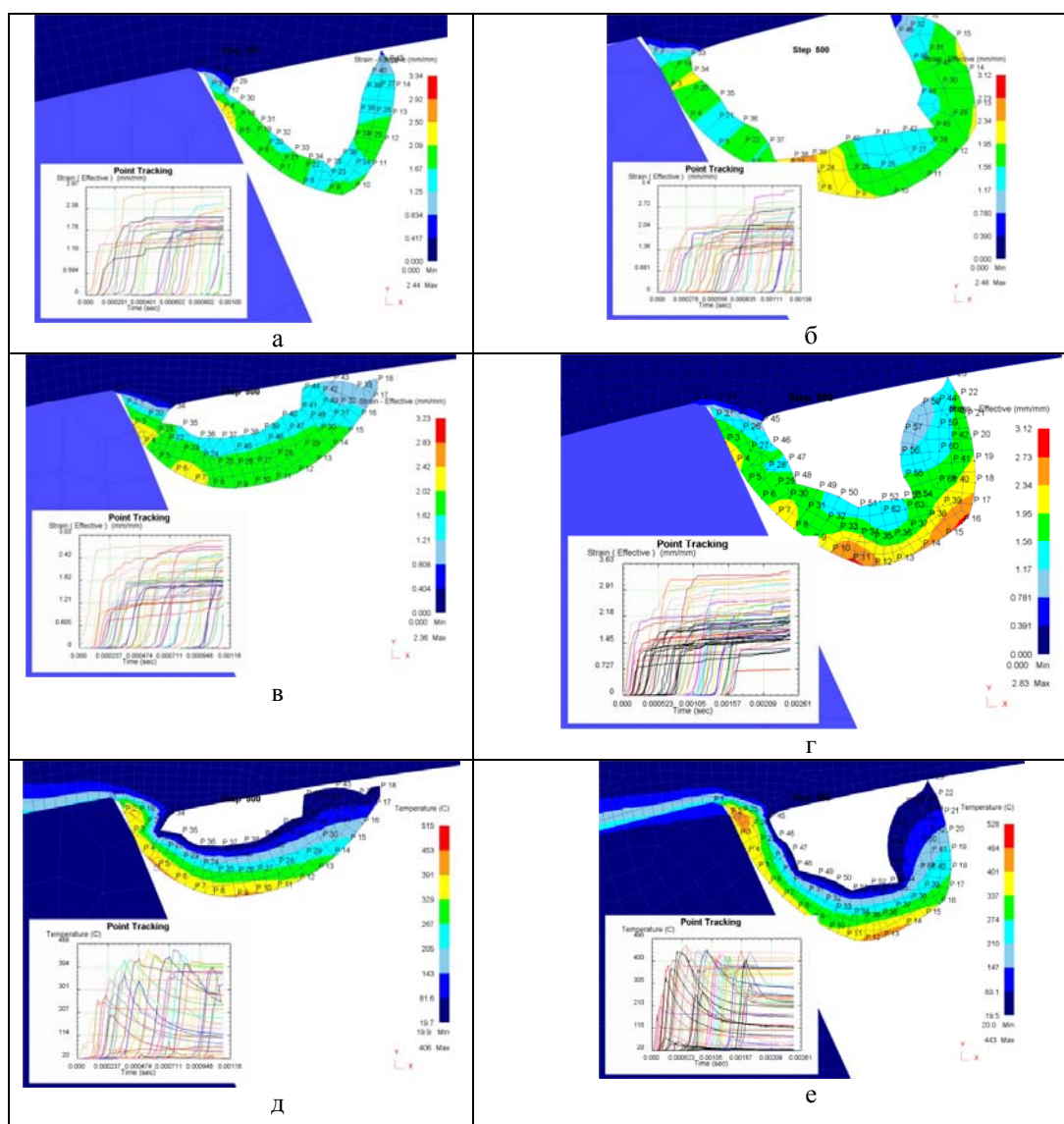


Рис. 2. Распределение эффективной деформации (а-г) и температуры (д,е) в стружке при скорости резания 45 м/мин в зависимости от подачи на зуб S_z и глубины резания t :

а- $S=0,1$ $t=0,3$; б- $S=0,1$ $t=0,5$; в,д- $S=0,2$ $t=0,3$; г,е- $S=0,2$ $t=0,5$

Таблица 1

Исходные данные для построения феноменологической модели
реологических свойств Джонсона-Кука

№ опыта	V , [м/мин]	S_z , [мм/зуб]	t , [мм]	ε_2	T , [C°]	Φ , [град]	F , [Н]
...		...	...	...	...	...	...
4	45	0,1	0,1	1,92	130	30	36,95
5	45	0,1	0,3	1,79	190	35	89,40
...	...	...	...	...	...	...	...
26	75	0,2	0,3	1,85	300	30	179,85
27	75	0,2	0,5	1,8	320	28	211,98

Примечание: ε_2 , T , Φ - определялись по результатам расчета в Deform, F – экспериментально.

На основе данных таблицы 1 была по изложенной методике построена зависимость (таблица 2), которая позволила уточнить параметры реологической модели свойств материала Джонсона–Кука, отвечающих за скоростное упрочнение - $\bar{\sigma}(\dot{\epsilon}_2)$ и температурное разупрочнение - $\bar{\sigma}(T)$ при обработке фрезерованием.

Неизвестные коэффициенты α и E рассчитывались минимизацией среднеквадратичных отклонений итерационным методом Гаусса-Ньютона. Результаты расчета представлены в таблице 3.

Таблица 2

Статистические результаты расчета коэффициентов модели реологических свойств

Модель: $\frac{F_i}{F_j} = \frac{(1 + 0,01 \ln(\dot{\epsilon}_2)_i \cdot (\dot{\epsilon}_2)_i^\alpha) \left(1 - E \left(\frac{T_i - 20}{1480} \right)^{2,3} \right)}{(1 + 0,01 \ln(\dot{\epsilon}_2)_j \cdot (\dot{\epsilon}_2)_j^\alpha) \left(1 - E \left(\frac{T_j - 20}{1480} \right)^{2,3} \right)}, (s_z)_i = (s_z)_j, t_i = t_j$			
Коэффициенты	Значение	Статистический критерий t(2)	Статистический критерий p
α	0,841	<5	0,036
E	9,9	<4	0,05
Достоверность модели – 78%			

В итоге уточненные параметры модели Джонсона-Кука имеют вид:

$$\begin{aligned} \bar{\sigma}(\dot{\epsilon}_2) &= (1 + 0,01 \ln(\dot{\epsilon}_2)) (\dot{\epsilon}_2)^{0,841} \\ \bar{\sigma}(T) &= \left(9,9 - \left(\frac{T - 20}{1480} \right)^{2,3} \right) \end{aligned} \quad (8)$$

Зависимость удельного усилия резания, равного отношению силы резания к площади сечения стружки $\bar{F} = \frac{F}{S_z t}$, от параметров температуры резания и деформированного состояния, приведена на рис. 3.

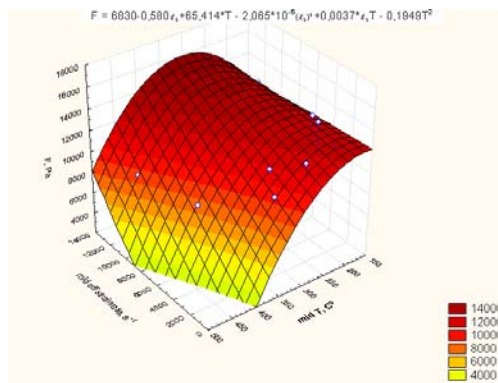


Рис. 3. Зависимость удельной силы резания $\bar{F}$ от расчетных средних значений скорости деформации и температуры резания.

Выводы

1. Рассмотренная методика исследования реологических свойств материала при обработке резанием на технологических режимах, включающих режимы, применяемые на производстве, которая сочетает экспериментальное определение силовых параметров фрезерования и анализ напряженно-деформированного состояния в зоне обработки методами конечных элементов. Методика позволяет рассчитать и уточнить коэффициенты феноменологической модели реологических свойств обрабатываемого материала в форме закона Джонсона-Кука, устанавливающей связь между напряженным и деформированным состоянием.

2. Установлено, что данная методика позволяет достоверно рассчитать коэффициенты членов модели, отвечающих за скоростное упрочнение и температурное разупрочнение материалов, поскольку исследуемые технологические режимы резания позволяют менять средние эффективные скорости деформации (effective strainrate) в широких пределах (от $2 \cdot 10^2$ до $1,4 \cdot 10^4$), что удовлетворяет требованиям адекватной статистической обработки данных эксперимента. Средняя эффективная деформация (effective strain) при этом меняется в узком диапазоне (от 1,75 до 1,92), что не позволяет получить коэффициенты члена модели, отвечающего за деформационное упрочнение, требуемой статистической значимости.

3. Получена модель определяющих соотношений в форме закона Джонсона-Кука для термообработанного материала 10X11H23T3MP-ВД для условий обработки резанием (фрезерование) со статистической достоверностью точности 78%.

Литература.

1. Tönshoff, H.K., Bussmann, W., and Stanske, C., 1986, Requirements on Tools and Machines when Machining Hard Materials, Proc. of the 26th Int. Mach. Tool and Res. Conf. pp.349-357.
2. W. Grzesik, M. Bartoszek, and P. Nieslony, "Finite difference analysis of the thermal behaviour of coated tools in orthogonal cutting of steels," International Journal of Machine Tools & Manufacture, vol. 44, pp. 1451–1462, 2004.
3. Shijun Zhang, and Zhanqiang Liu, "An analytical model for transient temperature distributions in coated carbide cutting tools," International Communications in Heat and Mass Transfer, vol. 35, pp. 1311–1315, 2008.
4. Y. Wan, Z.T. Tang, Z.Q. Liu, X. Ai, "The assessment of cutting temperature measurements in high-speed machining", in Materials Science Forum, 2004.
5. E. Merchant, Basic mechanics of the metal cutting process, J. of Applied Mechanics, 66, (1944) 168-175.
6. P.L.B. Oxley, Mechanics of metal cutting, ASME, (1963) 50-60.
7. Arrazola P.J.; Özel, T.; Umbrello, D.; Davies, M.; Jawahir, I. S. Recent advances in modelling of metal machining processes.
8. Kiliçaslan, C. Modelling and simulation of metal cutting by finite element method. Master's degree thesis. İzmir Institute of Technology, Turkey, 2009.
9. A. Molinari, D. Dudzinski, Stationary shear band in high speed machining, C.R. Acad. Sciences Paris, 315 (II), (1992) 399-405.
10. M. Fontaine, A. Devillez, A. Moufki and D. Dudzinski, Predictive force model for ball end milling and experimental validation with a wavelike form machining test, Int. J. Machine Tools and Manufacture, 46, (2006) 367-380.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИМПУЛЬСНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЕКАНИЯ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.А. Сапрыкин, к.т.н., Н.А. Сапрыкина, к.т.н., Е.А. Ибрагимов

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451)-6-26-83

E-mail: sapraa@tpi.ru

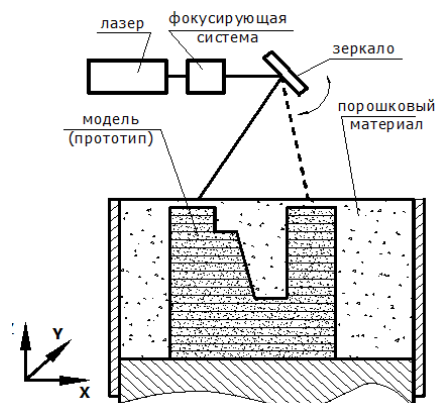


Рис. 1. Принципиальная схема процесса селективного лазерного спекания

На сегодняшний день существует большое разнообразие технологий быстрого прототипирования. Они используют различные физические процессы и материалы для создания прототипов: стереолитография – послойное отверждение жидкого мономера лучом УФ-лазера посредством светового воздействия; LOM-технология использует листовые материалы, вырезанные лучом лазера; FDM-технология – послойная укладка расплавленной полимерной нити; селективное (избирательное) лазерное спекание – СЛС. Согласно этому процессу прототипы создаются из порошковых материалов за счет эффекта спекания при помощи термического воздействия лазерного луча [1,2,10].

Данное исследование проводилось для технологического обеспечения процесса селективного

лазерного спекания порошковых материалов.

Анализ литературных данных показал, что СЛС является одним из самым перспективных процессов послойного синтеза, т.к. имеется обширный выбор модельных материалов, как металлов, так и неметаллов, а также возможность получения полностью функциональных изделий.

Т.к. качество поверхности спекаемого изделия зависит напрямую от толщины спекаемого слоя (рисунок 2), то было необходимо оценить величину влияние режима лазерного воздействия на его размеры.

Лазерное термическое спекание обусловлено воздействием интенсивного потока лазерного излучения на локальный участок поверхности порошка, поглощением лазерного излучения приповерхностным слоем материала и, вследствие этого, почти мгновенным разогревом этих участков до высоких температур [3,4,5,6,8]. После прекращения воздействия лазерного излучения происходит быстрое охлаждение данного участка за счет теплопроводности во внутренние объемы материала, а также за счет теплоотдачи с поверхности. Поэтому для разработки теории спекания порошковых материалов лазерным излучением можно применить с некоторыми изменениями известные данные по лазерной поверхностной закалке и лазерной сварке тонких листов, так как эти процессы почти идентичны [5,6,7]. Для теоретической оценки была применена формула, представленная в работах академика АН СССР Рыкалина Н. Н., для импульсного лазерного воздействия на поверхность материала при лазерной обработке [6].

При кратковременном воздействии импульсом излучения на поверхность. В материале возникает температурное поле, имеющее осевую симметрию (рисунок 3). В случае коротких импульсов основной поток теплоты в материале распространяется по нормали к поверхности.



Рис. 2

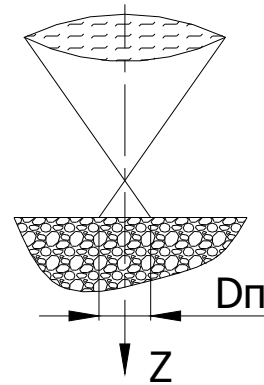


Рис. 3

Следовательно, задачу теплопроводности можно рассматривать как одномерную по оси Oz (по глубине) [5,6,7]. Одномерное температурное поле, создаваемое в полубесконечном теле однородным лучом круглого сечения радиусом r_n , при $t > \tau_u$ имеет вид:

$$T(z, t) = \frac{2q_n \sqrt{a}}{\lambda_T} \left[\sqrt{t} i\Phi \left(\frac{z}{2\sqrt{at}} \right) - \sqrt{t - \tau_u} i\Phi \left(\frac{\sqrt{z^2 + r_n^2}}{2\sqrt{a(t - \tau_u)}} \right) \right],$$

где t – время, отсчитываемое после окончания действия импульса лазерного излучения;

z – расстояние, отсчитываемое по оси Oz (рисунок 3);

$i\Phi$ – функция интеграла вероятности [9];

$a = \lambda_T / (c\gamma)$ – коэффициент температуропроводности материала;

$c\gamma$ – коэффициент объемной теплоемкости.

При ее упрощении $r_n \gg \sqrt{at}$ [5,7] получается формула для приближенных расчетов глубины термического лазерного воздействия:

$$T(z, t) \approx \frac{q_n}{\lambda_T} \left(2\sqrt{\frac{at}{\pi}} - z \right), \text{ где } z - \text{глубина прогрева до } T(z, t)$$

В результате было принято условие, что величина спеченного слоя определяется зоной, где была достигнута температура спекания исходного материала.

На рисунках 4-6 представлены графики зависимости глубины спекаемого слоя медного порошка ПМС-1 [11] от различных режимных параметров лазерной обработки. Из них видно, что наибольшей величины регулирования толщины спекаемого слоя можно добиться изменением величины плотности мощности в импульсе лазерного излучения (рисунок 6). Также данный параметр, как принято в лазерных технологиях [4,5], является ограничивающим максимальную и минимальную толщину спекаемого слоя.

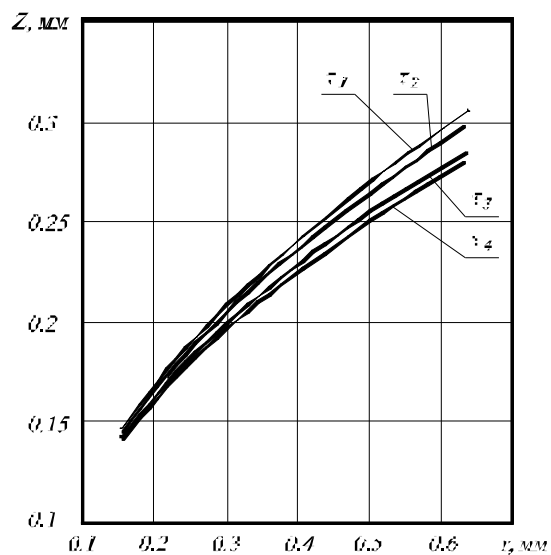


Рис. 4. График зависимости глубины спекаемого слоя от радиуса лазерного пятна ($\tau_1=2\text{мс}$, $\tau_2=2,5\text{мс}$, $\tau_3=4\text{мс}$, $\tau_4=5\text{мс}$)

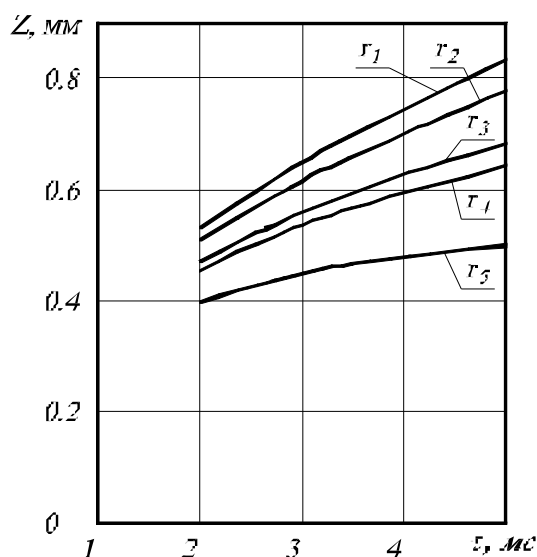


Рис. 5. График зависимости глубины спекаемого слоя от длительности импульса ($r_1=0,15\text{мм}$, $r_2=0,3\text{мм}$, $r_3=0,45\text{мм}$, $r_4=0,5\text{мм}$, $r_5=0,65\text{мм}$)

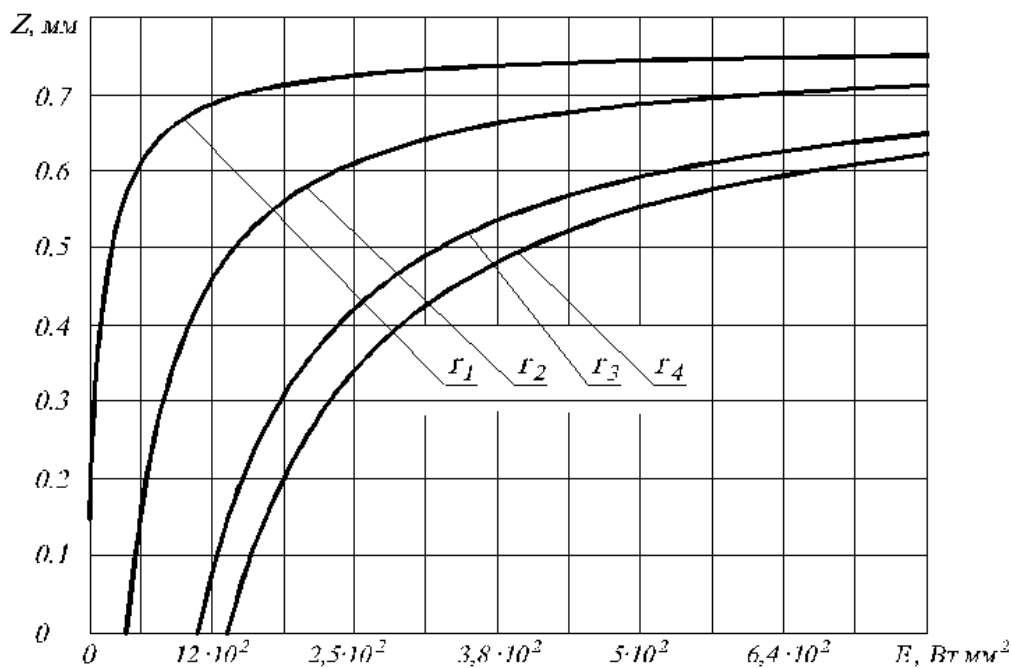


Рис. 6. График зависимости глубины спекаемого слоя от плотности мощности в импульсе ($r_1=0,15\text{мм}$, $r_2=0,3\text{мм}$, $r_3=0,45\text{мм}$, $r_4=0,5\text{мм}$, $r_5=0,65\text{мм}$)

Так как порошковый материал не является однородным телом и определение его теплопроводности аналитическим путем затруднительно, поэтому для предварительных расчетов применена эквивалентная теплопроводность [12].

Для более точного расчета размеров спекаемого слоя, теплофизические характеристики порошковых материалов определялись экспериментально. Для этого был применен импульсный метод [13]. Экспериментальная установка, включала в себя лазерную установку, милливольтметр, термопару (хромель-алюмель) и цифровую видеокамеру. По результатам экспериментов были получены графики изменения температуры в контрольной точке, и рассчитаны теплофизические характеристики порошков, необходимые для расчетов.

В процессе исследования ставилась задача определения величины влияния импульсного лазерного излучения на различные порошковые материалы, а также экспериментально определить зависимости толщины и ширины спекаемого слоя порошка от технологических параметров лазерного излучения. В результате были получены спеченные опытные образцы и проведены их оценка и измерение.

Для проведения исследований в качестве спекаемых материалов были выбраны следующие порошки: медный порошок, порошок конструкционной стали, полимерный порошок и их смеси (рисунок 7).

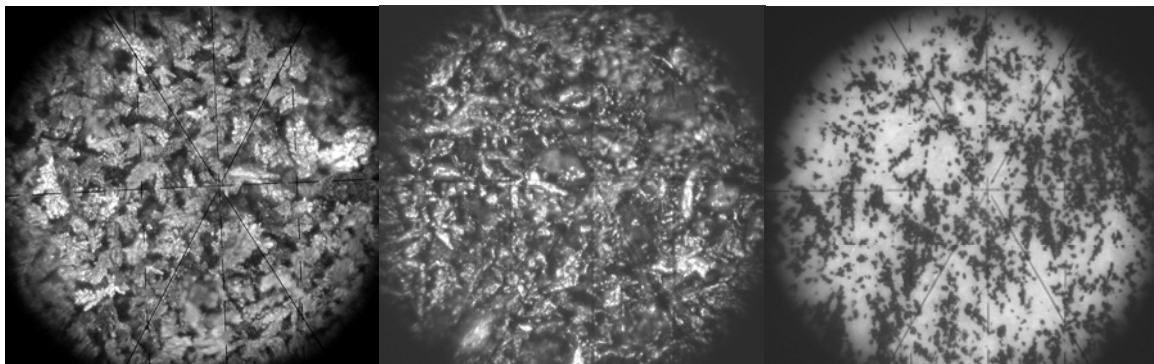


Рис. 7. Фотографии исходных порошков ($\times 150$)

а) медный порошок ПМС-1; б) порошок конструкционной стали; в) тонер от лазерного принтера

При проведении экспериментов изменялась частота следования импульсов и мощность лазерного излучения, а также фиксировалась энергия излучения. Диаметр лазерного пятна и скорость его перемещения оставались постоянными. Эксперименты проводились до момента появления явных дефектов спеченного слоя, таких как усадка и раковины (рисунок 8).

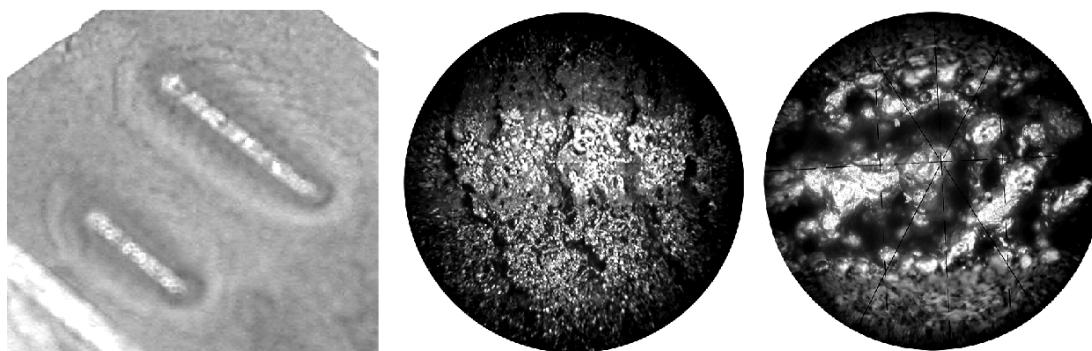


Рис. 8. Дефекты спеченного слоя порошка

В ходе проведенной работы было получено большое количество образцов, у которых измерялась глубина и ширина спеченного слоя. По результатам измерений были построены графики зависимости ширины и глубины спеченного слоя порошка от плотности мощности лазерного излучения (Рисунок 9).

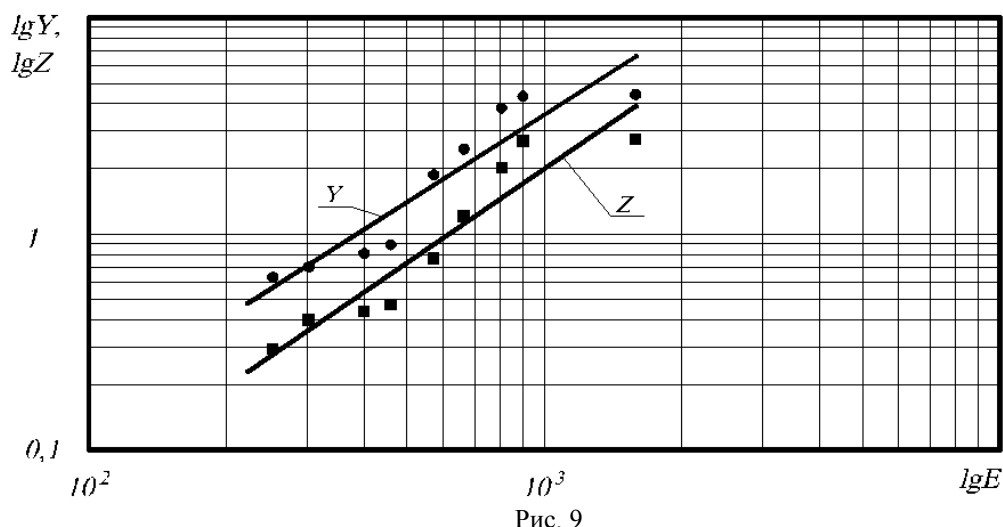


Рис. 9

Графоаналитическая обработка экспериментальных результатов позволила получить эмпирические зависимости глубины и ширины спекаемого слоя от плотности мощности лазерного излучения [14,15]:

- для глубины спекенного слоя $Z = C_z \cdot E^{X_z}$;

- для ширины спекенного слоя $Y = C_y \cdot E^{X_y}$;

где: C_y , C_z , X_y , X_z – коэффициенты, значения которых приведены в таблице:

Коэффициенты	Частота следования импульсов		
	1 Гц	2 Гц	5 Гц
C_y	4×10^{-4}	3×10^{-6}	9×10^{-5}
C_z	10^{-4}	2×10^{-8}	8×10^{-5}
X_y	1,3324	1,1526	0,9605
X_z	1,4342	1,4923	0,9063

В результате проведенных экспериментов установлено, что имеется возможность изменения толщины спекаемого слоя в значительных пределах за счет изменения технологических режимов лазерной обработки. Сделан вывод о том, что применение металлических порошков в «чистом» виде без защитной среды ограничено, т.к. происходит их интенсивное окисление. Для снижения коэффициента отражения исходного модельного материала, уменьшения окисления и повышения прочности спекенного прототипа необходимо применять полимерную составляющую. Также показана возможность применения импульсного лазерного излучения для послойного лазерного синтеза изделий сложной формы из порошковых материалов и даны рекомендации по выбору рациональных режимов лазерного воздействия.

Литература.

1. Васильев В.А., Васильев Н.В., Максимов Н.М. Получение отливок методами быстрого прототипирования для ювелирно-художественной промышленности//Литейщик России. – 2003. – №9. – С.20 – 28.
2. Шиганов И.Н. Современные методы быстрого прототипирования с применением лазерного излучения //Технология машиностроения. – 2005. - №10. – С.65 – 71.
3. Ли К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE). – СПб.: Питер, 2004. – 560с.
4. Вейко В.П., Либенсон М.Н. Лазерная обработка. Под редакцией лауреата Ленинской премии, доктора технических наук, профессора С.П. Митрофанова. Лениздат. 1973. – 191 с.
5. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мирюсов А.И. Технологические процессы лазерной обработки: Учеб. пособие для вузов / Под ред. А.Г. Григорьянца. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006 -664 с.
6. Лазерная и электронно-лучевая обработка материалов: Справочник/ Н.Н. Рыкалин, А.А. Углов, И.В. Зуев, А.Н. Кокора. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.

7. Лазерная техника и технология. В 7 кн. Кн. 6. Основы лазерного термоупрочнения сплавов: Учебное пособие для вузов / А. Г. Григорьянц, А. Н. Сафонов; Под. ред. А. Г. Григорьянца. – М.: Высш. шк. 1988. – 159 с.
8. Хокинг М., Васантасри В., Сидки П. Металлические и керамические покрытия: Получение свойств и применение: Пер. с англ. – М.: Мир, 2000. – 518 с.
9. Нащекин В. В. Техническая термодинамика и теплопередача. Учеб. пособие для вузов. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. школа, 1980. – 469 с.
10. Добринский Е.С., Сеин В.А., Суслов Ан. А. Прогрессивные технологии и материалы в автомобилестроении//Технология машиностроения. – 2006. - №1. – С.88 – 94.
11. Материаловедение и технология металлов: Учеб. для студентов машиностроит. спец. вузов / Г. П. Фетисов, Н. Г. Карпман, В. М. Матюнин и др.; Под ред. Г. П. Фетисова. – М.: Высш. шк., 2001. – 638 с.
12. Резников А. Н., Резников Л. А. Тепловые процессы в технологических системах: Учебник для вузов по специальностям «Технология машиностроения» и «Металлорежущие станки и инструменты». – М.: Машиностроение, 1990. – 288 с.
13. Платунов Е.С. и др. Теплофизические измерения и приборы. – Л.: Машиностроение, 1986
14. Петрушин С.И. Основы формообразования резанием лезвийными инструментами: Учебное пособие. – Томск: Изд-во НТЛ, 2004.– 204 с.
15. Грановский В.А., Сирая Т.Н. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. – 288 с.

ТЕОРИЯ ГРАФОВ И ЕЁ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

С.Н. Евстафьев, студент гр. 17В30, С.В. Соколова, доцент

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

E-mail:svetlanaeno@mail.ru

Родоначальником теории графов принято считать математика Леонарда Эйлера (1707-1783).

Первая работа о графах принадлежала Л.Эйлеру и появилась в 1736 году. В дальнейшем над графами работали Кениг (1774 -1833), Гамильтон (1805-1865), из современных математиков – К. Берж, О. Оре, А. Зыков.

Графом называется совокупность конечного числа точек, называемых вершинами графа, и попарно соединяющих некоторые из этих вершин линий, называемых ребрами или дугами графа.

Физической визуализацией графов является например сеть автомобильных дорог.

Вершины обозначаем номерами. Ребра показывают любыми линиями.

Чаще всего вершины обозначают латинскими буквами. Иногда граф в целом будем обозначать одной заглавной буквой.

Вершины графа, которые не принадлежат ни одному ребру, называются **изолированными**.

Граф, состоящий только из изолированных вершин, называется **нуль-графом**.

Граф, в котором каждая пара вершин соединена ребром, называется **полным**.

Степенью вершины называется число ребер, которым принадлежит вершина.

Цепь – это маршрут без повторений рёбер

Цикл – это замкнутая цепь.

Две вершины А и В в графе называются **связными** (несвязными), если в нем существует (не существует) путь, ведущий из А в В. Граф называется **связным**, если каждые две его вершины связны; если же в графе найдется хотя бы одна пара несвязных вершин, то граф называется несвязным.

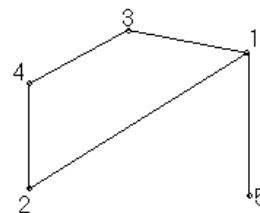
Дерево – это граф без циклов.

Несвязный граф, состоящий исключительно из деревьев, называется **лесом**.

Существует ряд способов задания графов. Здесь мы перечислим некоторые, наиболее известные способы:

Матрица инцидентности.

Матрица смежности.



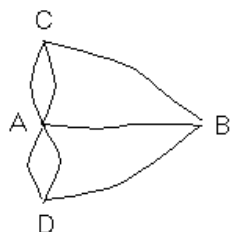
Списки смежности.

Еще недавно одной из наиболее сложных и утомительных задач для радиолюбителей было конструирование печатных схем. В ходе решения этой задачи необходимо вычертить плоский граф, с вершинами в указанных точках.

Признаки вычерчивания:

- Если нечётных точек в фигуре нет, то её можно начертить одним росчерком с любой точки фигуры.
- Если в фигуре две нечётные точки, то её можно начертить одним росчерком, начиная с одной из нечётной точки и заканчивая в другой.
- Если в фигуре более двух нечётных точек, то её нельзя вычертить одним росчерком.

Появление теории графов связано с появлением следующей задачи: “В Кенингсберге река, омывающая два острова, делится на два рукава, через которые перекинута семь мостов. Можно ли обойти все эти мосты, не побывав ни на одном из них более раза?”



Из схематического рисунка видно, что часть мостов выходит в область А, часть - в область В, часть - в С и часть в D.

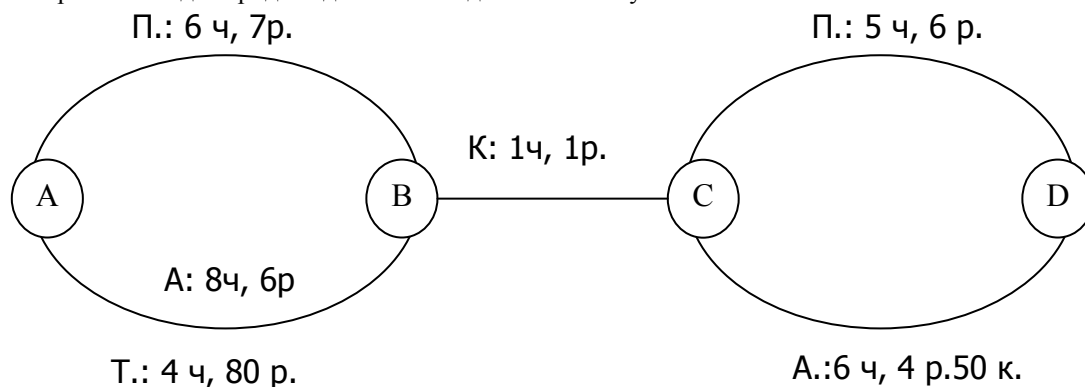
Мосты превратились в линии, соединяющие точки-области, это и есть примитивное представление и использование *теории графов*. У этой фигуры четыре нечётные точки. По сформулированным трём признакам, а точнее по третьему, такую фигуру нельзя начертить одним росчерком, т.е. нельзя, переходя к условию задачи, пройти по всем мостам Кенингс-

берга, побывав на каждом только по разу.

Задача 2: (Выбор маршрута)

“Из города А в город D можно попасть так:

- из города А до пристани В доехать по железной дороге поездом или по автостраде на такси или автобусе;
- от пристани В до пристани С доплыть катером;
- от пристани С до города D доехать поездом или автобусом”



Обычно руководствуются двумя критериями:

1. Время;
2. Стоимость.

Теперь нужно принять решение, каким маршрутом ехать.

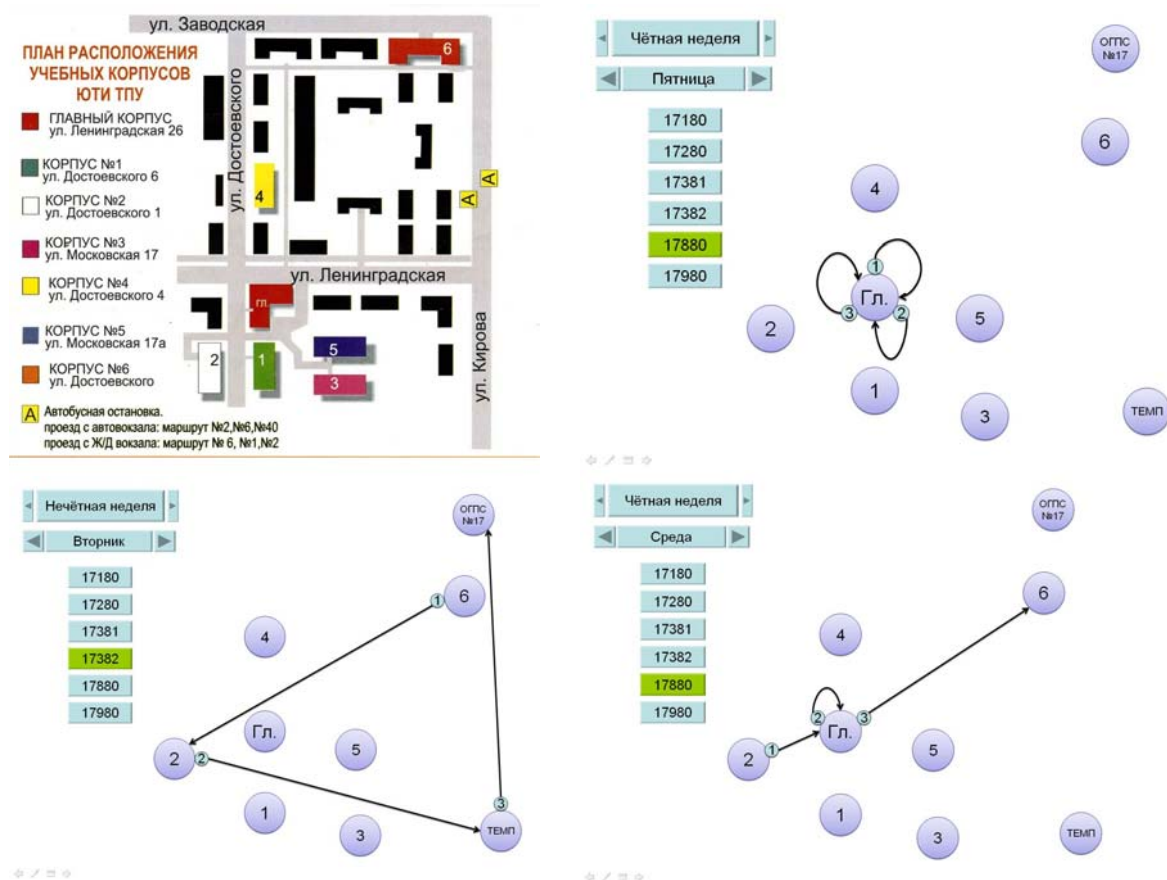
Если мы хотим добраться как можно быстрее, то, очевидно, нужно выбрать маршрут Такси – Катер – Поезд (Т-К-П), преодолеваемый за 10 часов и заплатить за проезд 87 р. Если нужно сэкономить, то нужно выбрать маршрут Автобус - Катер – Автобус (А-К-А) и заплатить за проезд 11р. 50к., затратив на дорогу при этом 15часов.

Обычно выбирают маршрут разумный одновременно по времени и по затраченным средствам, не самый продолжительный по времени и не дорогой (оптимальный). Это маршруты П-К-П и П-К-А.

План расположения учебных корпусов ЮТИ ТПУ

Сами того не замечая, мы каждый день пользуемся теорией графов. Например, перемещение студентов по учебным корпусам.

На рисунках представлена карта расположения учебных корпусов и маршрут студентов по расписанию.



В заключение хотелось бы подчеркнуть, что из всего вышесказанного неопровержимо следует практическая ценность теории графов.

Литература.

1. Оре О. Теория графов. – М.: Наука, 1980. – 352 с.
2. Горбатов В.А. Основы дискретной математики. – М.: Высшая школа, 1986. – 312 с.
3. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход. – М.: Мир, 1978. – 432 с.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МУЛЬТИФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ В ЗАДАЧАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

А.К. Попова, студент, А.Г. Масловская, к.ф.-м.н., доцент

Амурский государственный университет

675000, г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 21, тел. (4162)394595

E-mail: maslovskayaag@mail.ru

На современном этапе среди активно развивающихся прикладных математических наук достойное место занимает новое направление – эконофизика, предметом изучения которой является разработка и применение инструментальных средств анализа сложных физических систем для моделирования и исследования процессов социальной и экономической динамики. Одним из важнейших объектов изучения эконофизики являются колебания обменных курсов валют и временные изменения других экономических показателей на мировых финансовых рынках [1]. С математической точки зрения последовательности измерения физических величин, упорядоченных по времени, задают временные ряды, которые широко применяются для аналитического описания и модельных представлений разнообразнейших по природе явлений и процессов.

Временные ряды, используемые для формализации динамических данных в различных предметных областях, имеют различную природу, поэтому для их изучения эффективно применяют целый спектр вычислительных методик. Классические подходы включают, как правило, корреляцион-

ный анализ, спектральный анализ, методы сглаживания и фильтрации, модели авторегрессии и скользящего среднего, методы прогнозирования и др. Применение традиционного статистического подхода для анализа динамики экономических показателей составляет основу т.н. концепции эффективного рынка, согласно которой предполагается, что каждый результат независим от предыдущих результатов – значение показателя уже отражало всю текущую информацию, которая могла определить будущие события. Низкая достоверность анализа валютных курсов существующими методами обуславливается тем, что они не учитывают смешанной природы временных рядов экономических показателей, заключающейся в том, что на одних участках временного ряда валютный курс является детерминированными, на других – не поддается достоверным прогнозам, а на третьих – подчиняется нормальному закону распределения [2]. В качестве альтернативы концепции эффективного рынка была предложена гипотеза фрактального рынка [1], основу которой составляет применение теории фракталов [3] в качестве математического инструментария исследования нелинейных процессов стохастической природы.

Фрактальная размерность или показатель скейлинга представляет количественную характеристику фрактала, позволяющую проводить оценку степени неоднородности, изрезанности, шероховатости исследуемого объекта. Фрактальная размерность описывает повторяемость статистических характеристик при изменении масштаба. В то же время в различных научных областях встречается множество явлений, требующих распространение понятия фрактала на более сложные структуры, характеризующиеся спектром показателей фрактальной размерности, – мультифракталы [3]. Целью данной работы является исследование скейлинговых характеристик динамики экономических показателей (на примере курсов валют) на основе программной реализации фрактальных и мультифрактальных методов анализа временных рядов.

Для проведения фрактального анализа динамики курсов валют в рамках данной работы проведена программная реализация методики Херста или R/S -анализа и метода Фурье [3], используемых для расчета фрактальной размерности временного ряда.

В методе Херста временной ряд $y(t)$ разбивается на A смежных периодов I_a длины n и определяется среднее значение нормированного размаха:

$$\left(\frac{R}{S}\right)_n = \left(\frac{1}{A}\right) \cdot \sum_{a=1}^A \frac{R_{I_a}}{S_{I_a}}, \quad (1)$$

где $R_{I_a} = \max(X_{k,a}) - \min(X_{k,a})$ – максимальный размах; $X_{k,a}$ – временной ряд накопленных отклонений от среднего значения для каждого периода I_a ; S_{I_a} – выборочное отклонение, вычисленное для каждого периода I_a .

Аппроксимация методом наименьших квадратов зависимости $(R/S)_n$ от n , построенной в двойном логарифмическом масштабе, позволяет определить показатель Херста H : $\ln(R/S)_n = \ln c + H \cdot \ln(n)$. Далее, используя уравнение для нелинейных процессов, предложенное Херстом:

$$C = 2^{(2H-1)} - 1, \quad (2)$$

где C – мера корреляции, можно определить значение фрактальной размерности кривой $D = 2 - H$.

Выделяют три характерных динамики временного ряда при различных значениях показателя Херста [3]: 1) интервал $0.5 < H < 1$ соответствует персистентным или трендоустойчивым рядам – если ряд возрастает (убывает) в предыдущий период, то вероятно, что он будет сохранять эту тенденцию какое-то время в будущем; трендоустойчивость поведения увеличивается при приближении H к единице; 2) при $H=0.5$ события случайны и не коррелированы; 3) диапазон $0 < H < 0.5$ соответствует антиперсистентным рядам – если система демонстрирует рост в предыдущий период, то в следующем периоде начнется спад.

Метод Фурье является еще одним распространенным методом генерации и оценки размерности фрактальных временных рядов. В основе этого метода [3] лежит известный прием разложения функций в ряд Фурье. Процедура разложения в ряд Фурье дает на выходе значения амплитуды c и фазы ϕ для некоторого фиксированного ряда частот f , по которому происходит разложение анализируемой кривой $y(t)$. Согласно этому подходу искомый фрактальный временной ряд $y(t)$ можно

представить в виде следующего разложения Фурье: $y(t) = \sum_{f_{\min}}^{f_{\max}} c(f) \sin(2\pi ft + \varphi(t))$, где $f \in [f_{\min}, f_{\max}]$

– набор частот, входящих в разложение Фурье; $c(f)$ и $\varphi(f)$ – амплитуда и фаза соответствующих гармоник. Фаза φ для каждой гармоники f (но не для каждого момента времени t) выбирается случайным образом из диапазона 0 до 2π . Зависимость амплитуды c от частоты f задается следующим соотношением:

$$c(f) = kf^{-\beta}, \quad (3)$$

где k – общий амплитудный коэффициент, а β совпадает по смыслу и по значению с показателем Херста H и задает величину фрактальной размерности исследуемой кривой.

Для проведения фрактального анализа заданного временного ряда предложено программное приложение, разработанное в ППП Matlab. Приложение позволяет проводить фрактальный анализ динамических данных методом нормированного размаха и методом Фурье, результатом которого являются значения показателя Херста и фрактальной размерности D . Результат работы программ был верифицирован с использованием сгенерированных временных рядов с известной фрактальной размерностью: случайного временного ряда, кривой Коха, функции Вейерштрасса [4]. Оба метода имеют количественное согласование результата с точностью до 0.01.

В качестве исходных данных рассмотрены временные ряды, представляющие собой динамические изменения валютных котировок: евро/рубль, доллар/рубль за период с 2010 г. по настоящее время по данным ЦБ РФ [5]. Под временным рядом понимается изменение стоимости иностранной валюты на российском рынке в зависимости от времени. Проведен фрактальный анализ методом нормированного размаха, результатом которого являются значения показателя Херста и фрактальной размерности. Подобное исследование, согласно описанной выше концепции, позволяет оценить возможность прогнозирования поведения валютных курсов.

Результат фрактального анализа динамики изменения курса евро к российскому рублю дает значение показателя Херста (рис. 1), равное $H=0.61$, и соответственно фрактальную размерность ряда – $D=1.39$. Мера корреляции в данном случае равна $C = 0.16$.

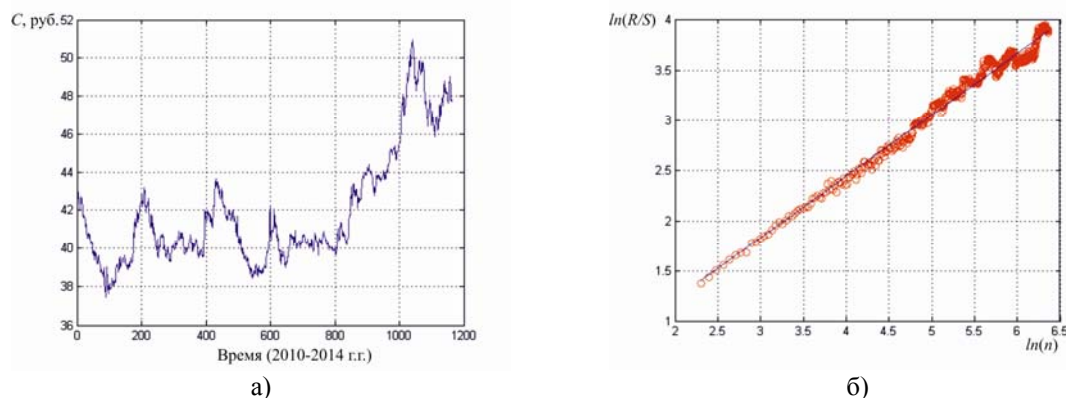


Рис. 1. Результат R/S -анализа (δ) для исследуемого временного ряда – динамики валютного курса «евро/рубль» в период 2010-2014 г.г. (α)

Результат R/S -анализа свидетельствует о том, что ряд находится в персистентном интервале. Значение показателя Херста позволяет сделать выводы о данном распределении и прогнозировать дальнейшее поведение цены валюты. Он показывает, что, несмотря на незначительный спад, в данный момент хорошо выражена тенденция роста курса евро/рубль, и, судя по проведенному анализу, эта тенденция будет сохраняться на протяжении некоторого периода. Мера корреляции не равна нулю, из чего следует, что события коррелированы и не являются случайными блужданиями, вследствие чего можно заключить, что гипотеза эффективных рынков к данному ряду не применима. Подобный подход можно применить к исследованию поведения валютной пары «доллар США/рубль», для рассмотрения этого временного ряда выделим аналогичный период. В данном случае стохастическая составляющая будет более выражена, о чем свидетельствует значение показателя Херста $H=0.55$, и меры корреляции $C = 0.07$.

Таким образом, можно заключить, что динамики рассмотренных валютных курсов характеризуются значением показателя Херста $H > 0.5$, что свидетельствует о том, что рассматриваемые объекты обладают инерционностью и присутствием эффекта «памяти» – информация о состоянии системы в последующие моменты времени формируется с учетом данных предыдущих наблюдений. Количественная характеристика – показатель Херста позволяет оценить целесообразность использования прогностических моделей при рассмотрении динамики валютного курса в тот или иной период. Полученные данные также свидетельствуют в поддержку концепции фрактальных рынков.

Технический анализ разбитого на отдельные участки валютного курса пар «евро/рубль» и «доллар США/рубль» позволяет заключить, что фрактальная размерность для каждой пары варьируется в определенном диапазоне. Поэтому можно предположить, что более информативным методом исследования количественных характеристик анализируемых данных могут служить мультифрактальные методы. В работе использованы авторские программные реализации метода мультифрактального флуктуационного анализа (МФФА) [6] и метода максимумов модулей коэффициентов вейвлет-преобразований [7-8].

Метод мультифрактального флуктуационного анализа временных рядов является перспективным инструментом исследования поведения сложных систем, который позволяет получить непрерывный спектр фрактальных размерностей. Метод предполагает выполнение следующей последовательности шагов.

Обрабатываемый временной ряд $y_k(x_k), k = \overline{1, (N+1)}$ преобразуют в ряд $z_i(x_i) = \ln(y_{k+1}/y_k)$, где $i = \overline{1, N}$. Далее определяют ряд накопленных отклонений (флуктуационный профиль):

$$Y_j = \sum_{i=1}^j [z_i - \bar{z}], \quad (4)$$

где $\bar{z}$ – средняя величина ряда $z(x)$, и разделяют полученные значения Y_j на $N_s = (N/s)$ непересекающихся сегментов длины s . Процедуру деления проводят в прямом и противоположном направлении ряда, так, что в итоге имеется $2N_s$ сегментов длины s .

Затем методом наименьших квадратов определяют локальный тренд Y_i^v на каждом из сегментов в прямом $v = \overline{1, N_s}$ и обратном направлениях $v = \overline{(N_s+1), 2N_s}$ и значение дисперсии $F^2(v, s)$. Далее находятся деформированные показателем q дисперсии (или флуктуационные функции):

$$F_q(s) = \left[\frac{1}{2N_s} \sum_{v=1}^{2N_s} [F^2(v, s)]^{\frac{q}{2}} \right]^{\frac{1}{q}} \quad (\text{для } q \neq 0), \quad (5)$$

полученные возведением выражений для дисперсии сегментов следующих в прямом и обратном направлениях в степень q и последующим усреднением по всем сегментам.

При $q = 0$ используют предельное выражение $F_0(s) = \exp \left[\frac{1}{4N_s} \sum_{v=1}^{2N_s} \ln[F^2(v, s)] \right]$.

Если временной ряд представляет собой самоподобное множество, проявляющее дальнедействующие корреляции, то должна выполняться следующая степенная зависимость:

$$F_q(s) \propto s^{h(q)}, \quad (6)$$

где $h(q)$ – обобщенный показатель Херста. Далее осуществляется переход от показателя Херста $h(q)$ к основным характеристикам мультифракталов массовому показателю $\tau(q)$ и спектральной функции $f(\alpha)$ с использованием преобразований Лежандра: $\tau(q) = qh(q) - 1$, $f(\alpha) = \alpha q(\alpha) - \tau(q(\alpha))$, где $\alpha = d\tau/dq$.

Метод вейвлет-анализа временных колебаний [8] позволяет локализовать временные и масштабные свойства динамических данных.

На первой стадии происходит вейвлет-преобразование исходного сигнала $y(t)$, по формуле

$$W(a, b) = \frac{1}{a} \int_{-\infty}^{\infty} \psi \left(\frac{t-b}{a} \right) y(t) dt, \quad (7)$$

где a – представляет собой параметр масштаба, b – момент времени, ψ – вейвлет. Выбор базисной функции определяется тем, какую информацию необходимо извлечь из $y(t)$. Необходимым условием является то, что выбранный вейвлет должен быть не менее гладким, чем сам анализируемый сигнал. Результаты преобразования представляются в виде двумерного массива амплитуд вейвлет-преобразования – значений коэффициентов $W(a, b)$.

Второй этап метода заключается в построении частичных функций $Z(q, a)$, позволяющие получить надежные оценки характеристик вычисляемого процесса. Расчет значений $Z(q, a)$ наиболее удобно проводить по формуле:

$$Z(q, a) = \sum_{l \in L(a)} \left(\sup_{a' \leq a} |W(a', t_l(a'))| \right)^q, \quad (8)$$

$L(a)$ – есть множество всех линий – l – локальных максимумов модулей вейвлет-коэффициентов, существующих на масштабе a . То есть формула показывает, что выбирается максимальное значение модуля вдоль каждой линии на масштабах меньше заданного a .

Используя зависимость

$$W(q, a) \propto a^{\tau(q)}, \quad (9)$$

можно определить скейлинговую экспоненту $\tau(q)$. Вариация параметра деформации q при построении частичных функций позволяет получить линейную зависимость $\tau(q)$ для монофрактальных объектов ($H = d\tau/dq = \text{const}$) и нелинейную зависимость $\tau(q) = q\alpha - f(\alpha)$ с большим числом гельдеровских экспонент $H = d\tau/dq \neq \text{const}$ в случае мультифракталов. Спектральная функция $f(\alpha)$ определяет набор монофракталов с размерностями α , которые формируют исследуемый временной ряд. При этом ширина спектра $f(\alpha)$ будет тем больше, чем сильнее выражены мультифрактальные свойства.

Верификация работы программных приложений проведена на временных рядах, допускающих аналитические представления (ряде случайных значений и ряде, задаваемом функцией Вейерштрасса). Результат работы представлен на рисунке 2.

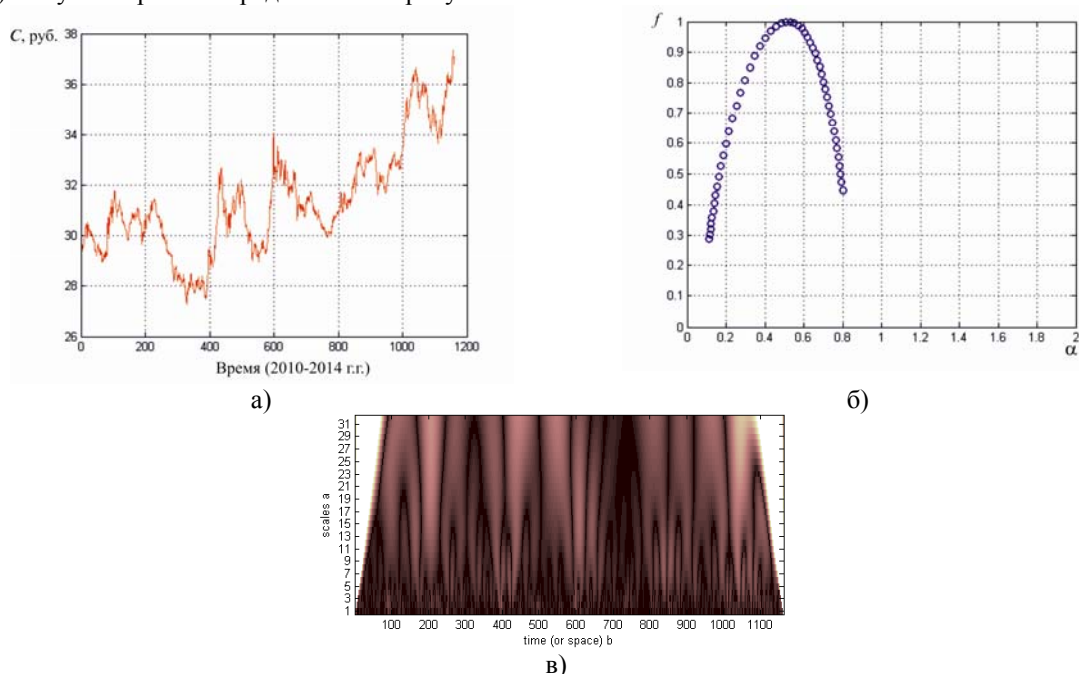


Рис. 2. Спектр фрактальных размерностей, полученный методом МФФА (б) и скелетон поверхности коэффициентов вейвлет-преобразования $W(a, b)$ при обработке данных – динамики валютного курса «доллар США/рубль» в период 2010-2014 г.г. (а)

Построенный скелетон (рис.2 в) выявляет иерархическую структуру анализируемого множества – каждое дробление масштаба соответствует появлению характерного «разветвления», что харак-

терно для фрактальных множеств. Спектр сингулярностей (рис. 2 б) характеризуется шириной $\Delta\alpha \approx 0.7$, а абсцисса максимума спектральной кривой, соответствующая показателю Херста, имеет значение приблизительно равное 0.55.

Таким образом, проведен анализ скейлинговых характеристик динамики курса российского рубля по отношению к основным мировым валютам на основе концепций фрактальной и мультифрактальной теории временных рядов. Для исследования временных рядов программно реализованы метод R/S -анализа и метод Фурье. Проведен технический анализ различных участков временного ряда, размерность которых оказалась различной. Такой результат обусловлен смешанной природой временного ряда. В связи с этим показана возможность более детального исследования динамики экономических показателей на основе использования мультифрактальных методов: метода мультифрактального флуктуационного анализа и метода максимумов модулей коэффициентов вейвлет-преобразования.

Литература.

1. Петерс Э. Фрактальный анализ финансовых рынков / Э. Петерс – М.: Интернет-трейдинг, 2004. – 304 с.
2. Гуляева О.С. Управление валютными рынками на основе предпрогнозного анализа валютных рынков фрактальными методами: автореф. дис. канд. экон. наук / О.С. Гуляева; МГУ – М., 2008. – 27 с.
3. Божокин, С.В. Фракталы и мультифракталы / С.В. Божокин, Д.А. Паршин. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 128 с.
4. Масловская А.Г., Осокина Т.Р., Барабаш Т.К. Применение фрактальных методов для анализа динамических данных // Вестник АмГУ, 2010. – №51. – С. 13-20.
5. База данных по курсам валют [Электронный ресурс] // Центральный банк Российской Федерации.: офиц.сайт. – 2014. – Режим доступа: http://www.cbr.ru/currency_base/ – 08.09.2014.
6. Kantelhardt JW. Fractal and Multifractal Time Series. Halle: Institute of Physics, Martin-Luther-University Halle-Wittenberg; 2010. – 210 p.
7. Muzy JF, Bacry E, Arneodo A. Multifractal formalism for fractal signals: the structure function approach versus the wavelet transform modulus maxima method // Phys. Rev. E., 1993. – V. 47. – P. 875-886.
8. Павлов А.Н., Анищенко В.С. Мультифрактальный анализ сложных сигналов // УФН, 2007. – Т.177. – № 8. – С. 859-872.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ОТЛИВОК В МАТЕМАТИЧЕСКОМ ПАКЕТЕ PRO-CAST

Е.В. Бабакова, ассистент, А.А. Сапрыкин, к.т.н., зав.каф., Е.А. Ибрагимов, ст. преподаватель

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

E-mail: egor83@list.ru

Компьютерное моделирование литейных технологий за последние годы бурно развивается, уже сегодня можно говорить о экономии времени и материальных ресурсов при проектировании оснастки и геометрии отливки с использованием виртуальных литейных имитаторов.

Компьютерная программа дает возможность и опытному технологу, и начинающему инженеру проследить, что происходит при заполнении расплавом формы и в дальнейшем, – при охлаждении и затвердевании металла. Технолог, пользуясь САЕ-программой, выявляет дефекты различной природы в отливке на стадии проектирования, предлагает различные модификации в конструкции и технологии, сравнивает прогнозируемое качество отливки для предложенных модификаций и выбирает в итоге наиболее оптимальный вариант технологии. САЕ-программы различаются функциональными возможностями и типом генерируемой сетки, вследствие чего программы имеют различную стоимость.

Математический пакет Procast идеален для машиностроительных предприятий массового производства, где временные затраты (месяц и более) на оптимизацию одной отливки оправдываются достигнутыми целями. Для рядовых предприятий Procast не подходит, т.к. возможности программы в полном объеме использоваться не будут, а проведение моделирования вызовет серьезные сложности и потребует много времени.

Достоинства математического пакета Procast являются:

1. Применима для моделирования большинства литейных технологий
2. Критериальный расчет и анализ многих свойств и параметров
3. Имеется модель усадочной макро- и микропористости, которая позволяет прогнозировать образование дефектов в отливках ответственного назначения

4. База свойств материалов формы и сплавов, открытой для редактирования и пополнения
5. Имеется встроенный генератор физико-химических свойств материалов на основе химического состава.

Недостатки:

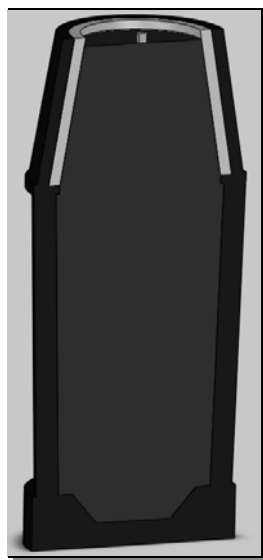
1. Высокая стоимость
2. Отсутствие поддержки русского языка
3. Отсутствие отечественной базы данных по материалам и сплавам
4. Встроенный генератор свойств дает прогноз с большими отклонениями
5. Длительность подготовки сеточной модели.

На Юргинском машиностроительном заводе при изготовлении стальных слитков марки Ск 45N развесом 7,5 тонн возникла проблема с качеством слитка. В тело слитка выходила усадочная раковина за счет чего снижался выход годного металла. При этом в прибыльной части слитка использовались в качестве теплоизоляционного материала футеровка из шамотного кирпича. Для решения этой проблемы решили использовать вместо шамотного кирпича теплоизоляционные муллитокремниземистые вкладыши марки МКРФТИВ-600, произведенного ООО «Моргал Термал Керамикс Сухой Лог». Это позволило увеличить выход годного металла, за счет снижения объема прибыльной части слитка и уменьшения усадочной раковины.

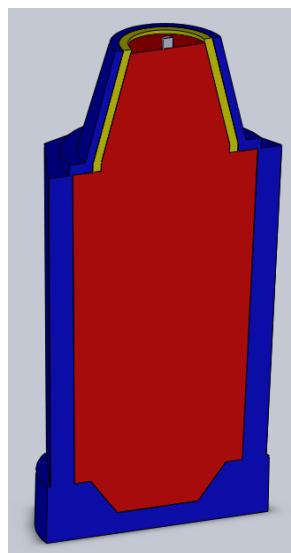
Мы решили проанализировать характер образования роста усадочной раковины при применении различных теплоизоляционных материалов в прибыльной части слитка с помощью пакета математического моделирования литейных процессов ProCast компании «Делкам-Урал».

Компьютерное моделирование литейных процессов включает расчет заполнения формы сплавом, его охлаждения и последующей кристаллизации. Моделируя данные процессы, мы можем предсказать возможные дефекты в отливке и спроектировать технологию так, чтобы устранить дефекты до того как будет изготовлена реальная отливка.

Процесс моделирования начинается с создания трехмерной модели отливок в CAD системах Рис.1. Затем необходимо указать химический состав, свойства сплава формы и граничные условия. Также необходимо указать время заполнения формы, начальные и конечные температуры.



Шамотная вставка



Вкладыш марки МКРФТИВ-600

Рис. 1. 3D-модели отливок (сечение) с различными теплоизоляционными материалами в прибыльной части слитка

После создания твердотельной модели следует поэтапное импортирование составных частей модели. По завершению процесса импортирования рассчитываемой модели необходимо указать:

- Время заливки
- Материал отливки и его свойства (плотность, теплопроводность, удельная теплоемкость), а также начальную температуру заливки и температуру кристаллизации.

- Материал формы. В окне выбора материала формы, изображенного на слайде, нужно указать материалы, которые будут использоваться для расчета, а также его свойства.
- Коэффициенты теплопередачи, т.е. интенсивность перехода тепла через поверхность формы от теплового потока.

После указания условий заполнения формы и свойств используемых материалов создаем расчетную конечно-элементную сетку для дискретного вычисления уравнения теплопередачи в отливке и форме (Рис. 2). Это позволяет произвести расчет процесса литья и получить конечные результаты, которые в дальнейшем сравниваем с полученными на практике.

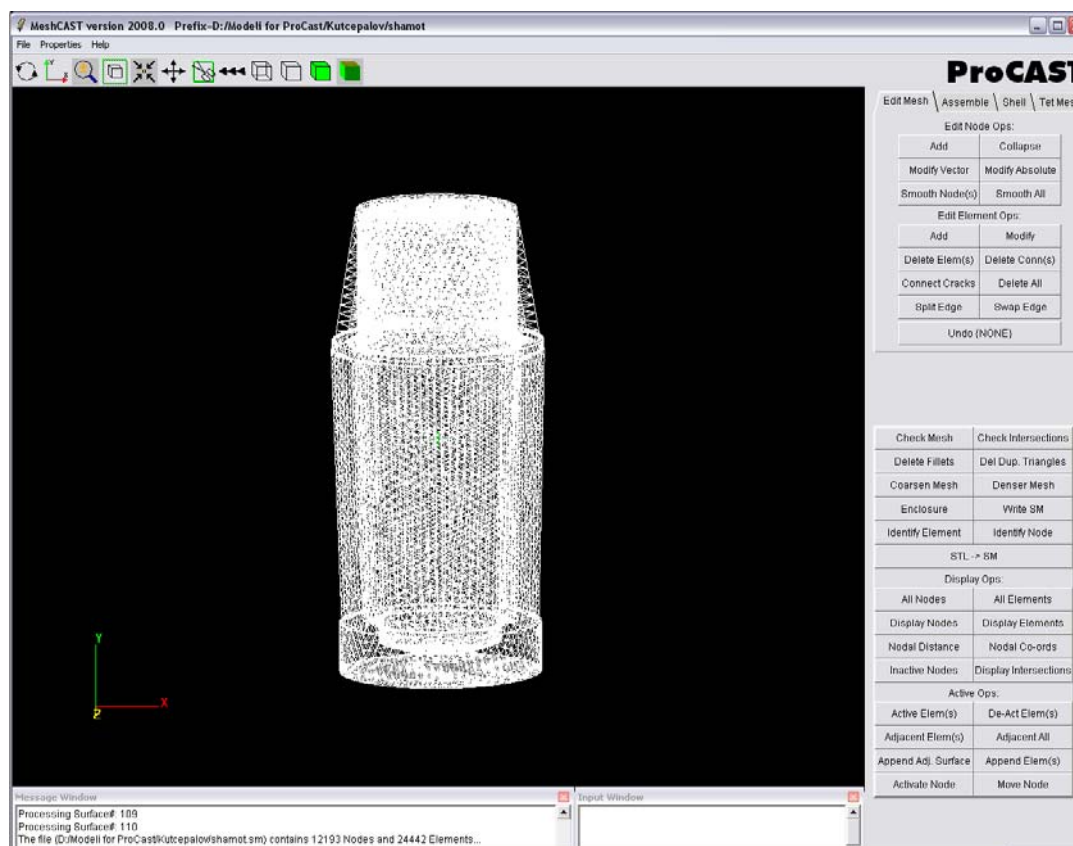


Рис. 2. Задание граничных условий и генерация конечно-элементной сетки

По окончании генерации сетки мы приступаем к непосредственному расчету модели. Он заключается в полном моделировании заполнения формы, принимающие во внимание давление и скорость заполнения жидким металлом и вязкость сплава. В нашем случае расчет длился около 48 часов.

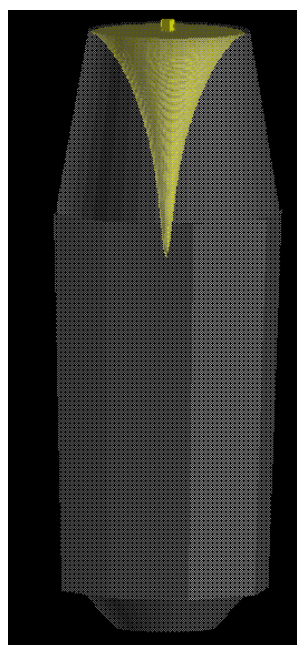
Результаты расчета изображены на Рис.3. С права изображен слиток, для утепления головной части которого использовали шамот, слева – вкладыш марки МКРФТИВ-600. На нем отчетливо видно, что при использовании шамотного утеплителя при застывании усадочная раковина уходит в тело слитка. В свою очередь при использовании вкладышей усадочная раковина не уходит в тело слитка при меньшем объеме прибыльной части слитка.

Результаты расчетов и реальные технологические режимы сведены в таблицу 1.

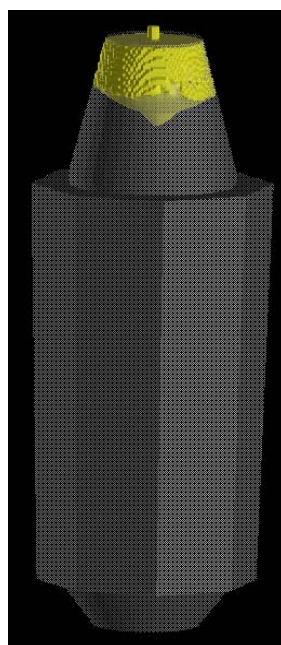
Таблица 1

Сравнение результатов расчета с практическими данными

	Время заливки	Температура металла при заливке, С	Материал утепления	Масса прибыльной части, кг.	Выход годного, %
Практические данные	4мин 08с	1556	шамот	780	96,64
	5мин 13с	1556	МКРФТИВ-600	630	96,61
Расчетные данные	4мин 08с	1556	шамот	783,5	95,7
	5мин 13с	1556	МКРФТИВ-600	628,2	98,26



Шамотная вставка



Вкалдыш марки МКРФТИВ-600

Рис. 4. Результаты расчета усадочных дефектов при использовании различных теплоизоляционных материалов в прибыльной части слитка

Как видно из таблицы данные полученные в Pro Cast незначительно отличаются от практических, что позволяет сделать вывод о корректности работы данных программ.

Пакет математического моделирования Pro Cast используются для обучения студентов на кафедре «Металлургия черных металлов» Юргинского технологического института Томского политехнического университета. Что позволяет глубже изучить процессы, происходящие при разливке и кристаллизации отливок, и соответственно повысить их квалификацию, как будущих специалистов.

ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ ДАННЫХ ГОРНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

Д.А. Михеев, М.В. Дубровский, студенты гр. 10790, научный руководитель: Журавлев В.А.

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

Наша работа связана с вычислением характеристик надёжности горных машин и оборудования одноимённой дисциплины студентами старших курсов кафедры ГШО, которые напрямую связаны с разделами математики: «Теория вероятности» и «Математическая статистика». По заданию руководителя нами были изучены методические указания к проведению практических работ по данной дисциплине с целью автоматизации процессов вычисления. Темы практических занятий методических указаний посвящены следующим вопросам:

- использование теорем теории вероятностей и законов распределения дискретных и непрерывных случайных величин для расчета показателей надёжности горных машин (занятие № 1, 2, 3),
- расчета γ -процентного ресурса горных машин (занятие № 4) и т.д. Целью нашей работы является создание шаблона расчетов в программе «Microsoft Office Excel» для проверки практических работ студентов и обновления матриц исходных данных, что должно облегчить труд преподавателя и значительно расширить диапазон исходных данных. Из методических указаний была выбрана наиболее трудоемкая с нашей точки зрения работа, которую мы решили формализовать.

В практической работе №2 «Определение вероятности появления различного числа отказов горных машин и оборудования» за период заданной наработки необходимо рассчитать вероятность появления отказов в четырех независимых опытах (рабочих сменах) секции механизированной крепи.

Определение вероятности появления ровно h отказов в n независимых опытах $P_n(h)$ может производиться с использованием формул Бернулли и Пуассона.

Вероятность $P_n(k)$ того, что в n независимых опытах, в каждом из которых вероятность появления события А (отказа системы или элемента) равна q , событие наступит ровно k раз (безразлично в какой последовательности), может быть рассчитана по формуле (1):

$$P_n = C_n^k q^k p^{n-k} \quad (1)$$

где C - число сочетаний из n по k (при этом k - ноль или целое положительное число не более n);
 q, P - соответственно вероятности отказа и безотказной работы рассматриваемого объема за период опыта (под опытом может пониматься наработка объекта за период рабочего цикла, смены, суток и т.д.).

Необходимо также помнить, что формула (2)

$$C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!} \quad (2)$$

при $k=1$, $C_n^1 = n$, при $k=n$ $C_n^n = 1$ при $k=0$ $C_n^0 = 1$.

В данной работе требуется рассчитать вероятность появления ровно 0, 1, 2, 3 и 4-х отказов в четырех ($n=4$) независимых опытах (рабочих сменах) секции механизированной крепи, если вероятность отказа секции q_c ($t = 6ч$) = 0,133, а вероятность безотказной работы p_c ($t = 6ч$) = $1 - q_c$ ($t = 6ч$) = 0,867 (приняты результаты расчетов из примера практического занятия №1).

Закон распределения дискретной случайной величины - числа k появления событий в n независимых опытах, в каждом из которых вероятность появления события равна q , а вероятность появления каждого из возможных значений k вычисляется по формуле Бернулли, называется биномиальным.

Если число независимых опытов n достаточно велико, а вероятность q появления события в каждом опыте мала, то вероятность появления ровно k событий в n независимых опытах рассчитывается по формуле:

$$P_n(k) = \frac{a^k e^{-a}}{k!} \quad (3)$$

где $a = nq$ - среднее число появлений события в n опытах.

Распределение дискретной случайной величины - числа появления событий в n независимых опытах, когда вероятности $P_n(k)$ рассчитывают по формуле (3), называется распределением Пуассона.

В этой работе исходные данные состоят из одного значения полученного в предыдущей работе №1 - вероятности отказа секции = 0,133. Это значение вводим в ячейку B2. Автоматически происходят расчёты всех значений k по формуле Бернулли для 4-х сменной работы с одновременным построением гистограммы. Меняя исходные данные можно получать различные варианты решения. Зная числовые характеристики надежности машины, нетрудно рассчитать ее действительную производительность или вычислить требуемое количество машин для выполнения заданного объема работ за определенное время. Количественная информация, полученная при наблюдении за работой машины, при надлежащей обработке служит основанием для дальнейшего совершенствования машины.

При расчете надежности машин используются методы, известные из технических дисциплин, но оперируют не с частными предельными значениями параметров, а с их законами распределений. Наряду с этим учитывают случайные отклонения рабочих параметров и поломки.

Математический аппарат теории надежности горных машин использует основные положения и понятия теории вероятностей и математической статистики.

Руководитель также дал задание спроектировать практическую работу, которой нет в методических указаниях. Суть ее в том, что по показателям надежности на примере доремонтного ресурса гидrocилиндров шахтных крепей (50 единиц) представленного в виде таблицы, разработать практическую работу по надежности горных машин и оборудования с вычислением различных числовых характеристик и графического представления результатов. В ходе работы было необходимо:

- представить информацию в виде статистического ряда;
- рассчитать число интервалов и разбить информацию на интервалы;
- определить длину интервалов;
- рассчитать опытную частоту, опытную вероятность, накопленную вероятность, среднее значение показателя ресурса;
- по данным статистического ряда построить гистограмму опытных вероятностей.

Исходными данными данной работы является файл, в котором представлены значения числа циклов до отказа 50 гидроцилиндров. Все дальнейшие вычисления, в том числе и построение гистограммы, происходит в автоматическом режиме в программе «Microsoft Office Excel».

Таким образом, в результате нашей работы можно сделать следующие выводы:

- 1) для успешного выполнения данной практической работы необходим краткий теоретический курс по теории вероятностей и математической статистике;
- 2) необходимы навыки работы с персональным компьютером;
- 3) знание программы «Microsoft Office Excel»;
- 4) в данной работе просматривается связь трех дисциплин: математики, надежности горных машин и информатики, что говорит о необходимости знаний всех дисциплин в комплексе.

Литература.

1. Данко П.Е., Попов А.Г., Кожевников Т.Я. Высшая математика в упражнениях и задачах. В 2-х ч. Ч. II: Учеб. пособие для вузов. – 5-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 1999. – 416 с.: ил.

АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИЙ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Т.А. Скрипкина, магистрант гр. 17ВМ30, А.А. Григорьева, к.т.н., доцент

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451)64942

E-mail: antonina505@mail.ru e-mail: Tanchik-hl@mail.ru

Конкурентоспособность машиностроительного производства определяется не только его технико-технологическим уровнем и квалификацией персонала предприятий, освоившего работу на высокотехнологичном оборудовании, но и уровнем инновационной направленности их производственной деятельности.

В мировом машиностроении лидируют страны: США, Япония, Германия, Швейцария и Великобритания. Они же имеют наиболее полную номенклатуру машиностроительного производства, включающую все или почти все его подотрасли. Лидирующие позиции эти страны заняли благодаря применению инновационных подходов в машиностроении.

В настоящее время машиностроительная отрасль России не является конкурентоспособной на международном рынке, что в значительной степени обусловлено ее технологическим отставанием от промышленно развитых стран. Зарубежный промышленный опыт показывает, что в рыночной экономике только инновационная структура производства может обеспечить реальную конкурентоспособность машиностроительных предприятий и является стратегическим фундаментом их динамичного и устойчивого развития в долгосрочной перспективе.

Негативным препятствием для инновационной деятельности машиностроительных предприятий является отсутствие или маломощность центров компетенции — подразделений отраслевой науки, развитой сети инжиниринговых компаний машиностроительного профиля, проектно-конструкторских центров и опытно-конструкторских бюро, развитой инфраструктуры технопарков, венчурных фондов и т. п., которые способны осуществлять разработку инноваций и их подготовку для внедрения в промышленности.

По сравнению с другими отраслями машиностроительная отрасль характеризуется: самым высоким уровнем проведения собственных НИОКР – 45% от опрошенных предприятий; самым высоким процентом внедрения новой продукции – 74% предприятий; вторым местом по внедрению новых технологий (40%) после предприятий химической и нефтехимической промышленности; достаточно высоким уровнем приобретения нового оборудования - 55% опрошенных предприятий; обучением и подготовкой персонала занимались 46% предприятий; процент предприятий, проводивших маркетинговые исследования составил 38% (самый высокий показатель); количество предприятий, занимавшихся покупкой патентов и лицензии невелико во всех отраслях, а в машиностроении составило 8%[2].

В настоящее время не выработано единой методики оценки эффективности инновационной наукоемкой продукции. Анализ методов оценки эффективности инноваций на этапах жизненного цикла приведены в таблице 1[4].

Таблица 1

Методы оценки эффективности инноваций на этапах жизненного цикла

Стадия оценки	Наименование показателя	Формула расчета	Условные обозначения
1. Стадия проведения НИОКР	Результативность стадии НИОКР ($P_{\text{НИОКР}}$) Эффективность использования ресурсов на стадиях НИОКР ($\mathcal{E}_{\text{НИОКР}}$) Средняя продолжительность разработки одной инновации ($T_{\text{ср}}$)	$P_{\text{НИОКР}} = \frac{Q_{\text{соб.из}} + Q_{\text{реал}}}{Q_{\text{общ}}} (1)$ $\mathcal{E}_{\text{НИОКР}} = \frac{\sum_{i=1}^T 3_i + \sum_{j=1}^B 3_j}{\sum_{q=1}^Q 3_q} (2),$ $\text{где } Q_{\text{общ}} = Q_{\text{соб.из}} + Q_{\text{пр.из}} + Q_{\text{реал}}$ $T = Q_{\text{соб.из}}, P = Q_{\text{реал}}, Q = Q_{\text{общ.}}$ $T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^N T_i}{N}$	$Q_{\text{соб.из}}$ – число самостоятельно разработанных инноваций $Q_{\text{реал}}$ – число инноваций, реализованных во внешней среде $Q_{\text{пр.из}}$ – число приобретенных инноваций $Q_{\text{общ}}$ – общее число инноваций 3_i – затраты ресурсов на смост. создание i-й инновации 3_j – затраты ресурсов на создание j-й инновации, реализованного во внешней среде T_i – время, затраченное на разработку одной инновации фактическое N – общее число изобретений
2. Стадия внедрения инноваций	Результативность стадии внедрения ($P_{\text{ст.вн}}$) Эффективность использования ресурсов на стадии внедрения ($\mathcal{E}_{\text{ст.вн}}$) Средняя продолжительность освоения одной инновации ($B_{\text{осв}}$)	$P_{\text{ст.вн}} = \frac{Q_{\text{вн}}}{Q_{\text{разр}}} (4)$ $\mathcal{E}_{\text{ст.вн}} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^Q 3_{\text{вн.ij}}}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^Q 3_{\text{осв.ij}}} (5)$ $B_{\text{осв}} = \sum_{i=1}^N B_i (6)$	$Q_{\text{вн}}$ – число внедренных инноваций $Q_{\text{разр}}$ – число разработанных инноваций $3_{\text{вн.ij}}$ – затраты j-го вида ресурса на внедрение i-й инновации $3_{\text{осв.ij}}$ – затраты j-го вида ресурса на освоение i-й инновации Q – количество видов использованных ресурсов N – количество внедренных инноваций B_i – продолжительность освоения i-й инновации (фактическое время)
3. Стадия реализации	Результативность стадии реализации ($P_{\text{ст.реал}}$) Эффективность использования средств на стадии реализации ($\mathcal{E}_{\text{ст.реал}}$) Средняя продолжительность нахождение рынка сбыта инновации ($T_{\text{реал}}$)	$P_{\text{ст.реал}} = \frac{Q_{\text{реал}}}{Q_{\text{вн}}} (7)$ $\mathcal{E}_{\text{ст.реал}} = \frac{\sum_{i=1}^N 3_i}{\sum_{i=1}^N 3_r} (8)$ $T_{\text{реал}} = \frac{\sum_{i=1}^N T_i}{N} (9)$	$Q_{\text{вн}}$ – число внедренных инноваций $Q_{\text{реал}}$ – число реализованных инноваций на рынке 3_i – затраты на реализацию инноваций, нашедших рынок сбыта 3_r – общие затраты на стадию реализации инноваций, готовых к реализации N – общее число готовых к реализации инноваций T_i – фактическое время на нахождение рынка сбыта i-й инноваций
4. Стадия оценки экономической эффективности инновации	Точность оценки экономической эффективности инновации ($\mathcal{E}_{\text{оц}}$)	$\mathcal{E}_{\text{оц}} = \frac{\sum_{i=1}^N (\sum_{j=1}^T P_{\text{фак.ij}} / \sum_{j=1}^T 3_{\text{фак.ij}})}{B \sum_{i=1}^N (\sum_{j=1}^T P_{\text{прог.ij}} / \sum_{j=1}^T 3_{\text{прог.ij}})} (10)$	$P_{\text{фак.ij}}$ – фактический эффект от i-й инновации в j-м году $3_{\text{фак.ij}}$ – фактические затраты на создание i-й инновации в j-м году B – вероятность получения эффекта $P_{\text{прог.ij}}$ – прогнозный эффект $3_{\text{прог.ij}}$ – прогнозные затраты

Основными недостатками данных методик являются:

1. Явная недостаточность установленных критериев-коэффициентов. В, частности, отсутствует учет степени актуальности решенной технической задачи, степени ее соответствия программам важнейших работ научно-технического прогресса, не учитываются масштабы использования тех-

нического решения на предприятиях и широта охвата охранными мероприятиями решенной технической задачи, а также ряд других характеристик технического решения.

3. Предусмотренные способы агрегирования критериев на основе только мультипликативной или аддитивной свертки, а также методом средневзвешенного, не обладают достаточной гибкостью, т.к. не учитывают наличие групп взаимозависимых характеристик, динамику развития технического решения на микро- и макроуровне.

4. Ограниченное и неизменное количество уровней в оценочных таблицах не предусматривает введение дополнительных уровней, выходящих за пределы таблицы, а также промежуточных уровней.

5. Жестко установленные численные значения по уровням таблиц не позволяют экспертам корректировать оценку при наличии своего особого мнения.

6. Отсутствие указаний на технологию получения экспертных оценок – количество экспертов и их квалификация, число туров опроса, сведения о виде обратной связи и т.д.

7. Наличие только арифметической свертки критериев, не позволяющей создавать гипотетический графический образ продукции, который дает субъектам диалога более полное представление о значениях и взаимосвязи критериев [1].

Указанные недостатки частично устранены в методике, разработанной профессором Осиповым Ю.М., членом рабочей группы, созданной Всесоюзным НИИ патентоведения, для разработки документов оценки эффективности и значимости изобретений [1,3].

Развитием этой методики явилась публикация Осиповым Ю.М. статьи, где предлагается показатель конкурентоспособности наукоемкой продукции «значимость технического решения», определяемый по аддитивно-мультипликативной формуле :

$$Зтр = Аи \cdot Пр \cdot Сз + Ми \cdot Ои \cdot Шо,$$

где $Аи$ - коэффициент актуальности решенной технической задачи;

$Пр$ - коэффициент соответствия решенной технической задачи программам важнейших работ научно-технического прогресса;

$Сз$ - коэффициент сложности технической задачи;

$Ми$ - коэффициент места использования решенной технической задачи;

$Ои$ - коэффициент объема использования решенной технической задачи;

$Шо$ - коэффициент широты охвата охранными мероприятиями решенной технической задачи [3].

Решенная техническая задача оценивается сравнением показателя $Зтр$ разрабатываемой продукции с показателем аналогичной продукции. Необходимым условием выхода технического решения на рынок является превышение первого над последним. Для создания конкурентоспособной продукции разработчик должен ориентироваться на более высокие показатели значимости технического решения, т.е. уже на этапах разработки технического задания и согласования технических решений, лежащих в основе новой продукции, экспертную оценку учитывают как нижнюю границу технического уровня продукции.

Использование этого показателя для каждого конкретного этапа жизненного цикла позволяет принимать более эффективные решения по доработке идей и схемотехнической документации, улучшению технологических процессов, качества изготовления деталей и сборки, модернизации продукции [1,3].

Литература.

1. Григорьева А.А., Тациян Г.О., Григорьева А.П. (Цеплит А.П.) Автоматизированный мониторинг конкурентоспособности инновационной машиностроительной продукции: монография – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 231с.
2. Россия в цифрах. Статистический сборник. – М.
3. Осипов Ю.М. Показатель «значимость технического решения» имитационной модели АСУ конкурентоспособностью продукции // Автоматизация и современные технологии. - М., 1994. № 3. С.33-35.
4. <http://www.grandars.ru/college/ekonomika-firmy/ocenka-konkurentosposobnosti-predpriyatiya.html>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕХАНИЗМА КОНЕЧНОГО АВТОМАТА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОЙ ЗАПИСИ СО СТАРОГО СТАНДАРТА НА НОВЫЙ

А.Э. Сорочан, студент

Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича

58018, Украина, г. Черновцы, ул. Небесной Сотни 19, кв. 79, тел. +380-(372)-50-21-02

E-mail: sorochan.alex@zoho.com

Для идентификации документов и осуществления библиографического поиска используются библиографические записи, формат которых, в частности, устанавливается стандартом «ГОСТ 7.1–2003. СИБИД. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Этот стандарт был введен на замену стандарту «ГОСТ 7.1–84. СИБИД. Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления». Оба стандарта содержат универсальные правила, общие для всех видов напечатанных и ненапечатанных документов на любых носителях: книг, периодических изданий, нормативных и технических изданий и т. д.

Все виды документов описываются с применением 8 областей библиографического описания: области заглавия и сведений об ответственности, области издания, области специфических сведений, области выходных данных, области физической характеристики, области серии, области примечания, области стандартного номера (или его альтернативы) и условий доступности. Каждая из этих областей состоит из обязательных и факультативных элементов. Тогда как обязательные элементы обеспечивают идентификацию документа, то необходимость применения факультативных элементов определяется специальными библиографическими учреждениями.

Рассмотрим, чем отличаются эти стандарты на примере библиографического описания книги с одним или больше авторами.

По старому стандарту ГОСТ 7.1–84 [2] библиографическое описание книги в общем случае имеет такую структуру:

Авторы Название_книги. – Издательство, год_издания. – Объем_книги.

Для автора сначала пишется фамилия, а через пробел – инициалы. Между инициалами пробел не ставится. Если авторов несколько, то они пишутся через запятую:

Ромовская З.В., Черняк Ю.В.

На название книги каких-либо особенных ограничений не ставится, но после названия книги, перед областью выходных данных должна идти следующая комбинация символов: точка, пробел, тире, пробел. Через такую же комбинацию символов может следовать информация об издании, которая должна начинаться с цифры:

2-е изд., перераб. и доп.

Область выходных данных состоит из информации об издательстве и годе издания. Подобласть издательства состоит из города издания и через двоеточие названия издательства. Если городов несколько, то издательства отделяются между собой точкой с запятой. Несколько издательств из одного города пишутся через двоеточие:

Харьков: ХНАГХ; ХГАГХ

М.: ГИХЛ; Наука

Год обозначается только числом. Если необходимо записать диапазон, то первый и последний года отделяются между собой тире:

2008–2010

Область физической характеристики состоит из количества страниц и, через пробел, комбинации символов «с.»:

280 с.

Если необходимо указать только некоторый диапазон страниц, то область физических характеристик начинается с комбинации символов «С.», через пробел пишется первая страница диапазона и через дефис – последняя:

С. 53–55

Каждое описание должно заканчиваться точкой.

Примеры:

1. Семенов В.В. *Философия: итог тысячелетий. Философская психология [Текст].* – Пущино: ПНЦ РАН, 2000. – 64 с.

2. Нильсен Я., Тахир М. Дизайн Web-страниц. Анализ удобства и простоты использования 50 узлов : учеб. пособие. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. – 336 с.
3. Еремин В.Г., Сафронов В.В., Схиртладзе А.Г., Харламов Г.А. Обеспечение безопасности жизнедеятельности в машиностроении : учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2002. – 399 с.

По новому стандарту ГОСТ 7.1–2003 [3] библиографическое описание книги имеет такую структуру:

[Один_автор] Название_книги / Авторы – Издательство, год_издания. – Объем_книги.

В новом стандарте авторы книги пишутся после названия книги, через косую черту. Если авторов 3 или меньше, то перед названием книги пишется еще и первый из авторов. Если авторов 4 или больше, то в области сведений об ответственности пишется первый автор, а потом добавляется «[и др.]»:

П.В. Круш [и др.]

Также в новом стандарте введено правило, по которому все знаки препинания, кроме точки и запятой, отделяются пробелами перед знаком и после знака. Так, за этим правилом немного изменено описание издательства:

Харьков : ХНАГХ : ХГАГХ

М. : ГИХЛ ; Наука

Остальные области описания книги с авторами изменений не претерпели.

Примеры:

1. Семенов В.В. Философия: итог тысячелетий. Философская психология [Текст] / В.В. Семенов. – Пуццино : ПНЦ РАН, 2000. – 64 с.
2. Нильсен Я. Дизайн Web-страниц. Анализ удобства и простоты использования 50 узлов : учеб. пособие / Я. Нильсен, М. Тахир. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2002. – 336 с.
3. Обеспечение безопасности жизнедеятельности в машиностроении : учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / В.Г. Еремин [и др.]. – М. : Машиностроение, 2002. – 399 с.

Так как до сих пор можно встретить применение старого стандарта при написании библиографических записей, а элементы, из которых состоит описание нового стандарта, совпадают с элементами, из которых состоит описание старого стандарта, то возникает задача автоматизации преобразования записи старого стандарта в новый стандарт. При этом возникает сразу несколько задач:

- проверка корректности записи по старому стандарту с исправлением очевидных ошибок (отсутствует пробел, запятая и т. п.);
- определение границ областей библиографического описания;
- подсчет авторов книги и определение соответствующей структуры записи.

Для решения данной задачи можно использовать понятие конечного автомата. Конечный автомат предоставляет возможность достаточно легко запрограммировать нижеописанный алгоритм на компьютере.

Конечный автомат – это некое абстрактное устройство, которое в каждый момент времени может находиться в одном из заданных состояний конечного множества. В самом начале работы автомату на вход приходит некая последовательность символов. Каждый такт автомата состоит в считывании символа из входящей последовательности. На основе текущего состояния и считанного символа автомат меняет свое состояние, а потом осуществляется считывание следующего символа. Если, считав последний символ, автомат окажется в одном из заранее определенных состояний, называемых заключительными, то считается, что автомат допускает данную последовательность символов.

Формализуем определение. Пусть $Q = \{q_0, q_1, \dots, q_n\}$ – конечное множество состояний автомата, $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ – конечное множество входных символов, δ – отображение множества $Q \times A$ в $P(Q)$ (множество всех подмножеств Q), определяющее поведение автомата (соответственно, функция $\delta(q, a)$, $q \in Q$, $a \in A$, называется функцией переходов), q_0 – начальное состояние автомата, $F \subset Q$ – множество заключительных состояний автомата. Тогда пятерка обозначений (Q, A, δ, q_0, F) и будет конечным автоматом. [1]

Если для каждого $q \in Q$, $a \in A$ существует не более одного состояния, в которое осуществляется переход, то автомат называется детерминированным. [4] В этом случае автомат будет вести себя абсолютно определенным образом, так как при конкретном текущем состоянии автомата и считанном символом есть только одно состояние, в которое может перейти автомат.

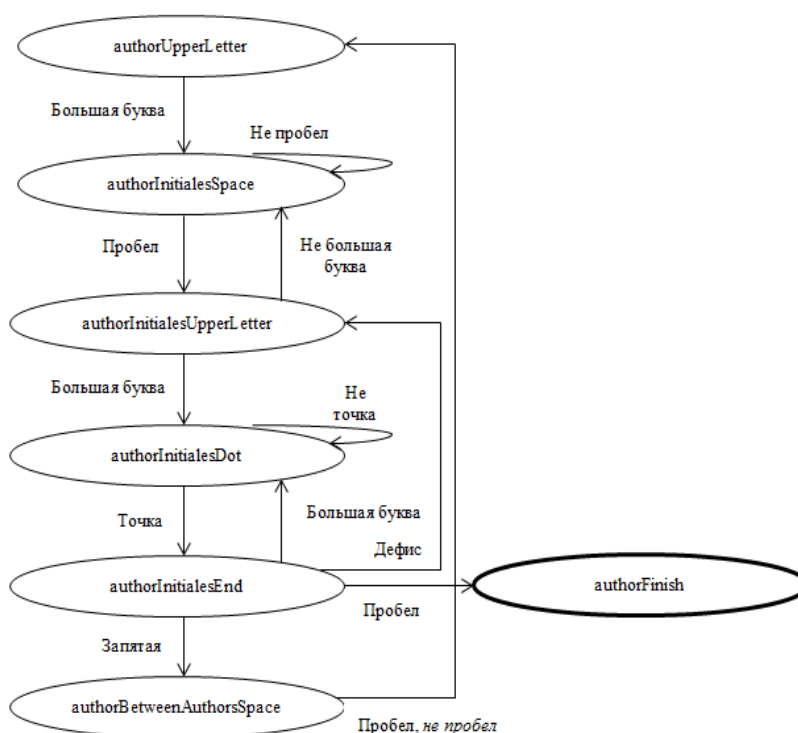
Для визуализации автомата используют диаграмму переходов – граф, вершины которого являются состояниями автомата, а ребро (p, q) присутствует тогда и только тогда, когда $q \in \delta(p, a)$, $a \in A$, притом это ребро нагружается символом a .

Чтобы решить поставленную задачу, классического конечного автомата недостаточно. Впрочем, можно сделать некоторые модификации. Например, в тех случаях, когда точно известно, что ожидается какой-то символ, а он отсутствует, то входная строчка будет подвергаться изменениям: вставка символа, удаление символа, замена символа. Также нужно ввести некий абстрактный счетчик, который будет следить за количеством распознанных авторов книги. Чтобы разделить области библиографической записи, автомат будет строиться постепенно: сначала распознавание авторов, потом названия книги и т. д. Для каждого этапа будет строиться свой автомат, причем заключительное состояние одного подавтомата на самом деле будет начальным состоянием следующего подавтомата. Кроме того, попадание в конечное состояние подавтомата будет указывать на границу между соответствующими областями в библиографическом описании.

Рассмотрим подавтомат для распознавания автора книги.

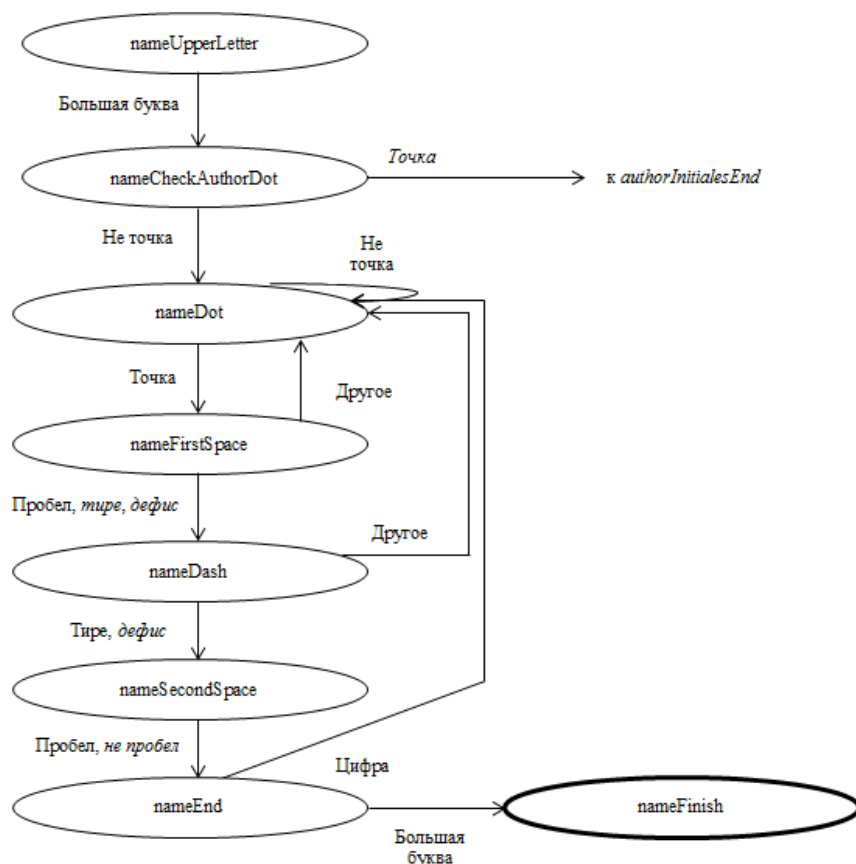
Начальным есть состояние `authorUpperLetter`. Оно проверяет большую букву в самом начале библиографического описания. Иначе – в библиографической записи присутствует ошибка. Здесь и в следующих диаграммах ошибка распознавания отображаться не будет. Далее нужно распознать пробел перед инициалами, поэтому в состоянии `authorInitialesSpace` пропускаются все символы до пробела, а на пробеле осуществляется переход в состояние `authorInitialesUpperLetter`. При распознавании большой буквы в инициалах автомат попадает в следующее состояние – `authorInitialesDot`. Если

же автомат считал не большую букву, то мы имеем случай сложной фамилии – соответственно надо возвратиться в состояние `authorInitialesSpace`. Так как инициалы завершаются точкой, то следующий шаг заключается в распознавании точки – за это отвечает переход в состояние `authorInitialesEnd`. В случае неоднобуквенного сокращения, например «Дж.», необходимо пропустить еще буквы перед точкой – именно в этом функция «кольца» в состоянии `authorInitialesDot`. Так как инициалы далеко не всегда состоят из одного сокращения, а чаще всего из двух: имени и отчества, то необходимо предусмотреть возвраще-

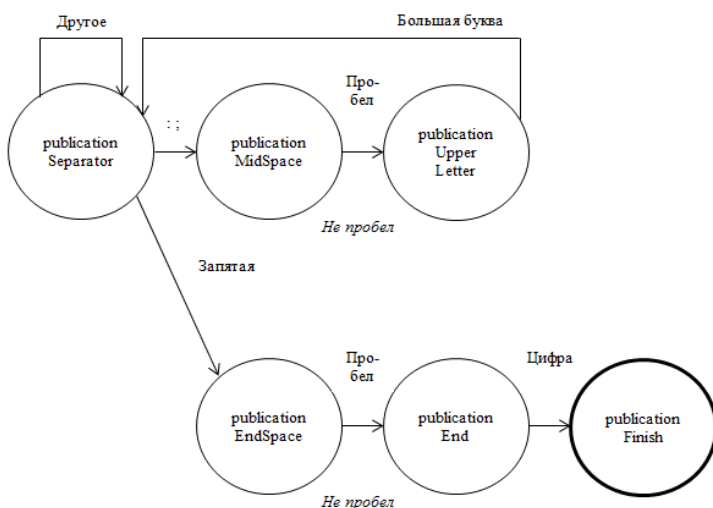


ние в состояние `authorInitialesDot`, если автомат считал еще одну большую букву. В случае сложного имени, которое пишется через дефис, как, например, Анна-Мария, которое сокращается как А.-М., осуществляется переход в состояние `authorInitialesUpperLetter` для распознавания следующей большой буквы. Если же встретился пробел, то начинается область названия книги. Для этого же подавтомата оформляется заключительное состояние `authorFinish`, которое на самом деле является начальным состоянием подавтомата распознавания названия книги. Если же встречена запятая, то необходимо распознать следующего автора, поэтому через состояние `authorBetweenAuthorsSpace` совершается переход в начальное состояние автомата. После запятой обязательно должен быть пробел. Если же его нет, то его можно вставить, так как это очевидная ошибка. В следующих диаграммах символы, написанные курсивом, будут означать совершение дополнительного действия. Следует отметить, что попадание в состояния `authorBetweenAuthorsSpace` и `authorFinish` означает распознавание

одного из авторов книги – в этом случае необходимо увеличить показание абстрактного счетчика для подсчета авторов на единицу.

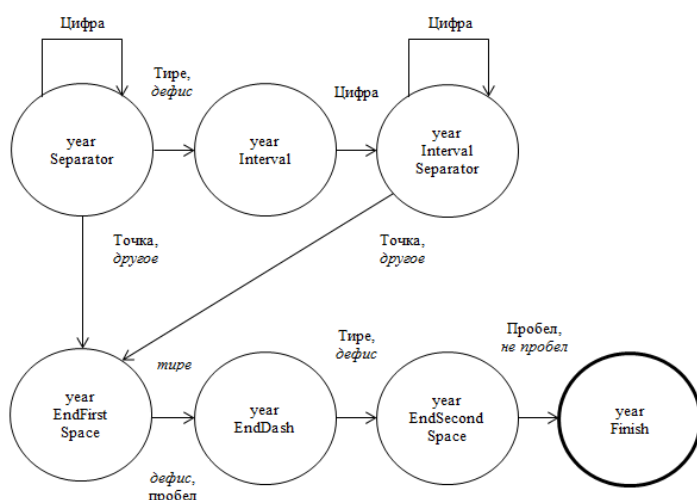


Левая часть диаграммы переходов подавтомата для распознавания названия книги характеризует его поведение. Так, название книги начинается с большой буквы. Если после нее идет точка, то вероятно произошла распространенная ошибка вставки пробела между инициалами. В таком случае нужно удалить пробел и возвратиться в состояние `authorInitialesEnd`. Далее фактически осуществляется поиск разделяющей комбинации между областью названия книги и областью выходных данных: пробела, точки, тире и пробела. В случае, если точка с пробелом не были частью этой разделяющей комбинации происходит возвращение на состояние `nameDot`, который пропускает все символы до комбинации. Также происходит вставка пробела до и после тире в случае его отсутствия и замена ошибочно записанного дефиса на тире. Если в описании присутствует область издания, которая



начинается с цифры, то осуществляется возврат в состояние `nameDot`, где опять будет отыскиваться разделяющая комбинация из четырех символов. Последующая большая буква уже является частью области выходных данных. Для текущего автомата осуществляется переход в окончательное состояние `nameFinish`.

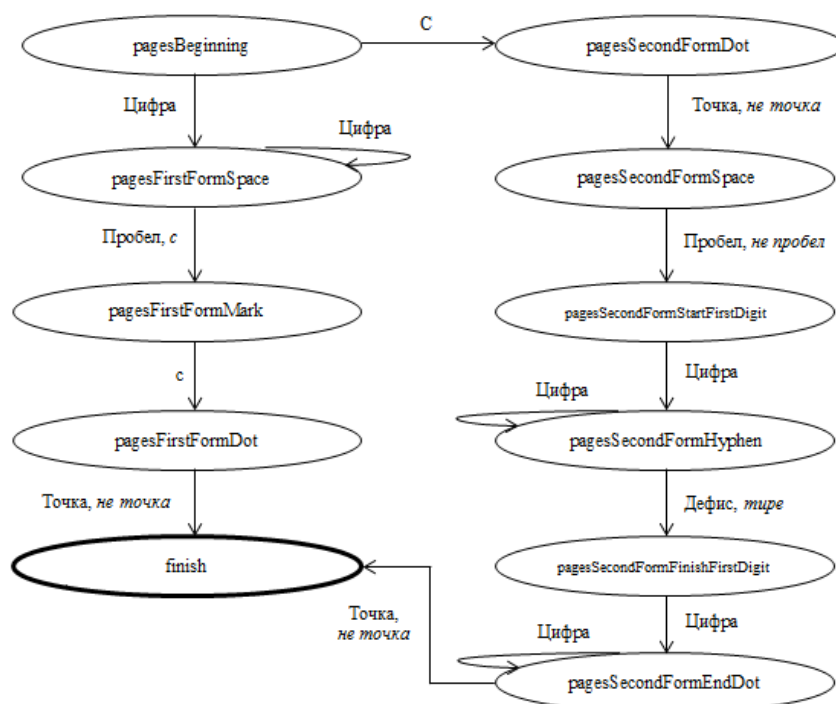
В подавтомате распознавания области выходных данных постепенно вычитываются города издательств и их названия. Проверяется наличие знаков препинания, перед которыми за новым стандартом обязателен пробел. Также осуществля-



ла – осуществляется таким же образом, как и в подавтомате для распознавания названия книги. Если точка отсутствует, осуществляется ее вставка.

ется вставка пробелов после знаков в случае их отсутствия. Переход на область с обозначением годов издания осуществляется с распознанной запятой, после которой также должен быть пробел. Наличие цифры означает начало этой области.

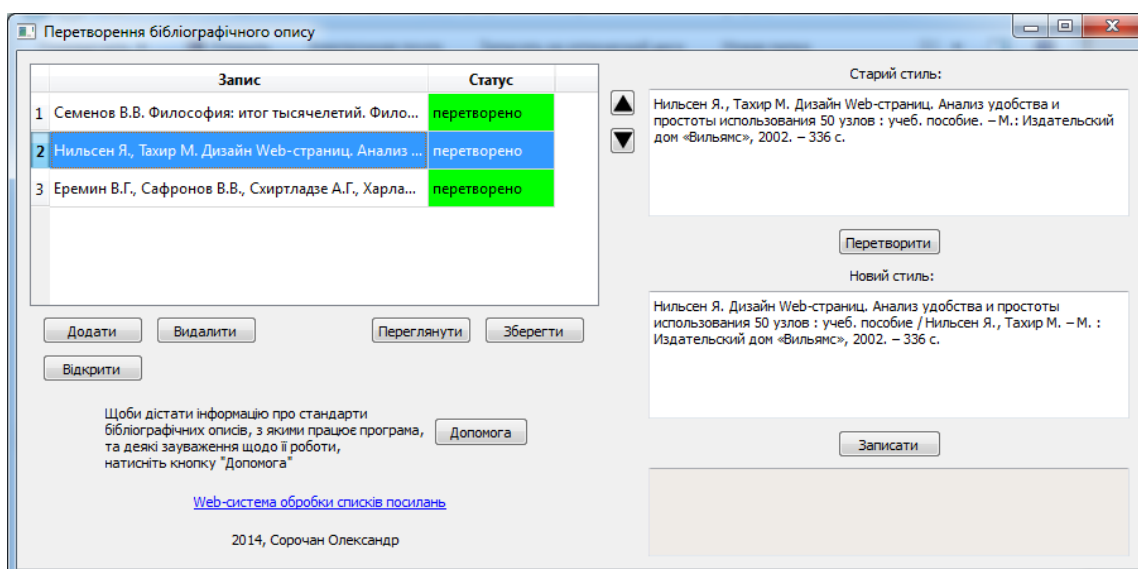
Для распознавания года издания уже традиционно пропускаются все цифры. В случае указания годового диапазона распознается тире (а также осуществляется замена написанного по ошибке дефиса на тире), а потом пропускаются все цифры на указание конечного года. Распознавание комбинации из четырех символов: точки, пробела, тире и пробела



Описание области физической характеристики возможно двумя способами: либо указание полного объема книги, либо только диапазона страниц. Соответственно, в начальном состоянии pagesBeginning сразу определяется форма описания. Если область начинается с цифры, то указывается объем книги, а если встретилась большая буква «С», то будет следовать диапазон. Если перед маленькой буквой «с.» отсутствует пробел, то можно осуществить его вставку. Также осуществляется вставка точки и пробела после большой буквы «С» во второй форме написания. Если в диапазоне страниц присутствует тире, то автомат заменяет его дефисом. Заключительное состояние этого подавтомата finish одновременно является заключительным состоянием всего конечного автомата.

Таким образом, благодаря этому автомату можно осуществить преобразование библиографической записи со старого стандарта на новый. При его работе дополнительно устраняются очевидные ошибки в записи старого стандарта, определяются границы областей библиографической записи и,

благодаря абстрактному счетчику, выбирается структура записи по новому стандарту. Также этот автомат был запрограммирован на компьютере, тем самым полностью автоматизировав этот процесс. Программа может считывать библиографические записи из файла, преобразовывать их в новый стандарт и сформировать файл с этими записями.



Литература.

1. Ахо А. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции Т. 1. Синтаксический анализ / А. Ахо, Дж. Ульман ; пер. с англ. В.Н. Агафонова ; ред. В.М. Курочкина. – М. : Мир, 1978. – 489 с.
2. Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления : ГОСТ 7.1—84. СИБИД. – [Введ. 1986-01-01 до 2000-07-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1984. – 50 с. – (Гос. стандарты СССР).
3. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления : ГОСТ 7.1–2003. СИБИД. – [Взамен ГОСТ 7.1–84; введ. 2004–07–01]. – М. : Изд-во стандартов, 2004. – 54 с.
4. Карпов Ю.Г. Теория автоматов / Ю.Г. Карпов. – СПб. : Питер, 2003. – 208 с. : ил. – ISBN 5-318-00537-3.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОТЕКАЮЩИХ В ПРОМКОВШЕ

С.Н. Федосеев, ассистент каф. МЧМ

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел.: 8 (384-51) 6-22-48

E-mail: fedoseevsn@list.ru

Математическое моделирование с помощью компьютера становится все более эффективным инструментом исследователей и инженеров и часто является одной из основных частей систем автоматизированного проектирования. Оно позволяет получить общую картину всего течения жидкости в объеме и графически визуализировать поля скоростей, давлений или температур во всей области течения. В то время как при физическом моделировании измерительные датчики располагаются в нескольких точках, где предполагается развитие исследуемых явлений.

Также при математическом моделировании исчезают проблемы, связанные с возмущениями исследуемых процессов устанавливаемыми датчиками, применяемыми в экспериментах, а также отсутствуют технические трудности, вызываемые малыми или большими размерами исследуемых объектов, высокими или низкими температурами, пожароопасными или токсичными веществами и т.п.

При этом численное решение можно получить для реальных условий исследуемого процесса, что далеко не всегда возможно при экспериментальных исследованиях.

Указанные преимущества, а также интенсивное развитие вычислительной техники и численных методов в последние годы, позволяют успешно использовать универсальные программные комплексы для математического моделирования тепломассообмена и гидрогазодинамики во многих областях науки и техники, включая и металлургию прокатки.

В связи с тем, что современная математика дает мощные и универсальные средства исследования, закономерно выделить наиболее важные требования, предъявляемые к математическим моделям: универсальность, характеризующая полноту отображения моделью изучаемых свойств реального объекта; адекватность – способность отражать нужные свойства объекта с погрешностью не выше заданной; точность, оцениваемая степенью совпадения значений характеристик реального объекта и значений этих характеристик, полученных с помощью математических моделей.

К настоящему времени разработано и реализовано множество математических моделей рассматривающих разнообразные аспекты металлургии прокатки: гидродинамику, резидентное время, поведение включений и перенос тепловой энергии, электромагнитное перемешивание, процессы турбулентности.

Анализ публикаций, посвященных изучению гидродинамических явлений, показывает, что математические модели базируются в основном на уравнениях Навье-Стокса, включающих уравнение неразрывности (закон сохранения массы); уравнение импульса (закон сохранения импульса); уравнение энергии (закон сохранения энергии). Эти законы, представленные в виде дифференциальных уравнений в частных производных, решаются методом конечных элементов с применением стандартных пакетов для компьютерного моделирования движения жидкости (PHOENICS, FLOW, CFX, , ANSYS) или с помощью самостоятельно разрабатываемых программ, реализующих этот метод.

Из всех известных коммерческих программных продуктов наибольшее распространение получили пакеты ANSYS и FLUENT.

Согласно методологии пакета ANSYS, разработка математической модели включает следующие этапы:

I. Препроцессорная стадия, включающая операции по созданию геометрической модели рассматриваемой расчетной области; заданию физических свойств среды (материалов) в расчетной области; генерации конечно-элементной модели (дискретизация) рассматриваемой расчетной области, т.е. созданию сетки конечных элементов; приложению к модели граничных условий: внешних воздействий (температур, тепловых потоков, сил и т.д.) и закреплений на границах области.

Дискретизация области включает задание числа, размеров и формы элементов, которые используются для построения конечно-элементной модели. Элементы связаны друг с другом в узловых точках (узлах) и в совокупности аппроксимируют форму расчетной области. Окончательный выбор размеров элементов производится, исходя из физической сущности задачи.

II. Процессорная стадия, заключающаяся в выполнении таких операций: получение на основе функций конечных элементов кусочно-непрерывной функции, определенной на всей расчетной области, и построение глобальной матрицы теплопроводности; составление системы алгебраических уравнений путем минимизации некоторой величины, связанной с физической постановкой задачи, и решение этой системы относительно узловых значений – температуры в задачах теплопроводности, смещений в прочностных задачах и т.п.

III. Постпроцессорная стадия: вывод результатов расчета в графической и текстовой формах (поля скоростей, деформаций и напряжений, потоки тепла, температурные градиенты и др.); анализ полученных результатов.

Таким образом, учитывая особенности компьютерного моделирования в пакете ANSYS, была создана математическая модель перемешивания жидкой стали за счет продувки инертным газом в ковше, учитывающая явление теплопереноса.

Уравнение неразрывности, соответствующее закону сохранения массы, имеет вид

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho V_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho V_y)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho V_z)}{\partial z} = 0$$

- где V_x, V_y, V_z – компоненты вектора скорости в направлениях x, y и z соответственно;
- ρ – плотность;
- x, y, z – глобальные декартовы координаты;
- t – время.

- Закон сохранения импульса, связывающий напряжения и скорость деформации жидкости для трех направлений, можно представить в виде уравнений Навье-Стокса

$$\begin{aligned} \frac{\partial \rho V_x}{\partial t} + \frac{\partial (\rho V_x V_x)}{\partial x} + \frac{\partial (\rho V_x V_y)}{\partial y} + \frac{\partial (\rho V_x V_z)}{\partial z} &= \rho g_x - \frac{\partial p}{\partial x} + \\ &+ \frac{\partial}{\partial x} \mu_3 \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \mu_3 \frac{\partial V_x}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} \mu_3 \frac{\partial V_x}{\partial z} + T_x, \\ \frac{\partial \rho V_y}{\partial t} + \frac{\partial (\rho V_x V_y)}{\partial x} + \frac{\partial (\rho V_y V_y)}{\partial y} + \frac{\partial (\rho V_y V_z)}{\partial z} &= \rho g_y - \frac{\partial p}{\partial y} + \\ &+ \frac{\partial}{\partial x} \mu_3 \frac{\partial V_y}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \mu_3 \frac{\partial V_y}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} \mu_3 \frac{\partial V_y}{\partial z} + T_y, \\ \frac{\partial \rho V_z}{\partial t} + \frac{\partial (\rho V_x V_z)}{\partial x} + \frac{\partial (\rho V_y V_z)}{\partial y} + \frac{\partial (\rho V_z V_z)}{\partial z} &= \rho g_z - \frac{\partial p}{\partial z} + \\ &+ \frac{\partial}{\partial x} \mu_3 \frac{\partial V_z}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \mu_3 \frac{\partial V_z}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} \mu_3 \frac{\partial V_z}{\partial z} + T_z. \end{aligned}$$

- где g_x, g_y, g_z – компоненты вектора ускорения свободного падения в направлениях x, y и z , соответственно;
- μ_3 – эффективная вязкость;
- T_x, T_y, T_z – компоненты вектора вязких потерь в направлениях x, y и z , соответственно

$$\begin{aligned} T_x &= \frac{\partial}{\partial x} \mu \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \mu \frac{\partial V_y}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial z} \mu \frac{\partial V_z}{\partial x}, \\ T_y &= \frac{\partial}{\partial x} \mu \frac{\partial V_x}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial y} \mu \frac{\partial V_y}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} \mu \frac{\partial V_z}{\partial y}, \\ T_z &= \frac{\partial}{\partial x} \mu \frac{\partial V_x}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial y} \mu \frac{\partial V_y}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial z} \mu \frac{\partial V_z}{\partial z}. \end{aligned}$$

Эффективная вязкость учитывает ламинарную вязкость μ (которая определяется свойствами расплава) и турбулентную вязкость μ_t (которая рассчитывается по модели турбулентности)

$$\mu_3 = \mu + \mu_t$$

Для описания турбулентности была использована SST модель (Shear Stress Transport Model) (двухслойная модель Ментера), которая сочетает в себе преимущества как стандартной $k-\epsilon$ модели, так и $k-\omega$ модели.

Связь теплопереноса и движения жидкости отражает закон сохранения энергии, представляемый в виде термического транспортного уравнения

$$\begin{aligned} \frac{\partial (\rho C_p T)}{\partial t} + \frac{\partial (\rho C_p V_x T)}{\partial x} + \frac{\partial (\rho C_p V_y T)}{\partial y} + \frac{\partial (\rho C_p V_z T)}{\partial z} &= \\ &= \frac{\partial}{\partial x} \left(k \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial T}{\partial z} \right) + Q_v, \end{aligned}$$

- где T – температура расплава;
- Q_v – объемные источники тепла;
- k – теплопроводность расплава;
- C_p – удельная теплоемкость расплава.

Переходя от записи уравнений в частных производных к матричной форме, формируется система уравнений, решением которых являются значения компонентов вектора скорости, давления, температуры в пределах рассматриваемой расчетной области. Этот переход выполняется встроенными алгоритмами пакета ANSYS.

С учетом приведенной выше последовательности разработка математической модели перемешивания расплава в промковше включала следующие этапы.

А. Создание геометрической модели расчетной области.

Исходной информацией для создания геометрической модели расчетной области выступал шестиручьевой промковш (рисунок 3.18), оборудованный металлоприемником ведрообразной формы. В качестве расчетной области при создании геометрической модели принят внутренний объем промковша, занимаемый жидкой сталью.

Б. Задание типа конечного элемента.

В модуле Flotran предусмотрено два типа конечных элементов: двумерные 4-х узловые – 2D FLOTTRAN 141 и трехмерные 8-ми узловые – 3D FLOTTRAN 142, применяемые соответственно в двумерной и трехмерной постановках задачи.



Рис. 1. Схема шестиручьевого промковша

В. Генерация конечно-элементной сетки.

Для каждой линии, образующей расчетную область, в ручном режиме задавалось количество делений, соответствующих числу элементов. Для создания регулярной сетки стремились, чтобы расчетная область была ограничена 4 линиями (для двумерной задачи) или 6 площадями (для трехмерной задачи). В отдельных случаях использовалось произвольное разбиение на конечные элементы. В результате такого подхода формировалась конечно-элементная модель расчетной области (рисунок 3.19).

Г. Выбор типа решаемой задачи.

Проведенные исследования выполнялись в постановке термической, нестационарной задачи для несжимаемой жидкости с турбулентным течением. Количество итераций, используемых при решении системы уравнений, принималось равным 12.

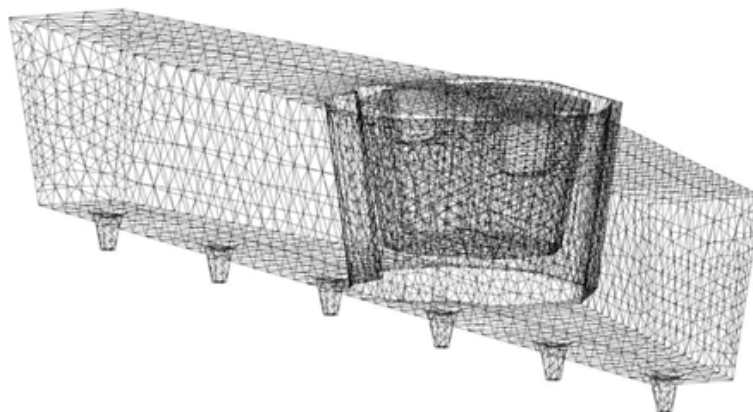


Рис. 2. Вид конечно-элементной модели расчетной области шестиручьевого промковша (трехмерная задача, произвольная сетка)

Д. Задание свойств жидкой стали

Математическая модель перемешивания расплава учитывала такие свойства стали как плотность, вязкость, теплопроводность и теплоемкость. Плотность и вязкость рассматривались зависимыми от температуры. Для выражения этих зависимостей на основании справочных данных [62] были рассчитаны коэффициенты в уравнениях, описывающих рассматриваемые свойства. Теплопроводность и теплоемкость стали считались постоянными, независимыми от температуры. В результате в модель были внесены следующие данные и выражения, описывающие свойства жидкой стали:

- плотность, кг/м³

$$\rho = 7700 - 95,7 \cdot 10^{-3} (T - 293) - 15,471 \cdot 10^{-6} (T - 293)^2$$

- вязкость, Н*с/м²

$$\mu = 0,0035 \exp \left[10699,32 \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{1473} \right) + 3,8 \cdot 10^{-11} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{1473} \right)^2 \right],$$

- где T – температура, К;
- теплоемкость $c = 840$ Дж/(кг*К);
- теплопроводность $\lambda = 27$ Вт/(м*К).

Е. Задание нагрузок и граничных условий.

В качестве нагрузок и граничных условий для задач гидродинамики могут выступать: скорости (м/с), температуры (К), тепловые потоки (Вт/м²), источники энергии (Вт/м³), коэффициенты конвективной теплоотдачи (передачи) (Вт/м²), давление (Па).

Для каждого из рассчитываемых параметров (составляющие скорости, давление, температура и др.) задаются методы решения системы уравнений и погрешность для поиска их сходимости. Далее автоматически выполнялось решение систем уравнений для каждого временного шага.

Литература.

1. Банди, Б. Основы линейного программирования / Б. Банди; пер. с англ. М.: Радио и связь, 1989. 176 с.
2. Цымбал, В. П. Математическое моделирование металлургических процессов / В. П. Цымбал. М.: Металлургия, 1986. 240 с.
3. Новые информационные технологии в управлении металлургическими процессами / Б. М. Горенский, Ю. Н. Чурсанов, А. В. Киселев, О. Е. Халикова; ГАЦМиЗ. Красноярск, 1999. 80 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОСТ-ПРОЦЕССОВ РАЗЛОЖЕНИЯ В КРИСТАЛЛАХ АТМ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СЛАБЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЕМ

А.П. Родзевич, Е.Г. Газенаур, к.ф.-м.н., доц., В.И. Крашенинин, д.ф.-м.н., профессор*

**Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451)62248

Кемеровский государственный университет

650043, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел. (3842)580605

E-mail: nimez@tpu.ru

Колебательный характер пост-процессов в кристаллах азидов тяжелых металлов (АТМ) связан с действием постоянного электрического поля, а химическая реакция протекает в реакционной области (РО), состоящей из линии дислокации, обладающей электростатическим отрицательным зарядом и облака Коттрелла, состоящего из положительно заряженных ионов. РО является электронейтральной в отсутствии внешнего поля, а при его включении происходит смещение облака Коттрелла, что приводит снова к полной компенсации внешнего поля внутри РО в течение определенного времени. Будем исходить из того, что внешнее постоянное электрическое поле производит максимальное смещение положительно заряженных ионов относительно отрицательно заряженной линии дислокации в момент его отключения. Период колебаний пост-процессов определяется периодом колебаний и подвижностью положительно заряженных ионов облака Коттрелла относительно отрицательно заряженной линии дислокации. Это предположение имеет вполне определенный физический смысл, поскольку время периода колебаний неплохо совпадает со временем ионных процессов (минуты). Процесс изменения локального поля не может привести к колебательному характеру изменения зарядовой плотности в приэлектродных областях, но может влиять на скорость химических реакций

внутри РО, поскольку даже слабое электрическое поле значительно изменяет скорость химической реакции в нитевидных кристаллах азида серебра.

Согласно теории Друде-Лоренца смещение электрических зарядов во внешнем электрическом поле описывается уравнением [1]:

$$m \frac{\partial^2 x}{\partial \tau^2} + f \frac{\partial x}{\partial \tau} + \chi x = q \mathcal{E}, \quad (1)$$

где: m – масса носителей заряда; f – коэффициент силы трения; χ – коэффициент упругой силы; x – координата смещения заряда; q – электрический заряд частицы; E – напряженность внешнего электрического поля.

При отключении электрического поля ($E=0$) уравнение (1) принимает вид:

$$m \frac{\partial^2 x}{\partial \tau^2} + f \frac{\partial x}{\partial \tau} + \chi x = 0. \quad (2)$$

При определенных условиях это уравнение носит колебательный затухающий характер.

Для решения уравнения произведем масштабирование: $x = x_1 x_0$, $\tau = \tau_1 \tau_0$, где: x_1 – расстояние максимального смещения положительного иона в облаке Коттрелла при действии внешнего электрического постоянного поля ($E=300$ кВ/м); τ_1 – время периода колебаний пост-процессов ($\tau_1=360$ с).

Тогда можно записать уравнение (2) в виде:

$$\frac{\partial^2 x}{\partial \tau^2} + a \frac{\partial x}{\partial \tau} + bx = 0, \quad (3)$$

$$a = \frac{\tau_1 f}{m} \quad b = \frac{\chi \tau_1^2}{m}$$

где: m и m – безразмерные величины.

Для получения решения уравнения (3) в виде колебательного и затухающего необходимым условием является:

$$\frac{a^2}{4} < b. \quad (4)$$

Соотношение (4.4) следует из решения характеристического уравнения:

$$k_{1,2} = -\frac{a}{2} \pm \sqrt{\frac{a^2}{4} - b}, \quad (5)$$

поскольку волновое решение с затуханием получается лишь в случае комплексных корней: $k_{1,2} = \alpha \pm i\gamma$.

Общее решение уравнения (3) получим в виде:

$$x = e^{\alpha \tau} \cdot (c_1 \cdot \cos \gamma \tau + c_2 \cdot \sin \gamma \tau), \quad (6)$$

где c_1 и c_2 – произвольные действительные коэффициенты.

Будем считать, что за период (τ_1) процесс затухает в e раз. Кроме того $x(0)=1$. Физически это означает, что в момент выключения поля имеет место максимальное отклонение облака Коттрелла от положения равновесия и $\frac{\partial x}{\partial \tau} = 0$. Тогда $x(0) = 1 = c_1 \cos 0$; $c_1 = 1$, и

$$\frac{\partial x}{\partial \tau} = 0 = -c_2 \gamma \cdot \sin \gamma \tau, \quad c_2 = 0. \quad (7)$$

Таким образом, решение получаем в виде:

$$x = e^{\alpha \tau} \cdot \cos \gamma \tau. \quad (4.8)$$

Поскольку за $\tau=1$ (период) процесс затухает в e раз, то $\frac{a}{2} = 1$, $a = 2$.

Для коэффициента $\gamma = 2\pi$, при $\tau=1$.

$$\sqrt{b - \frac{a^2}{4}} = \sqrt{b - 1} = 2\pi$$

Тогда
То есть

$$b = 4\pi^2 + 1 \approx 4\pi^2 \quad (9)$$

$$f = \frac{2m}{\tau_1}; \chi = \frac{m(4\pi^2 + 1)}{\tau_1^2}$$

Отсюда

(10)

С другой стороны, при исследовании пост-процессов были сделаны сопоставления зависимостей β и μ [2]: максимум положительной подвижности соответствовал максимуму β и наоборот минимум β соответствовал максимуму отрицательной подвижности. На рисунке 1 построены три зависимости β , μ_a , x от времени хранения (деполяризации).

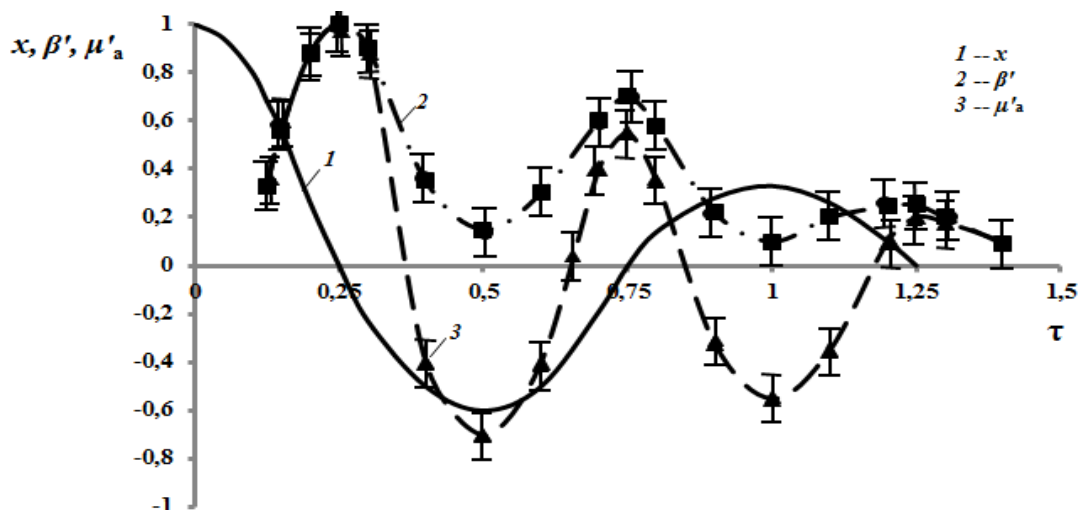


Рис. 1. Зависимость смещения иона x в облаке Коттрелла относительно линии дислокации; относительно удержанного объема $\beta' = \beta / \beta_{\max}$; амбиплярной дрейфовой подвижности $\mu'_a = \mu_a / \mu_{a,\max}$

Если локальная деполяризация носит колебательный затухающий характер, то должна быть поляризация с таким же периодом [1]. В этом случае должны быть получены колебания при исследовании процессов разложения в анионной подрешетке, а возможно колебания и подвижности.

Чтобы проверить эту гипотезу был проведен следующий эксперимент. Исследовали пост-процессы разложения нитевидных кристаллов AgN_3 , когда разлагающее электрическое поле ориентировали в поперечном направлении относительно кристалла в полуконтактном варианте, как это показано на рисунке 2. Через определенные промежутки времени в продольном направлении кристалла подавали электрический прямоугольный импульс, длительность и напряженность которого подбирались таким образом, чтобы носители заряда из области разложения имели смещение в пределах кристалла:

$$< \text{расстояние дрейфа} > \leq \mu_{\max} \cdot E_n \cdot \tau_n$$

где $\mu_{\max}$ – максимальное значение подвижности, по данным [3] оно составляет $\approx 0,01 \text{ м}^2 \text{В}^{-1} \text{с}^{-1}$; E_n и τ_n – напряженность электрического поля и длительность прямоугольного импульса соответственно. Следует подчеркнуть, что значение подвижности выбиралось для случая сильного захвата (перенос носителей заряда на большие расстояния со скоростью намного меньше тепловой, когда время захвата много меньше времени пролета, что соответствует условиям эксперимента).

На рисунке 3 представлена зависимость измеренной подвижности от времени

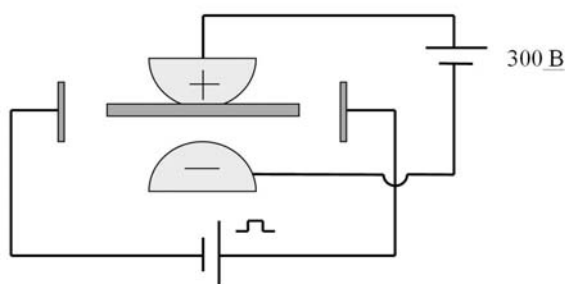


Рис. 2. Схема проведения эксперимента при измерении подвижности во время действия разлагающего электрического поля

действия электрического разлагающего поля. Период колебаний в продольном поле и в поперечном примерно совпадают и составляют 240 ± 30 с.

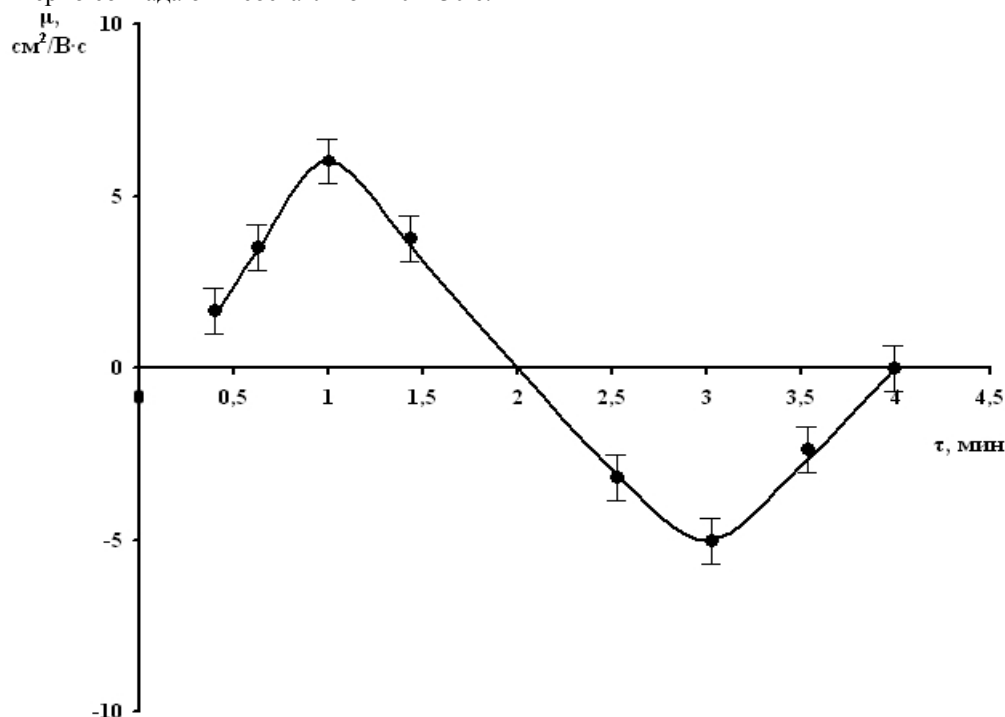


Рис. 3. Зависимость амбиполярной дрейфовой подвижности от времени в условиях действия разлагающего электрического поля

Полученные небольшие несоответствия периода колебаний в двух направлениях вполне разумны. Период колебаний в различных кристаллографических направлениях может отличаться хотя бы потому, что может отличаться в различных направлениях величина подвижности ионов, составляющих атмосферу Коттрелла (анизотропия). Экспериментально известно [4], что размер ямки травления в AgN_3 составляет $\approx 10 \times 15$ мкм, а это размер области, где электростатическая энергия, переходя в механическую энергию, создала условия выхода более подвижных ионов на поверхность. В качестве таких ионов рассматриваются в литературе ионы серебра [5]. Размеры ионов серебра меньше, чем размеры ионов N_3^- и объясняет то, что поверхность AgN_3 заряжена положительно, а приповерхностный слой – отрицательно (катионные вакансии) [6].

Рассмотрим вопрос: можно ли реально сопоставлять период колебаний в пост-процессах с периодом колебаний облака Коттрелла? При максимальном отклонении ионов (напряженность внешнего электрического поля = 0) ионы начинают дрейфовать в поле деполяризации 300 кВ/м. Положим, что максимальное смещение составит 10^{-7} м, тогда подвижность ионов должна иметь значение $\approx 10^{-14} \text{ м}^2 \text{ В}^{-1} \text{ с}^{-1}$ или $10^{-10} \text{ см}^2 \text{ В}^{-1} \text{ с}^{-1}$. Построим умозрительную модель. Пусть колебания в пост-процессах обусловлены деполяризацией (колебанием положительно заряженных ионов, образующих облако Коттрелла, относительно заряженной линии краевой дислокации). Зависимость $E_{\text{деп}}$ определяли, изменяя во времени β , то есть скорость реакции в РО. При максимальном значении β скорость реакции максимальна – это значит, что свободные дырки переходят в захваченное состояние, то есть положительные заряды дырок переходят в заряды, локализованные на анионных вакансиях. Поэтому при максимальном значении β из рассуждений следует, что свободных дырок становится меньше, а захваченных больше, чем в моменты, когда скорость реакции уменьшается. Можно предположить, что при $\beta = \beta_{\text{max}}$ $p < n$, поскольку p переходит в p_i и амбиполярная подвижность будет положительной, а смещение пакета носителей заряда происходит в сторону отрицательного электрода. При $\beta = \beta_{\text{min}}$ происходит смещение в сторону свободных дырок и $p > n$, а подвижность становится отрицательной. Таким образом, временное изменение поля деполяризации стимулирует колебательные химические процес-

сы в анионной подрешетке AgN_3 , а они определяют знакопеременные колебания амбиполярной дрейфовой подвижности носителей заряда, то есть дрейф системы свободных и захваченных на уровне прилипания электронов и дырок, что определяется как электронно-дырочная твердотельная плазма [7].

С точностью до массы частицы (иона) можно, основываясь на экспериментальные данные оценить значения f и χ .

1. Коэффициент силы трения. Положим, что атмосферу Коттрелла составляют ионы свинца ($m = 3,44 \cdot 10^{-25}$ кг). Поскольку $f \cdot \tau_1 / m = 2$ ($\tau_1 = 360$ с), получим $f = 1,9 \cdot 10^{-27}$ кг/с.
2. Коэффициент упругой силы. Как следует из (9) и (10):

$$\frac{\chi \tau_1^2}{m} 4\pi^2 + 1. \quad (11)$$

$$\text{Отсюда} \quad \chi = \tau_1^{-2} m (4\pi^2 + 1) \approx 1 \cdot 10^{-28} \text{ кг/с}^2. \quad (a)$$

Для классического осциллятора, пренебрегая силой трения, решают уравнения:

$$\frac{dx}{d\tau} + \chi x = 0, \quad (b)$$

что дает возможность определить частоту колебаний (ν) по соотношению:

$$\nu = \sqrt{\chi / m}, \quad (c)$$

откуда при $\nu = \tau_1^{-1}$ для коэффициента χ получим

$$\chi = \tau_1^{-2} m \approx 2,6 \cdot 10^{30} \text{ кг/с}^2. \quad (d)$$

То есть при учете силы трения требуется увеличение упругой силы. Различие (a) и (d) состоит в наличии $4\pi^2$, что дает учет силы трения.

Из экспериментальных результатов влияния бесконтактного электрического поля на скорость твердофазной реакции образования промежуточного продукта N_6 следует, что эффект связан с пространственным распределением носителей заряда: в полях более 10^2 В/м – это ориентация диполей, в слабых полях – это смещение электронной плотности в реагирующих частицах. Таким образом, если исключить дипольную ориентацию, то можно найти пространственную ориентацию вектора напряженности управляющего электрического поля по отношению к кристаллографическим направлениям такую, что одновременное смещение в управляющем электрическом поле электронной плотности не даст относительного изменения плотности заряда на реагирующих частицах. Отсюда следует, что не всегда управляющее поле может влиять на скорость твердофазной реакции и, следовательно, взрывной чувствительности.

Литература.

1. Борисова, М.Э. Физика диэлектриков / М.Э. Борисова, С.Н. Койков. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1979. – 240с.
2. Krashenin, V.I. On the electric field effect on the decomposition rate of filament silver azide crystals / V.I. Krashenin, L.V. Kuz'mina, V.Yu. Zakharov // Chem. Phys. Reports, 1997. – V. 16(4). – P. 659-663.
3. Крашенинин, В.И. Способ визуального определения дрейфовой подвижности в азиде тяжелых металлов / В.И. Крашенинин, Е.Г. Газенаур, А.Ю. Сталинин // Патент РФ. № 93043944/25, 27.05.97. Бюл. №15. С. 1-8.
4. Захаров, В.Ю. Медленное разложение азидов серебра и свинца / В.Ю. Захаров, В.И. Крашенинин. – Томск: изд-во НТЛ, 2006 – 168 с.
5. Захаров, Ю.А. Ионный и электронно-дырочный токоперенос в азиде серебра / Ю.А. Захаров, В.К. Гасьямаев, С.П. Баклыков, Ю.Р. Морейнс // Физическая химия, 1978. – Т.52. – В.8. – С.2076-2078.
6. Захаров, Ю.А. Исследование методом внешней фотохимии азид серебра / Ю.А. Захаров, Л.В. Колесников, А.Е. Черкашин, С.В. Кащеев // Известия вузов. Физика, 1975. – Т.44. – С.44-50.
7. Крашенинин, В.И. Электронно-дырочная плазма в азиде серебра / В.И. Крашенинин, Е.Г. Газенаур, Кузьмина Л.В., К.И. Вершинина, И.И. Бардина // Известия Вузов. Физика, 2011. – Т. 54. – № 1/3. – С. 4-9.

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОФАКТОРНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ БИРАЦИОНАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

И.Ф. Боровиков, к.т.н., доцент, П.С. Пятанин, студент, Л.А. Потапова, доцент*

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

105005. г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, тел. (499)-263-54-58

E-mail: bif1986@mail.ru

**Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского*

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (8-384-51) 5-39-23

E-mail: pla46@mail.ru

При решении многопараметрических задач появляется необходимость в конструировании гиперповерхностей, моделирующих те или иные технологические процессы, зависимости «состав-свойство» и т.д. И если принять во внимание, что в терминах многомерной геометрии, кривую можно трактовать как гиперповерхность двумерного пространства, двумерную поверхность – как гиперповерхность трехмерного пространства, то тогда задачи моделирования технических объектов и многофакторных процессов могут быть в общем виде представлены как задачи конструирования гиперповерхностей n -мерных пространств. Конструирование гиперповерхностей многомерных пространств удобно осуществлять на основе нелинейных преобразований. Такой подход позволяет заранее на стадии задания аппарата преобразования и прообраза гиперповерхности прогнозировать свойства гиперповерхности и, следовательно, в достаточно широких пределах управлять этими свойствами. Для получения гиперповерхностей предлагаем использовать нелинейные инволюции с пучками слабоинвариантных гиперквадрик. На возможность использования таких преобразований для случая $n = 2$ указывалось в работе [1]. Однако достаточно полного исследования в конструктивно-прикладном плане этот вопрос не получил. И лишь в работах [2,3] исследуются отдельные аспекты для трехмерного и двумерного пространств.

Пусть заданы две различные гиперквадрики Q_{n-1} и Q'_{n-1} с однородными уравнениями

$$\sum_{i,j=0}^n a_{ij}x_i x_j = 0, \quad \sum_{i,j=0}^n b_{ij}x_i x_j = 0,$$

где x_i, x_j - однородные координаты.

Тогда уравнение

$$\sum_{i,j=0}^n a_{ij}x_i x_j + \lambda \sum_{i,j=0}^n b_{ij}x_i x_j = 0$$

описывает однопараметрическое множество гиперквадрик, называемых пучком. Все квадрики пучка пересекаются по $(n-2)$ -поверхности Φ , которая является базисной. Так, например, для случая $n = 2$ такой $(n-2)$ -поверхностью является совокупность четырех точек, для $n = 3$ - пространственная кривая, для $n = 4$ - двумерная поверхность и т.д.

Некоторую точку S пространства примем за центр преобразования. Произвольная точка $A(x_0, x_1, \dots, x_n)$ выделяет из пучка единственную квадрику Q_{n-1}^A , которая прямой SA пересекается в двух точках - A и A' . Эти точки принимаем за соответственные в нелинейной инволюции I_k , которая индуцируется в пространстве P_n . Инвариантная гиперповерхность является геометрическим местом $(n-2)$ -поверхностей касания $(n-1)$ -конусов с вершинами в S с гиперквадриками пучка. В свою очередь, $(n-2)$ -поверхность касания определяется как результат пересечения гиперквадрики пучка с первой полярой точки S относительно этой гиперквадрики. Первые поляры точки S относительно гиперквадрик пучка образуют пучок гиперплоскостей, проективный пучку гиперквадрик. Инвариантная гиперповерхность, образованная этими пучками, будет гиперповерхностью третьего порядка, для которой точка S будет простой точкой. И действительно, любая прямая, инцидентная S , пересекает гиперквадрики пучка в парах точек одной инволюции. Две двойные точки этой инволюции принадлежат инвариантной гиперповерхности, следовательно, третья точка пересечения прямой с инвариантной гиперповерхностью должна совпадать с S . В связи с тем, что инвариантная гипер-

поверхность является гиперповерхностью третьего порядка, то рассматриваемое преобразование будет кубической инволюцией. Следовательно, произвольной гиперплоскости пространства P_n соответствует гиперповерхность третьего порядка. Центр преобразования S является двукратной F – точкой, а базисная $(n - 2)$ – поверхность – простой f – поверхностью. Конструируемая гиперповерхность инцидентна точке S и поверхности Φ . Причем точка S является для гиперповерхности бипланарной. В случае если гиперплоскость Γ' , являющаяся прообразом конструируемой гиперповерхности Γ , инцидентна F – элементам, то гиперповерхность будет приводимой, то есть иметь в своем составе образы, соответствующие F – элементам. Порядок собственно образа при этом понижается. Кроме того, поведением конструируемой гиперповерхности можно управлять, выбирая базисную $(n - 2)$ – поверхность действительной или мнимой.

Практический интерес представляет случай двумерного пространства, когда пучком гиперквадрик является пучок коник, а конструируемой гиперповерхностью – плоская кривая. При этом базисные точки F_1, F_2, F_3, F_4 пучка коник являются простыми фундаментальными точками, а центр преобразования S – двукратной. Принципиальными кривыми для точек F_1, F_2, F_3, F_4 являются прямые, соединяющие эти точки с центром преобразования, а для точки S – коника пучка, инцидентная S . Инвариантной кривой является кубика, имеющая в S простую точку. Образом произвольной прямой a' будет кривая третьего порядка, имеющая в точках F_1, F_2, F_3, F_4 простые, а в S – двойную точку. Если прообраз инцидентен одной или нескольким фундаментальным точкам, то из состава образа выпадают принципиальные кривые, соответствующие этим F – точкам. Конструирование кривых с помощью кубических инволюций с пучками слабоинвариантных коник является достаточно универсальным способом конструирования плоских кривых, что обусловлено разнообразием пучков коник. Здесь возможны следующие случаи: Общий случай пучка коник, гиперболический пучок окружностей, эллиптический пучок окружностей, параболический пучок окружностей, пучок concentрических окружностей, пучок равносторонних гипербол с общей касательной в вершине, пучок гипербол с общими асимптотами, пучок конгруэнтных парабол с параллельными осями и с общей простой точкой, пучок конгруэнтных парабол с общей осью. Выведенные операторы преобразования позволяют получать алгебраические уравнения конструируемых кривых.

Выбор того или иного вида пучка коник позволяет получить практически любую кривую, отвечающую наперед заданным требованиям.

Рассмотренный подход предполагает обобщение на случай нелинейных преобразований с пучками слабоинвариантных кривых m -го порядка. Очевидно, что центр преобразования S должен совпадать с $(m - 2)$ -кратной базисной точкой пучка кривых. Тогда $4(m - 1)$ базисных точек пучка, отличных от S , являются простыми F – точками, а прямые, соединяющие их центром преобразования, будут p – кривыми, соответствующими этим точкам. Доказано, что:

-инвариантная кривая преобразования, а, следовательно, и порядок k преобразования определяется соотношением $k = 2m - 1$;

-точка S является $2(m - 1)$ – кратной F – точкой;

-порядок преобразования понижается на q , если q пар базисных точек пучка слабоинвариантных кривых коллинейны с центром преобразования;

Если центр преобразования не совпадает ни с одной из базисных точек пучка, то получается $(m - 1) \div (m - 1)$ – значное соответствие с пучком слабоинвариантных кривых m -го порядка.

Обобщение рассмотренных преобразований на случай $n \geq 3$ возможно в следующих направлениях:

-задаются пучки слабоинвариантных гиперповерхностей;

-нелинейное преобразование задается как расслояемое преобразование.

Суть первого подхода раскрыта в начале статьи. На наш взгляд с точки зрения теории преобразований он является более изящным. Конструируемая гиперповерхность наиболее полно будет отвечать первоначальным условиям. Однако аналитическая реализация такого подхода существенно затруднена, и уже при задании пучков квадрик для трехмерного пространства это становится ощутимым.

Для задания расслояемого нелинейного преобразования $T_{k-k'}$ n -мерного проективного пространства P_n все пространство заполняется некоторыми алгебраическими многообразиями Π размерности $0 < s \leq n - 1$ и на каждом многообразии задается свое преобразование. В нашем случае

удобно задать нелинейные преобразования, расслаивающиеся в многообразии двумерных плоскостей на кубические инволюции с пучками слабоинвариантных кривых. Базисные точки пучков кривых в каждой из 2-плоскостей задаются $(n-2)$ -мерными поверхностями, которые плоскостями расслоения пересекаются в точках, или двумя $(n-1)$ -поверхностями, которые с двумерными плоскостями пересекаются по двум кривым пучка. Такой подход, безусловно, более прост в аналитической реализации. Однако существенным недостатком является возможность неоправданного завышения порядка конструируемой гиперповерхности и, как следствие, появление нежелательных особенностей поверхностей.

Рассмотренный метод конструирования гиперповерхностей достаточно прост. Он позволяет получить практически любую поверхность, отвечающую заданным свойствам. Наличие возможности создания на его основе удобных алгоритмов и программ позволяет использовать его в качестве базового способа получения технических гиперповерхностей.

Литература.

1. Боровиков И.Ф. Конструирование симметричных аэродинамических профилей на основе нелинейных преобразований с пучками слабоинвариантных коник: Сб. научных трудов «Вопросы преобразования и применения ЭВМ в начертательной геометрии» – Алма-Ата: КазПТИ, 1988. – с. 27-31.
2. Боровиков И.Ф., Щербинин С.В. Нелинейные преобразования плоскости с пучками слабоинвариантных окружностей Приложения начертательной геометрии в инженерных задачах – Алма-Ата: КазПТИ, 1991. – с. 31-35.
3. Sturm R. Die Lehre von den geometrischen Verwandtschaften. Band 4. Leipzig und Berlin: Druck und Verlag von B.G. Teubner, 1908. - 484 s.

НЕЛИНЕЙНЫЕ ИНВОЛЮЦИИ В ГЕОМЕТРИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ФОРМ

*И.Ф. Боровиков, к.т.н., доцент, П.С. Пятанин, студент, В.В. Владимирова, студент
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, тел. (499)-263-54-58
E-mail: bif1986@mail.ru*

При разработке систем автоматизированного конструирования сложных технических форм в основу геометрического моделирования можно положить бирациональные (кремоновы) преобразования [1, 2]. При таком подходе кривая или поверхность получается как изоморфный образ прямой или плоскости. Зная свойства преобразования и прообраз, можно уже на начальной стадии конструирования указать свойства получаемой формы. В работе [3] описаны нелинейные преобразования, которые в пучках прямых расслаиваются на параллельные переносы. В данном исследовании мы упростили аппарат нелинейных инволюций, взяв в качестве исходных преобразований центральные симметрии.

Зададим на плоскости пучок прямых с центром в начале координат и на каждой прямой – центр симметрии. Для задания центров симметрий можно взять прямую k , уравнение которой имеет вид:

$$Ax + By + 1 = 0.$$

Произвольной точке $A(x_A, y_A)$ в пучке (O) будет соответствовать единственная прямая s_i , которая пересекается с k в точке Q_i , являющейся для A центром симметрии. Координаты точки Q_i :

$$x_{Q_i} = -\frac{x_A}{Ax_A + By_A}, \quad y_{Q_i} = -\frac{y_A}{Ax_A + By_A}.$$

Координаты точки A' , симметричной точке A относительно центра Q_i , определяются выражениями:

$$x_{A'} = -\frac{Ax_A^2 + Bx_A y_A + 2x_A}{Ax_A + By_A}, \quad y_{A'} = -\frac{Ax_A y_A + By_A^2 + 2y_A}{Ax_A + By_A}.$$

Опуская индексы, получаем операторы преобразования:

$$x' = -\frac{Ax^2 + Bxy + 2x}{Ax + By}, \quad y' = -\frac{Axy + By^2 + 2y}{Ax + By}.$$

Из выражений для операторов преобразований следует, что на плоскости задано квадратичное преобразование, в котором образом любой прямой будет являться кривая второго порядка q . Можно

показать, что q проходит через центр преобразования O . Причем точка O для кривой будет простой.

Если в качестве носителя центров симметрий задать окружность m с центром $S(x_S, y_S)$, проходящую через начало координат и описываемую уравнением:

$$x^2 - 2xx_S + y^2 - 2yy_S = 0,$$

то на плоскости индуцируется кубическое преобразование. Его операторы имеют вид:

$$x' = \frac{4x^2x_S + 4xyy_S - x^3 - xy^2}{x^2 + y^2}, \quad y' = \frac{4xyx_S + 4y^2y_S - yx^2 - y^3}{x^2 + y^2}.$$

Анализ операторов преобразования показывает, что для того, чтобы конструируемая кривая не имела несобственных точек, необходимо, чтобы преобраз не проходил через начало координат.

Пусть носителем центров симметрий является парабола второго порядка, проходящая через начало координат и имеющая уравнение: $y = Ax^2 + Bx$. Операторы преобразования описываются выражениями:

$$x' = \frac{2(y-x) - Ax^2}{Ax}, \quad y' = \frac{2y(y-x) - Ax^3}{Ax^2}.$$

Таким образом, приходим к выводу, что для случая, когда бирациональное преобразование расслаивается в пучке прямых с собственным центром на центральные симметрии, порядок преобразования n с порядком k кривой, являющейся носителем центров симметрий, связаны соотношением $n = k + 1$.

Пусть носителями центров симметрий являются прямая и парабола, а центр пучка прямых удален в бесконечность (является несобственной точкой).

1. Носитель центров симметрий – прямая $Ax + By + 1 = 0$. Операторы преобразования имеют вид:

$$x' = x, \quad y' = -\frac{2Ax + By + 1}{B}.$$

2. Носитель центров симметрий – парабола $y = Ax^2 + Bx$. Операторы преобразования:

$$x' = x, \quad y' = 2Ax^2 + 2Bx - y.$$

Для случая пучка прямых с несобственным центром порядок нелинейной инволюции, расслаивающейся на центральные симметрии, $n = k$.

При задании бирациональных преобразований плоскость можно расслоить окружностями пучка. В работе [4] рассматривается случай, когда расслоение осуществляется окружностями эллиптического пучка, который задается двумя действительными базисными точками $F_1(0, a)$, $F_2(0, -a)$. При этом произвольная точка $A(x_A, y_A)$ из пучка выделяла единственную окружность q . За образ точки A принималась диаметрально противоположная точка $A'(x'_A, y'_A)$. На плоскости O , таким образом, задавалась квадратичная инволюция с пучком слабоинвариантных окружностей.

В данной работе рассмотрены случаи расслоения окружностями параболического и гиперболического пучков. В случае параболического пучка окружностей (все окружности пучка касаются друг друга в действительной точке), операторы преобразования имеют вид:

$$x' = \frac{y^2}{x}, \quad y' = -y.$$

Если точка касания находится в начале координат O , то образы любых прямых в преобразовании (гомолоиды) будут касаться в точке O оси Oy , обе принципиальные прямые совпадают с осью Ox .

Гиперболический пучок окружностей задавался нулевой окружностью $N(m, 0)$ и радикальной осью Oy . Такой пучок имеет две мнимые базисные точки $U(0, mi)$, $V(0, -mi)$. Операторы преобразования для рассматриваемого случая выглядят следующим образом:

$$x' = \frac{y^2 + m^2}{x},$$

$$y' = -y.$$

В обоих случаях на плоскости задавались квадратичные преобразования. В процессе исследований был сделан вывод о целесообразности выбора в качестве кривых-преобразов окружностей. Проходя через циклические точки плоскости, окружности в качестве образов в рассматриваемых преобразованиях имеют рациональные циркулярные кривые. Так, например, образ окружности с уравнением $(x' - x_0)^2 + (y' - y_0)^2 = R^2$ будет рациональная циркулярная кривая четвертого порядка:

$$y^4 + y^2 x^2 - 2x_0 x y^2 + 2y_0 y x^2 + 2m^2 y^2 + (y_0^2 - R^2 + x_0^2) x^2 + 2m^2 x_0 x - m^4 = 0.$$

Использовать предлагаемый способ в практике реального конструирования сложных технических форм без применения вычислительной техники достаточно трудно, так как при выборе кривой, отвечающей наперед заданным требованиям, приходится рассматривать большое количество вариантов. Поэтому в настоящее время на основе предлагаемого способа разрабатывается программа, которая позволит:

- выбирать аппарат преобразования исходя из исходных условий;
- выбирать преобраз;
- получать изображение конструируемой кривой и ее уравнение.

Предлагаемый способ используется в учебном процессе кафедры инженерной графики МГТУ при изучении учебной дисциплин «Начертательная геометрия», «Инженерная графика». Кроме того, на основе полученных результатов могут моделироваться реальные технические формы (технические кривые и поверхности).

Литература.

1. Иванов Г.С. Начертательная геометрия. - М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2012. -340 с.
2. Иванов Г.С. Конструирование технических поверхностей (математическое моделирование на основе нелинейных преобразований). - М.: Машиностроение, 1987. - 192 с.
3. Ощепков С.С., Головин В.В. Нелинейные инволюции плоскости как базовый метод формообразования изделий машиностроительного производства// Современные техника и технологии: Материалы XV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. - Томск 2009. – Т.1. – С. 326-326.
4. Игнатьев В.П. Нецентральные нелинейные преобразования плоскости, индуцируемые пучками окружностей, и их использование в получении технических кривых// Наука и технология: шаг в будущее: Материалы IV Международной научно-практической конференции, – Прага: Publishing House “Education and Science”. - С.23-24.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ГЕОЛОГИИ

В.В. Ворошилов, С.С. Гановичев, В.В. Литвиненко, студенты гр. 10730

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. 8(384-51) 6-44-32

E-mail: mr.viktor10@list.ru

С давних пор в каменоломнях и шахтах, а иногда просто на земной поверхности люди находили странные образования, напоминавшие то листья растений, то кости животных, то раковины моллюсков. Эти таинственные формы были похожи на настоящие листья и кости. Сравнивая окаменелости с современными животными и растениями, ученые делали первые попытки установить условия, в которых жили погибшие организмы. Так зародилась геология.

Геология – одна из важнейших наук о Земле, которая занимается изучением состава, строения, истории развития Земли и процессов, протекающих в ее недрах и на поверхности.

В наше время напор данных по геологии столь велик, а сами данные так разнообразны, что для обработки их с необходимой детальностью и точностью в отведенные сроки без участия вычислительной техники и математических методов невозможно [1].

Используя математические методы решения геологических задач, можно получить алгоритм действий, управляемый набором правил, применение которых для заинтересованных исследователей сведет к минимуму погрешности интерпретации, понизит неясность и неопределенность в выводах при анализе и обработке данных.

Академик В.И. Смирнов рассматривал роль математики в геологии, отмечая, что математика вошла в геологию и в начале вероятностной ветвью и дала много полезного для объективной оценки

геологических выводов, основанных на выборке, почти одновременно геологи начали использовать теорию корреляции для суждения об одних геологических величинах по другим, связанным с первыми генетически, парагенетически или пространственно, по мере развития математических методов в наш обиход была вовлечена дискретная математика по модели распознавания образов в связи с оценкой перспектив выявления геологических объектов, компьютерная математика захватила широкие сферы геологии, обусловила разработку математических моделей природных процессов [2].

В применении математических методов в геологии можно выделить четыре периода. Первый охватывает отрезок времени с начала XIX в. до 30-х годов XX в. и характеризуется единичными работами отдельных исследователей. Второй период протекал приблизительно в 1930-1965 гг. В это время началось широкое применение статистических и других математических методов в различных областях геологии. Качественный скачок произошел после 1965 г. в связи с появлением ЭВМ. Большие возможности ЭВМ в обработке геологической информации способствовали резкому расширению круга математических методов и решаемых с их помощью задач. С 1990 г. можно говорить о наступлении четвертого периода, вызванного широким распространением персональных компьютеров, которые стали доступны каждому геологу, позволяя ему оперативно обрабатывать геологическую информацию.

В настоящее время математические методы используют в геологии по следующим основным направлениям:

- накопление, хранение и систематизация (сортировка, получение выборок и пр.) геологической информации с целью более полного и быстрого ее использования;
- обработка геологической информации преимущественно на базе методов теории вероятностей и математической статистики для описания, сравнения, классификации геологических объектов и прогнозирования их свойств;
- математическое моделирование геологических объектов и явлений для решения научных и прикладных задач;
- автоматизация технологических операций, распространенных в геологии и горном деле, таких как построение геологических карт и разрезов, подсчет запасов и ресурсов, проектирование разведочных и эксплуатационных работ и др.

В качестве объекта исследования мы рассмотрели горнодобывающее предприятие ОАО «Казцинк» Зырянского-района Восточно-Казахстанской области. Малеевский рудник является крупнейшим подземным рудником «Казцинка», был сдан в эксплуатацию в июне 2000 года с начальной производительностью 1,5 млн.т руды в год. К концу 2001 года рудник был расширен благодаря современным технологиям до производительности 2,25 млн. т в год. На руднике добываются такие полезные ископаемые как свинец, цинк, медь, серебро, золото. Рудник работает с применением самоходного горнодобывающего оборудования, используя поэтапно-камерную систему с закладкой [3].

Для анализа моделирования и визуализации данных при проектировании эксплуатационных работ используют горные выработки представленные на рис. 1.



Рис. 1

Пример. Известна плотность руды и содержание в ней полезного компонента. Необходимо построить математическую модель зависимости этих величин, что актуально для руд многих черных и цветных металлов.

Для упрощения модели с целью выделения ее главных особенностей примем, что руда состоит из двух минералов (рудного и нерудного), их массы m_1 и m_2 , объемы V_1 и V_2 , плотности ρ_1 и ρ_2 , содержания в них компонента C_1 и C_2 , причем положим $\rho_1 > \rho_2$ и $C_1 > C_2$. В качестве аргумента x будет служить содержание компонента в руде:

$$x = \frac{m_1 C_1 + m_2 C_2}{m_1 + m_2}. \quad (1)$$

В качестве функции y будет плотность руды:

$$y = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}. \quad (2)$$

Требуется найти математическое выражение зависимости плотности y от содержания x . Очевидно, что $V_1 = m_1 / \rho_1$ и $V_2 = m_2 / \rho_2$.

$$\text{Подставляя их в формулу получим } y = \frac{(m_1 + m_2) \rho_1 \rho_2}{m_1 \rho_2 + m_2 \rho_1}. \quad (3)$$

Из формулы (2) найдем величину m_1 : $m_1 = m_2 \frac{x - C_2}{C_1 - x}$. Подставим ее в выражение (3). После преобразований получим $y = \frac{\rho_1 \rho_2 (C_1 - C_2)}{C_1 \rho_1 - C_2 \rho_2} \cdot \left(1 - x \frac{\rho_1 - \rho_2}{C_1 \rho_1 - C_2 \rho_2} \right)$.

Обозначим

$$\frac{\rho_1 \rho_2 (C_1 - C_2)}{C_1 \rho_1 - C_2 \rho_2} = a, \quad \frac{\rho_1 - \rho_2}{C_1 \rho_1 - C_2 \rho_2} = b.$$

В результате имеем гиперболическую зависимость плотности руды y от содержания в ней компонента x $y = a / (1 - bx)$, где a и b – постоянные коэффициенты. Формула (4) представляет собою математическую модель зависимости.

Изучение вопроса о роли математики в профессиональной деятельности инженера выпускника технического вуза мы продолжили и в этом году. Среди опрошенных были студенты 1 курса и инженеры технических работ предприятия ОАО Казцинк «Малеевский рудник». Исходя из полученных результатов мы задали вопрос инженерам «Малеевского рудника»: «При решении каких практических задач в вашей профессиональной деятельности вам потребовалась знание математики?»

Среди ответов на вопрос были такие:

- во всех формулах разных расчетов присутствует математика (чаще всего школьная!);
- при расчете надежности крепиустановки.
- при корректировке настроек тахеометра.

Часто используются синусы и косинусы. Так, после точного измерения углов с помощью теодолита, углы синусов и косинусов можно превратить в длины и координаты точек на земной поверхности [3].

Из опроса инженеров можно сделать вывод, что математика им нужна практически всегда при решении абсолютно всех задач, связанных с моделированием, проектированием и т.д. Необходимость владения математическими компетенциями подтверждают герои романа Жюль Верна «Необитаемый остров». Герои романа, попав в условия, где властвовала природа, выжили благодаря инженеру Сайресу Смит. Генерируя и воплощая идеи по усовершенствованию окружающего пространства, он организовал жизнь поселенцев, так что среди дикого леса образовалась колония людей, способная полноценно существовать на полном самообеспечении. Понадобилась ли ему для этого математика? Да, он пользовался имеющимися, доказанными и выверенными законами, которые понимал, разбирался в них, с помощью которых проектировал и конструировал реальные механизмы. Подводя итоги можно сделать вывод, что и на современном этапе развития горного дела без математических методов не функционирует ни одно горнодобывающее предприятие.

Литература.

1. Порохов, Г.С. Математические методы моделирования в геологии: Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). СПб, 2009.
2. Ломоносов, М.В. и отечественная минералогия, геология и горное дело [Электронный ресурс] // <http://www.gas.ru/lomonosov/694504c3-4942-448a-96d2-2b64a9f10331.aspx>
3. Брокгауз, Ф.А. Энциклопедический словарь // Брокгауз Ф.А., Ефрон И.А. [Электронный ресурс] // http://www.weborbital.com/lib/enciklopedii_spravochniki/enciklopedicheskiy_slovar

МАТЕМАТИКА В СОЗДАНИИ ЗЕНИТНО-РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСА С-300

С.С. Гановичев, студент гр. 10730, Е.В. Бурнашов, студент*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. 8(384-51) 6-44-32

**Синьцзянский финансово-экономический университет*

15 Beijinglu, Urumqi, China

История военных лет показала, что математика сыграла большую роль в осуществлении оборонной мощи нашей страны во время Великой Отечественной войны и играет огромную роль в повышении обороноспособности нашей страны сегодня.

На современном этапе оружие стало очень сложным, мощным и результативным. Поэтому неизмеримо возросла мера ответственности за его применение. Например, точность попадания ракеты в цель во многом зависит от качества выполнения необходимых математических расчетов при создании ракетно-зенитного комплекса.

Создателем знаменитого ЗРК С-300 являлся выдающийся ученый Борис Бункин (1922–2007 г. г.) – один из основателей российской и советской системы ПВО. Впервые имя Бориса Бункина зазвучало, когда на свет появился зенитно-ракетный комплекс С-300 – самый совершенный в мире. За эту разработку он получил вторую золотую звезду, а первую он получил в 58 году за создание ЗРК-75. Комплекс С-300 был принят на вооружение в 1978 г. и только в 2011 г. было принято решение снять модификации комплекса С-300 с боевого дежурства, но до сегодняшнего дня этот комплекс несет боевое дежурство как на территории РФ, так и в других странах таких, как Казахстан, Белоруссия, Китай и др. Его место постепенно заменяет такой модернизированный комплекс, как С-400 поступивший на вооружение в 2013 г. В дальнейшем планируется заменить на С-500.

Зенитно-ракетный комплекс С-300 бьет в точку благодаря математической формуле с названием «корреляционный интеграл», воплощенной в допотопной логике процессора с тактовой частотой 6-12 мегагерц.

Сигнал, приходящий к антенне РЛС при изменении условных координат дополнительно к четырем временным параметрам (амплитуде, частоте начальной фазе, и началу отсчета времени) описывается еще четырьмя основными параметрами: двумя угловыми координатами, определяющими направление ее перехода, и двумя параметрами, характеризующими поляризационную структуру волны.

Если предположить что приемная антенна настроена на поляризационную структуру волны, то можно рассматривать лишь условные координаты. Таким образом, волна представляет собой пространственно-временную функцию, которая описывается временной и пространственной характеристиками.

Временной или сигнальной характеристикой является комплексная образующая радиосигнала $S(t)$ и её комплексный спектр $S(f)$ связанный преобразованием Фурье:

$$\tilde{G}(v_x u_x) = \int_{-\infty}^{\infty} \int G(u_x v_x) e^{-i2\pi(u_x v_x + u_y v_y)} du dy, \text{ причем интегрирование ведется в пределах рас-}$$

крытия антенны (см. рис. 1), пределы $-\infty$ и ∞ условны.

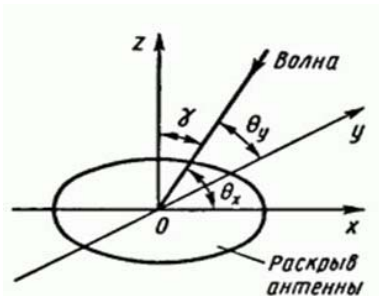


Рис. 1

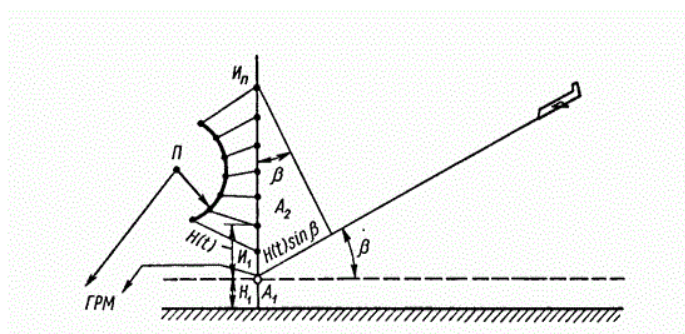


Рис. 2

Тактовая частота колебаний вражеской ракеты, то есть сигнал, получаемый на РЛС обрабатывается математическими формулами, с помощью которых рассчитывается определенная погрешность и траектория вероятности этой ракеты что в дальнейшем дает 86% точности расчетов и ведет к неминуемому уничтожению вражеской ракеты, так как С-300 стреляет очередями. Чудо не в железе, а в математике. С-300 не промахивается – это правда. Но на данный момент в РФ перевооружает свои ЗРК на комплекс С-400, которые на порядок превосходят С-300.

Современная военно-техническая политика призвана обеспечить предпочтительное развитие тех направлений научно-технического прогресса в области вооружений, которые способны наиболее полно и всесторонне удовлетворить запросы войск. При этом чрезвычайно важно глубоко проникать в закономерности развития военного дела, изучать основные тенденции использования достижений научно-технического прогресса за рубежом, учитывать характер развития средств нападения и защиты от них. Первостепенное значение стало иметь научное прогнозирование, комплексное долгосрочное планирование, определение оптимального соотношения видов Вооруженных Сил и родов войск и их боевой техники. И здесь для решения этих задач большие возможности открывает широкое использование математического моделирования как раздела математики.

Литература.

1. Мусский С.А. 100 великих чудес техники. Москва. – 2001. – 210 с.
2. Действия ЗРВ ВВС в новом боевом составе вооруженных сил России / Армейский сборник, ноябрь, 2010. – С.4.
3. http://towertech.us/static/zenitno-raketnyi_kompleks_s-300.html
4. Радиотехнические и телекоммуникационные системы. – 2011, №3 С. 39.
5. http://rts-md.com/docs/archives/RTS_3/3_2%20Kurochkin.pdf.
6. Кудрявцев А.В. Зенитно-ракетное вооружение на военно-морском салоне 2005 г.// Морская радиоэлектроника, 3-2005. С.16.

РАСЧЁТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ SCADA-СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОХОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «КОВЧЕГ»

И.С. Иванова, студент гр. 10730, научный руководитель: Юрьева Л.К.

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. 8(384-51) 6-44-32

E-mail: gileno@mail.ru

Выпуск горношахтного оборудования на сегодняшний день является одним из стратегических направлений в области машиностроения. По горношахтному оборудованию особый интерес представляет новый проходческий комплекс «Ковчег», разработка которого ведется конструкторами Юргинского машиностроительного завода. У проходческого комплекса «Ковчег» нет мировых аналогов. Уникальность комбайна состоит в том, что он совмещает разрушение забоя (проходку) с операциями по его закреплению. Ввод комплекса позволяет сократить время работы примерно в 1,5 раза, повысить производительность труда в 2,5 раза. В целях безопасности в работе проходческого комплекса «Ковчег» заложено дистанционное управление с помощью SCADA - системы.

Главная задача SCADA-систем – это сбор информации о множестве удаленных объектов, поступающей с пунктов контроля, и отображение этой информации в едином диспетчерском центре. Также, SCADA-система должна обеспечивать долгосрочное архивирование полученных данных. Диспетчер зачастую обладает возможностью не только пассивно наблюдать за объектом, но и им управлять им, реагируя на различные ситуации.

Источником данных в системе мониторинга и управления режимами работы оборудования проходческого комплекса «Ковчег» являются показания датчиков тока, давления и уровня воды в системе орошения и пылеподавления комбайна, давления и уровня масла в маслonaсосной станции, уровня метана и температуры окружающей среды. Все показания датчиков через микроконтроллерные системы поступают на вход модуля ввода аналоговых сигналов, преобразуются в цифровой вид, передаются через автоматический преобразователь интерфейсов по сети RS-485 на ПК.

Для реализации мониторинга состояния параметров технологического процесса в SCADA-системе TraceMode были использованы приборы (модуль ввода аналоговый, автоматический преобразователь интерфейсов USB/RS-485) компании ОБЕН, производящей оборудование для автоматизации, программные продукты компании ОБЕН (конфигуратор MBA8 и OPC сервер).

В условиях перехода к рыночной экономике резко возрастают роль и значение себестоимости продукции для предприятия. Рассчитаем экономическую эффективность применения SCADA-системы мониторинга состояния параметров технологических процессов проходческого комплекса «Ковчег».

Полная себестоимость работ по проектированию системы мониторинга C , руб., определяется по формуле

$$C = C_m + C_z + C_c + C_a + C_p + C_{эл} + C_n,$$

где C_m – материальные затраты, руб.;

C_z – фонд заработной платы работников, руб.;

C_c – отчисления на социальные нужды, руб.;

C_a – амортизационные отчисления, руб.;

C_p – затраты на текущий ремонт оборудования, руб.;

$C_{эл}$ – затраты на электроэнергию, руб.;

C_n – накладные расходы, руб.

Материальные затраты C_m , руб., при проектировании экрана мониторинга, складываются из суммы затрат на приборы и вспомогательные материалы, используемые при проектировании.

Материальные затраты C_m , руб., определяются по формуле

$$C_m = C_{мпр} + C_{мвсп},$$

где $C_{мпр}$ – сумма денежных затрат на приборы для организации системы мониторинга состояния параметров технологического процесса, руб.

$C_{мвсп}$ – сумма денежных затрат на вспомогательные материалы, используемые при проектировании, руб.

Сумма денежных затрат на приборы, используемые при проектировании определяется по формуле

$$C_{мпр} = C_{дд} + C_{рас} + C_{принт} + C_{мва},$$

где $C_{дд}$ – затраты на 4 датчика давления, руб.; $C_{дд} = 120,00$ руб.;

$C_{рас}$ – затраты на 3 расходомера, руб.; $C_{рас} = 651$ руб.;

$C_{принт}$ – затраты на автоматический преобразователь интерфейсов, руб.; $C_{принт} = 1829,00$ руб.;

$C_{мва}$ – затраты на модуль ввода аналоговых сигналов, руб.; $C_{мва} = 4189,00$ руб.

$$C_{мпр} = 120 + 651 + 1829 + 4189 = 6789 \text{ руб.}$$

Сумма денежных затрат на вспомогательные материалы, используемые при проектировании определяется по формуле

$$C_{мвсп} = C_{диск} + C_{флеш},$$

где $C_{диск}$ – затраты на диск, руб.; $C_{диск} = 25,00$ руб.;

$C_{флеш}$ – затраты на флеш-карту, руб.; $C_{флеш} = 500,00$ руб.

$$C_{мвсп} = 15 + 500 = 525 \text{ руб.}$$

Расчет материальных затрат C_m , руб., определяется по формуле

$$C_m = 6789 + 525 = 7314 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата рабочих, занятых в операциях по проектированию $C_{осн}$, руб., определяется по формуле

$$C_{осн} = T_i \cdot t_i$$

где T_i – часовая тарифная ставка по i -му виду работ, руб.;

t_i – трудоемкость i -го вида работ, ч.

Устанавливается 12 разряд работ для автоматизированного способа.

Часовая тарифная ставка и трудоемкость работ при проектировании и результаты расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры расчетов трудоемкости и основной заработной платы

Номер и наименование операции	Разряд работы	Часовая тарифная ставка, руб.	Трудоемкость работы, ч.	Сумма заработной платы, руб.
1. Знакомство с интерфейсом SCADA-системы	12	51,61	10	516,10
2. Установка драйверов MBA8 и настройка OPC-сервера	12	51,61	6	309,66
3. Проектирование графических экранов	12	51,61	15	774,15
4. Организация интерфейса связи датчиков со SCADA-системой	12	51,61	6	309,66
5. Настройка и привязка значений с датчиков к аргументам	12	51,61	5	258,05
6. Документирование результатов мониторинга	12	51,61	3	154,83
7. Отладка аппаратно-программного комплекса	12	51,61	6	309,66
ИТОГО			51	2632,11

Фонд заработной платы работников C_3 , руб., определяется по формуле

$$C_3 = C_{\text{осн}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{доп}} \cdot K_{\text{рк}},$$

где $C_{\text{осн}}$ – основная заработная плата рабочих, руб.;

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий размер премии. $K_{\text{пр}}$ принимаем 1,5;

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий размер дополнительной заработной платы. $K_{\text{доп}}$ принимаем 1,5;

$K_{\text{рк}}$ – районный коэффициент, учитывающий климатические условия труда. Районный коэффициент, утвержденный по Кемеровской области $K_{\text{рк}} = 1,3$.

$$C_3 = 2632,11 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,3 = 7698,92 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды делятся на отчисления в Фонд социального страхования и на отчисления в Пенсионный фонд.

Отчисления на социальные нужды C_c , руб., определяются по формуле

$$C_c = C_3 \cdot \frac{P_c + P_{\text{пен}} + P_{\text{мед}}}{100},$$

где C_3 – фонд заработной платы работников, руб.;

P_c – процент отчислений в Фонд социального страхования, $P_c = 2,9\%$;

$P_{\text{пен}}$ – процент отчислений в Пенсионный фонд, $P_{\text{пен}} = 22\%$;

$P_{\text{мед}}$ – процент отчислений в Фонд обязательного медицинского страхования, $P_{\text{мед}} = 5,3\%$.

$$C_c = 7698,92 \cdot \frac{2,9 + 22 + 5,3}{100} = 2325,07$$

Затраты на потребляемую электроэнергию $C_{\text{эл}}$, руб., определяется по формуле

$$C_{\text{эл}} = t_i \cdot P \cdot \Pi_{\text{эл}},$$

где P – потребляемая мощность устройства, $P = 0,4$ кВт;

$\Pi_{\text{эл}}$ – цена за 1 кВт/час электроэнергии, $\Pi_{\text{эл}} = 2,98$ руб.

$$C_{\text{эл}} = 51 \cdot 0,4 \cdot 2,98 = 60,8 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления на полное восстановление оборудования в расчете на единицу изделия C_a , руб., определяются по формуле

$$C_a = \frac{t_i \cdot \Pi_0 \cdot K_{\text{дм}} \cdot N_a}{\Phi_3 \cdot K_3 \cdot 100},$$

где Φ_3 – эффективный фонд времени работы единицы оборудования, ч.;

$K_{\text{дм}}$ – коэффициент, учитывающий расходы на доставку и монтаж оборудования. $K_{\text{дм}}$ принимаем 1,2;

N_a – норма годовых амортизационных отчислений по данному виду оборудования; $N_a = 15\%$;

Π_0 – цена единицы оборудования (компьютер). Принимаем $\Pi_0 = 25000$ руб.,

K_3 – коэффициент загрузки оборудования. K_3 принимаем 0.8.

Эффективный фонд времени работы оборудования Φ_3 , ч., определяется по формуле

$$\Phi_3 = (D_k - D_{\text{п}} - D_{\text{в}}) \cdot \Phi_c \cdot c \cdot K_{\text{пи}},$$

где D_k – число календарных дней в году, $D_k = 365$ дней;

$D_{\text{п}}$ – число праздничных дней в году, $D_{\text{п}} = 12$ дней;

$D_{\text{в}}$ – число выходных дней в году, $D_{\text{в}} = 104$ дней;

Φ_c – продолжительность рабочей смены при пятидневной рабочей неделе, ч., $\Phi_c = 8$ ч.;

c – число смен в рабочем дне, $c = 1$;

$K_{\text{пи}}$ – коэффициент полезного использования оборудования.

Коэффициент полезного использования оборудования $K_{\text{пи}}$ определяется по формуле

$$K_{\text{пи}} = 1 - \frac{a_p}{100},$$

где a_p – процент планируемых потерь времени на ремонт оборудования, принимаем 8%.

$$K_{\text{пи}} = 1 - \frac{8}{100} = 0,92,$$

Эффективный фонд времени работы оборудования Φ_3 , ч., определяется по формуле

$$\Phi_3 = (365 - 12 - 104) \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,92 = 1832,64 \text{ ч.},$$

Амортизационные отчисления на полное восстановление оборудования в расчете на единицу изделия C_a , руб., определяются по формуле

$$C_a = \frac{51 \cdot 25000 \cdot 1,2 \cdot 15}{1832,64 \cdot 0,8 \cdot 100} = 156,54 \text{ руб.}$$

Затраты на ремонт оборудования C_p , руб., определяются по формуле

$$C_p = \frac{t_i \cdot \Pi_0 \cdot K_{\text{дм}} \cdot K_3 \cdot K_{\text{пи}}}{\Phi_3}, \quad C_p = \frac{51 \cdot 1,2 \cdot 0,8 \cdot 0,92}{1832,64} = 614,46 \text{ руб.}$$

Накладные расходы C_n , руб., определяются по формуле $C_n = \frac{C_3 \cdot n}{100}$,

где n – процент накладных расходов, принимаем 125%.

$$C_n = \frac{7698,92 \cdot 125}{100} = 9623,65 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов статей полной себестоимости проектирования представлены в таблице 2.

Таблица 2

Калькуляция полной себестоимости работ по проектированию SCADA – системы

Наименование статей затрат	Сумма, руб.	Доля, %
Материальные затраты C_m	7314,00	26,32
Фонд заработной платы работников C_3	7698,92	27,70
Отчисления на социальные нужды C_c	2325,07	8,36
Затраты на потребляемую электроэнергию $C_{эл}$	60,8	0,22
Амортизационные отчисления на полное восстановление в расчете на единицу изделия C_a	156,54	0,56
Затраты на текущий ремонт оборудования C_p	614,46	2,21
Накладные расходы C_n	9623,65	34,63
Полная себестоимость C	27793,44	100

Структура трудоемкости по проектированию SCADA – системы представлена в таблице 3.

Таблица 3

Структура трудоемкости по проектированию SCADA – системы

Номер и наименование операции	Трудоёмкость работы, ч.	Доля, %
1. Знакомство с интерфейсом SCADA-системы	10	19,62
2. Инсталляция драйверов MBA8 и настройка OPC-сервера	6	11,76
3. Проектирование графических экранов	15	29,42
4. Организация интерфейса связи датчиков со SCADA-системой	6	11,76
5. Настройка и привязка значений с датчиков к аргументам	5	9,80
6. Документирование результатов мониторинга	3	5,88
7. Отладка аппаратно-программного комплекса	6	11,76
ИТОГО	51	100

Из выше написанного можно определить, что самой трудоемкой операцией является проектирование графических экранов в SCADA-системе TraceMode.

Цена как экономическая категория представляет собой денежное выражение стоимости товара. Она позволяет количественно измерить затраченное время. Рыночная цена определяет, с одной стороны, уровень спроса на продукцию, а, с другой стороны, должна обеспечить предприятию достаточный доход для осуществления хозяйственной деятельности.

На продукцию, прежде всего, определяют оптовую цену. Оптовая цена предприятия – цена, которая предусматривает возмещение затрат предприятия и получение дохода, определяется под влиянием спроса и предложения, конкуренции на рынке и ценовой политики предприятия. Оптовая цена на SCADA-систему мониторинга состояния параметров технологических процессов $\Pi_{\text{опт}}$, руб., определяется по формуле

$$\Pi_{\text{опт}} = C_a \cdot P \cdot K_{\text{ндс}},$$

где C_a – полная себестоимость работ по проектированию SCADA-системы, руб.;

P – коэффициент, учитывающий уровень общей рентабельности изделия, принимаем 1,1;

$K_{\text{ндс}}$ – коэффициент, учитывающий налог на добавленную стоимость, $K_{\text{ндс}}=1,1$.

$$\Pi_{\text{опт}}=27793,44 \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 33630,06 \text{ руб.}$$

Главная цель финансово-хозяйственной деятельности коммерческого предприятия – получение максимальной прибыли.

Расчет прибыли от реализации единицы продукции $\Pi_{\text{ед}}$, руб., производится по формуле

$$\Pi_{\text{ед}} = \Pi_{\text{опт}} - C,$$

$$\Pi_{\text{ед}}=33630,06 - 27793,44 = 5836,62 \text{ руб.}$$

Число SCADA - систем выбрано с учетом разновидности видов комбайна.

Расчет прибыли на годовую программу $\Pi_{\text{год}}$, руб., определяется по формуле

$$\Pi_{\text{год}} = \Pi_{\text{ед}} \cdot N,$$

где N – годовая программа проектирования SCADA - систем, шт. Принимаем $N = 10$ шт., в связи с изменяющимися комплектующих проходческих комбайнов;

$$\Pi_{\text{год}} = 5836,62 \cdot 10=58366,2 \text{ руб.}$$

Заключение

В ходе проделанной работы по расчету экономической эффективности применения САПР были определены: себестоимость работ по проектированию $C = 27793,44$ руб., оптовая цена на SCADA-систему мониторинга состояния параметров технологических процессов $\Pi_{\text{опт}} = 33630,06$ руб., прибыль от реализации единицы продукции $\Pi_{\text{ед}} = 5836,62$ руб.

Литература.

1. Ключев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Ключев А. А. Под ред. Ключева. А. С. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие– 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоавтоматиздат, 1990. – 464 с., ил.;
2. Зайцев Н.Л. Экономика, организация и управление предприятием. Учебное пособие. - М; ИНФРА-М, 2004.

3. Сергеев И.В. Экономика предприятия. Учебное пособие. - М.; Финансы и статистика, 1997.
4. Экономика предприятия. Учебник / под ред. проф. Сафронова Н.А.. М.; Юрист, 2002
5. Экономика предприятия. Учебник / под ред. Волкова О.И.. М.; Финансы и статистика, 1997.
6. www.ru.wikipedia.org;
7. www.asutp.ru;
8. <http://tracemode.com.ua>;
9. Руководство пользователя TRACE MODE. AdAstra Research Group, Ltd., 2000;
10. <http://proscada.ru>.

РОЛЬ И ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ

В.К. Колпаков, студент гр. 10Б30

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26
Тел./факс: 8 (384-51) 6-26-83.*

Математика - это наука, занимающая важнейшую роль в естествознании. По этой причине зачастую естествознание часто прибегает к математическим методам объяснения законов природы. Объяснение какого-либо феномена является правильным, только в том случае, если это удастся истолковать математической закономерностью, придающей логичность происходящему.

Значение математики состоит в том, она вырабатывает для остальной науки, прежде всего для естествознания, структуры мысли, формулы, на основе которых можно решать проблемы специальных наук.

Математика используется в естествознании во многих направлениях, а именно: разработка количественного анализа и формулировка феноменов, постройка математических моделей, система математической экологии, формулировка языка научных теорем.

При этом математический язык не может полностью обосновать факты, ему присущи некоторые недостатки. Конечно, с помощью него можно описать количественно все явления и процессы на земле. Но при этом в математическом подходе описывается лишь какой-либо определенный аспект изучаемого явления, а остальные признаки опускаются. Математические законы не имеют однозначного объяснения.

Это обусловлено особенностью математики описывать не свойства вещей, а свойства свойств, выделяя отношения, независимые от каких-либо конкретных свойств, то есть отношения отношений. Но поскольку и отношения, выводимые математикой, особые (будучи отношениями отношений), то ей удастся проникать в самые глубокие характеристики мира и разговаривать на языке не просто отношений, а структур, определяемых как инварианты систем. Поэтому математики скорее говорят не о законах (раскрывающих общие, существенные, повторяющиеся и т.д. связи), а именно о структурах. Например, в физике свет можно трактовать как поток корпускул (фотонов), которые во многих физических эффектах проявляют свойства электромагнитных волн.

В наши дни значение математики в естественных науках только усиливается. Зачастую практические знания не могут полностью объяснить принцип протекания процессов природы, пока не будет описано доказательство, основанное на математических методах, придающих логику и закономерность явлений.

При этом по сути математика исследует не природу, а лишь не существующие модели. Математическое моделирование применяется для выделения более универсальных и важных признаков, характерных научным системам. Применение моделей задействуется только тогда, когда экспериментальное изучение требует немислимых средств.

Благодаря математическим моделям можно получить ответы на многие сложные вопросы. При создании математических моделей руководствуются следующим:

- выражение вопроса, на которых происходит поиск ответа;
- поиск необходимой информации;
- определение важнейших признаков изучаемого объекта;
- выявление характеристик;
- выработка принципов работы.

При изучении моделей, выраженных дифференциальными уравнениями, методика исследования в основном одинакова. Она представляет собой следующую последовательность:

- определение проблемы, введение терминологии, описание поведения определенных природных систем;
- создание математической модели;
- попытка качественного изучения модели, включая построение диаграмм на фазовой плоскости параметров модели;
- численное решение дифференциальных уравнений (как правило, простейшими из методов дискретизации, либо путем использования готовых программ).
- После создания математической модели происходит ее исследование с применением вычислительных методов. Если работа проведена успешно, то результат подобен данным изучаемого объекта.

Главным плюсом математического моделирования является объединение качественных и количественных методов анализа. Что позволяет не только объяснять характеристики объекта, но и предсказывать его изменяемые свойства, установить взаимосвязь между явлениями. Математическое моделирование активно используется в также экологии. Например, моделирование развития изолированной популяции с дискретным размножением с учетом внутривидовой конкуренции.

Методологическое значение математики для других наук проявляется еще в одном аспекте. Поскольку ее абстракции отвлечены от конкретных свойств, она способна проводить аналогии между качественно различными объектами, переходить от одной области реальности к другой. Например, построение графика зависимости скорости от времени, исследуемый объект является реальным, а кривая графика воображаема, построенная по принципу моделирования

Одной из задач математики в естествознании является создание специального языка данной науки. По факту математический язык является многофункциональным. Благодаря формулам можно объяснить многие процессы, проходящие в природе. Выявить количественные закономерности многих явлений. Язык математики очень точен и логичен. Его можно применять во многих обозначениях происходящего в природе. Это доказывает о существовании связи между языком математики и качественным описанием. Чем больше качественного описания, тем эффективней проводится исследование особенностей. Например, определение атмосферного давления производится по математической формуле $P = P_0 e^{-Mgh/RT}$.

Рассмотрим график атмосферного давления. Кривая графика показывает, как изменяется атмосферное давление с течением времени. Поэтому, можно сказать, что математический язык может качественно описывать природные явления.



Рис. 1. Изменение атмосферного давления

Используя математические методы исследования, вовлекая их в познавательный поиск, науки должны учитывать возможности математики, считаясь с границами ее применимости. Имеется в виду то, что сама по себе математическая обработка содержания, его перевод на язык количественных описаний не дает простота информации.

Литература.

1. Абдулжалиева А.К, Долгополова А.Ф. Применение математических методов в естествознании. V Международная студенческая электронная научная конференция "Студенческий научный форум 2013".
2. Карпенков С.Х. Концепции современного естествознания. Краткий курс: Учебник. М.: Высш. шк., 2003.
3. Мотылева Л.С., Скоробогатов В.А., Судариков А.М. Концепции современного естествознания: Учебник для вузов/ под ред. Скоробогатова В.А. – Спб.: Союз, 2002.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ ПРИ СВАРКЕ ТОНКОЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА

*Н.В. Павлов, ст. преподаватель, А.В. Крюков, к.т.н., доц., Е.А. Зернин к.т.н., доц.,
В.А. Полищук, студент гр. 10690*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451) 5-09-06
E-mail: pavlin123@rambler.ru*

Современные требования к качеству металлических изделий и конструкций промышленных производств с одновременным снижением массогабаритных размеров обуславливают тенденцию использования тонких металлов.

Наиболее распространенными отраслями применения тонколистового металла является авиационная, химическая и пищевая промышленности. Основными трудностями, препятствующими широкому использованию тонколистового металла при производстве сварных металлоконструкций, являются:

- проваливание сварочной ванны;
- достаточно малые скорости сварки.

Это в свою очередь, негативно влияет на производительность, материальные затраты на производство и, наконец, на себестоимость изделия.

Проблемой сварки тонколистового материала в разное время занимались А.В. Петров, В.И. Столбов, Г.А. Славин, И.М. Жданов, В.В. Лысак, Б.В. Медко.

Современные методы и технологии сварки тонколистового металла предусматривают применение теплоотводов, разного рода формирующих подложек, двуструйной газовой защиты или иного оборудования, которое предупреждает прожиг тонкого металла [1, 2].

В последние годы сварка плавлением тонколистовых материалов развивается по линии применения высококонцентрированных источников тепла (рисунок 1) [3].

Одним из таких способов является сварка с импульсной подачей электродной проволоки (ИПЭП).

При данном способе обеспечивается увеличение в 2–3 раза скорости кристаллизации сварочной ванны вследствие нестационарного энергетического воздействия источника нагрева на сварочную ванну, уменьшающего температуру расплавленного металла [4].



Рис. 1. Способы сварки плавлением тонколистового металла

Однако, данный способ сварки тонколистового металла не находит широкого применения из-за существенных отличий методик расчета параметров шва, в связи с их разработкой для условий сварки с постоянной подачей электродной проволоки [5].

Поэтому актуальной является задача адаптации существующих методик и создание программного обеспечения для автоматизированного расчета параметров процесса сварки с нестационарным движением электродной проволоки.

Для сварки с ИПЭП в смеси газов математическая модель формы шва должна устанавливать зависимость размеров стыкового шва и наплавленного валика от параметров режима сварки (среднее значение тока I , напряжение на дуге U_0 , скорость сварки $V_{св}$), а также параметров ИПЭП (L – расстояние между захватами, f – частота импульсного перемещения электродной проволоки).

Для решения поставленной задачи целесообразно выбрать метод детерминированно-статистического моделирования и разработать модель, сочетающую преимущества детерминированных (отражение физических процессов и универсальность) и статистических моделей (простота и высокая точность) [6].

Параметры удельной теплоемкости, плотности и температуры плавления свариваемого металла в адаптируемой модели приведены к усредненному значению и приняты как постоянные (согласно теории Н.Н. Рыкалина) [7].

На основе предложенного в работе [8, 9, 10] метода детерминированно-статистического моделирования были получены адаптированные зависимости размеров шва от параметров сварки и параметров ИПЭП оказывающие наибольшее влияние на процесс получения и формирования сварного соединения.

Зависимость размеров шва представляется в виде показательных функций:

$$e = \frac{I^{5,08} \times U_d^{3,528}}{f^{5,391} \times L^{0,708} \times V^{0,743}}, \text{ мм}, \quad (1)$$

$$h = \frac{I^{0,02} \times U_d^{0,411}}{f^{0,061} \times L^{0,096} \times V^{0,071}}, \text{ мм}, \quad (2)$$

$$g = \frac{I^{3,35} \times U_d^{0,44}}{f^{0,53} \times L^{2,09} \times V^{2,24}}, \text{ мм}, \quad (3)$$

где h – глубина проплавления, мм; e – ширина шва, мм; g – усиление шва, мм.

Стоит также отметить, что созданные алгоритмы позволят также производить обратную задачу, рассчитывать режимы сварки на основе требуемых геометрических размеров сварного шва.

Проверка адекватности полученных математических моделей (1)...(3) для процесса сварки с импульсной подачей электродной проволоки выполнена при сварке серии образцов. В состав экспериментальной установки входили: автоматическая сварочная головка ГСП-2, укомплектованная механизмом импульсной подачи электродной проволоки (рисунок 2) [11]; источник питания ВС-300Б.

В качестве защиты при сварке использовалась смесь газов ($\text{Ar} + \text{CO}_2$) [12]. Наличие аргона позволит обеспечить концентрированный источник теплоты, а добавление углекислого газа обеспечит проплавление основного металла с одновременным снижением себестоимости изготовления конструкции.

На основе проведенных ранее экспериментов было установлено, что рационально использовать для сварки с импульсной подачей электродной проволоки смесь газов $\text{Ar}(70\% \pm 3\%) + \text{CO}_2(30\% \pm 3\%)$ [13].

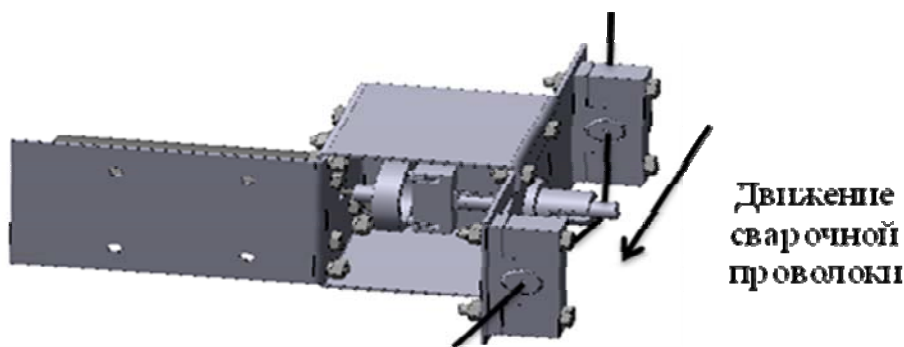


Рис. 2 Общий вид механизма импульсной подачи электродной проволоки

Для исследования использовались пластины из стали Ст3 (толщиной 2 мм). Сварка проводилась проволокой Св-08ГСМТО (диаметром 0,8 мм) (рисунок 3).

После сварки были вырезаны поперечные образцы, протравлены и выполнены измерения геометрических параметров шва. Результаты расчетных и экспериментальных данных представлены в таблице 1 и на рисунке 4.

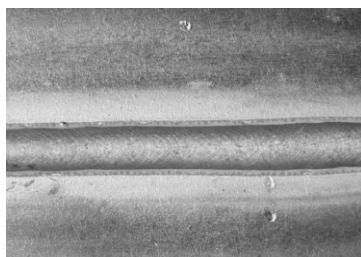


Рис. 3 Внешний вид сварного образца

Сравнение расчетных данных с экспериментальными показало, что погрешность при определении глубины проплавления и ширины шва составила 3-4 %, усиления шва – 6-7 %.

В дальнейшем для реализации второй поставленной задачи, создание программного обеспечения для автоматизированного расчета параметров для процессов нестационарного движения электродной проволоки, были использованы адаптированные зависимости (1)...(3).

Таблица 1

Сравнение экспериментальных и расчетных размеров шва

№, п/п	Режимы сварки					Размеры шва, мм						Относительная погрешность, %		
	I, А	U, В	f, Гц	L, мм	V, мм/с	h		e		g		Δh	Δe	Δg
						рас.	экс.	рас.	экс.	рас.	экс.			
1	45	16	120	125	3,31	1,45	1,48	0,37	0,39	0,26	0,27	2	5,1	3,7
2	42,5	22	120	125	3,29	1,65	1,71	0,84	0,82	0,25	0,24	3,6	2,4	4
3	42,5	24	120	125	3,28	1,71	1,61	1,15	1,11	0,26	0,24	5,8	3,5	7,7
4	40	18	120	125	3,30	1,52	1,57	0,30	0,28	0,27	0,26	3,3	6,6	3,7
5	42,5	16	115	130	3,31	1,45	1,48	0,34	0,33	0,20	0,21	2,1	2,9	4,7
6	42,5	18	115	130	3,29	1,52	1,51	0,52	0,54	0,22	0,21	1	3,7	4,5

Внешний вид приложения «Расчет параметров шва тонколистового металла» представлен на рисунке 4.

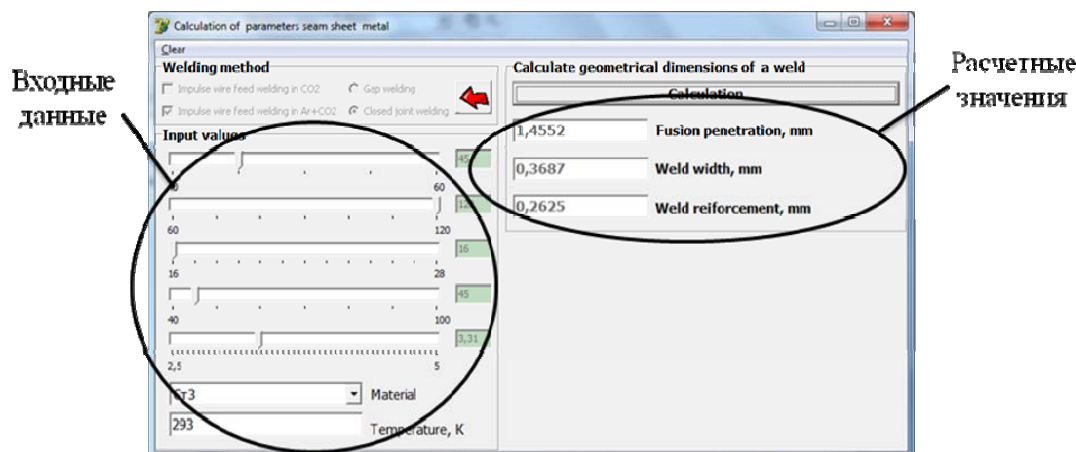


Рис. 4. Приложение «Расчет параметров шва тонколистового металла»

Вывод.

Разработаны адаптированные зависимости размеров шва (глубины проплавления – h , ширины шва – e и усиления шва – g) от параметров режима сварки (среднее значение тока – I , напряжения на дуге – U_0 , скорости сварки – $V_{св}$, частоты импульсного перемещения электродной проволоки – f и расстояния между захватами – L). Сравнение расчетных данных с экспериментальными показало, что погрешность при определении глубины проплавления и ширины шва составила 3-4 %, усиления шва – 6-7 %. Полученные показательные функции были использованы при разработке компьютерного

приложения «Расчет параметров шва тонколистового металла», позволяющего прогнозировать форму шва при сварке с ИПЭП.

Литература.

1. Жданов И.М., Медко Б.В., Нифантов В.Н. и др. Изменение концентрации нагрева с применением теплоотводов // Автоматическая сварка. – 1985. – №5. – С. 51 – 54.
2. Chinakhov D.A., Vorobyov A.V., Tomchik A.A. Simulation of active shielding gas impact on heat distribution in the weld zone // Materials Science Forum. Volume 762, 2013, Pages 717-721.
3. Zasyd'ko I.Z., Korinecy I.P. Welding of thin-sheet constructions // Research Bulletin of NTUU "KPI", 2010, №5, P. 81-87.
4. Крюков А.В., Павлов Н.В., Зеленковский А.А. // Сварочное производство. –2013. –№5. –С. 37 – 39.
5. Krampit A.G., Krampit N.Y. Method for the determination of the geometrical dimensions and area of the welded joint // Welding International. Volume 27, Issue 10, October 2013, Pages 834-836.
6. Березовский Б.М. Математические модели дуговой сварки: в 7т. Том 1. Математическое моделирование и информационные технологии, модели сварочной ванны и формирования шва //. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2002. – 85с.
7. Теория сварочных процессов: Учебник для вузов / Под ред. В.М. Неровного. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2007. – 752с.: ил.
8. Коринец И.Ф., Цзи Чжень Чун Детерминированно-статистическая модель формы шва при дуговой сварке// Автоматическая сварка. – 2001. – №10. С.44 – 47.
9. Коринец И.Ф., Цзи Чжень Чун Влияние зазора на размеры стыкового шва при дуговой сварке в смеси $Ag + 25\% CO_2$ плавящимся // Автоматическая сварка. - 2002. - №8. С.16 – 19.
10. Павлов Н.В., Крюков А.В., Зернин Е.А. Детерминированно-статистическая модель формы шва при сварке с импульсной подачей электродной проволоки в смеси газов // Сварка и диагностика. – 2011. –№6. С. 31–35.
11. Патент РФ на изобретение №2254969 Механизм подачи сварочной проволоки / Брунов О.Г., Федько В.Т., Крюков А.В. и др. Оpub. 27.06.2005. Бюл. №18.
12. Языков Ю.Ф., Алексина И.В. Преимущества сварки в защитных газовых смесях // Сварочное производство. –2008. –№9. –С. 29 – 30.
13. Павлов Н.В., Крюков А.В., Зернин Е.А. Сварка с импульсной подачей проволоки в смеси газов // Сварочное производство. –2010. –№4. –С. 27 – 28.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОЦЕНКИ ПЕРЕХОДА К ОБЛАЧНЫМ ИТ-СЕРВИСАМ

С.В. Разумников, аспирант, В.Ю. Лунегов, студент гр. 17В10

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. 89502731557

E-mail: demolove7@inbox.ru

Введение

Развитие научно-технического прогресса обусловило широкое внедрение новых информационных технологий. Последние 4-5 лет все большую популярность приобретают облачные технологии (ИТ-сервисы), которые находятся еще в стадии становления, и являются новыми для России, особенно для корпоративных информационных систем (КИС).

В связи с этим каждый ответственный руководитель не будет заниматься проектом внедрения облачных ИТ-сервисов без предварительного расчета выгод от перехода в облако и эксплуатации этих сервисов, а это невозможно сделать без тщательного анализа, определения экономической необходимости, целесообразности и рисков, которые могут возникнуть [1].

Поэтому необходимо создать такую систему, благодаря которой можно будет оценить пригодность корпоративного приложения для миграции в облачный сервис.

Целью данной работы является разработка информационной системы по оценке пригодности корпоративных приложений для возможной миграции в «облако». Разработанная система покажет выгоду от перехода к облачным сервисам и их эксплуатации, поможет руководителю предприятия принять верное решение о переходе к облачным вычислениям.

Существуют методы, которые позволяют оценивать ИТ и риски. Оценивать ИТ позволяют следующие методы: финансовые, качественные и вероятностные методы [1, 2, 3].

Один из важных вопросов при переходе в облако – это вопрос о безопасности использования таких сервисов. В связи с этим все более актуальным вопросом становится оценка рисков. Однако оценка рисков – это далеко не единственный аспект, влияющий на процесс принятия решений о переходе корпоративных ИТ-приложений предприятия в облако. Например, очень важно оценить целесообразность миграции с точки зрения бизнес-ценности приложений для предприятия и технической возможности с учетом различных критериев. Этот момент упущен в существующих методах по оценке эффективности и рисков от использования ИТ. Также эти методы не учитывают специфику облачной модели. В работе разработан математический аппарат на основе метода анализа иерархий. Модель позволяет оценить набор ИТ-приложений предприятия и осуществить выбор приложений для перехода в облако, основываясь на конкретных бизнес-требованиях, технологической стратегии и готовности рисковать.

Моделирование оценки перехода корпоративных ИТ-приложений в облако на основе метода анализа иерархий.

Для поддержки принятия решений о миграции корпоративных приложений в облачную среду предлагается следующая модель к оценке используемых корпоративных приложений с точки зрения пригодности их для работы в облаке.

Этот подход представляет собой многомерную экспертную оценку. Корпоративные приложения предлагается оценивать в трех измерениях:

- Бизнес-ценность. Какую бизнес-ценность может получить организация, переместив приложения в облако?
- Техническая возможность. Реально ли перенести приложения в облако?
- Степень риска. Каков риск переноса приложений в облако?

Оценка приложения в каждом из этих измерений представляет собой многофакторный анализ решений. На рис. 1. продемонстрирован предлагаемый подход в виде блок-схемы.

Для формализации экспертных знаний и расчета экспертных оценок предлагается использовать метод анализа иерархий, разработанный американским ученым Томасом Саати [4]. Метод анализа иерархий позволяет рассматривать иерархию критериев по уровням, проводить сравнение критериев на основе попарных сравнений, а также формализовывать как количественную, так и качественную экспертную информацию [5].

Для каждого предлагаемого измерения разрабатывается своя иерархия критериев. На рис. 2 представлен пример списка иерархии критериев оценки для всех трех измерений, своего рода дерево критериев. Хотя критерии и подкритерии общего характера можно использовать повторно, некоторые критерии необходимо настраивать в соответствии с контекстом предприятия.

Различным критериям присваиваются относительные приоритеты от 1 до 9 в соответствии с АНР-шкалой (таблица 1).

Сначала определяются приоритеты для критериев, а затем для индивидуальных подкритериев каждого критерия. Подкритерий имеет как локальный, так и глобальный приоритет. Глобальный приоритет – это произведение его собственного приоритета (локальный приоритет) и приоритета родительского критерия. Задача вычисления собственных векторов довольно трудоемка, поэтому на практике часто используют приближенные методы. Одним из наилучших путей вычисления является *геометрическое среднее*. Его можно получить, перемножая элементы в каждой строке и извлекая корни n -й степени, где n – число элементов. Полученный таким образом столбец чисел нормализуется делением каждого числа на сумму всех чисел.

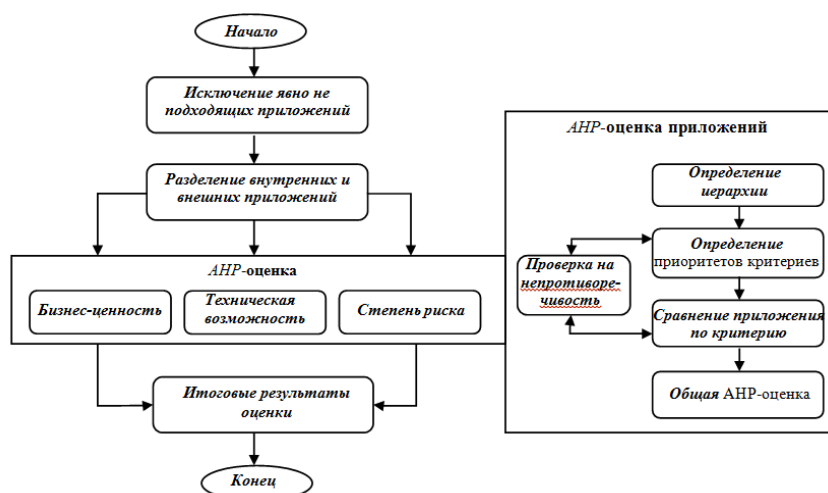


Рис. 1. Блок-схема оценки готовности набора используемых приложений к работе в облаке

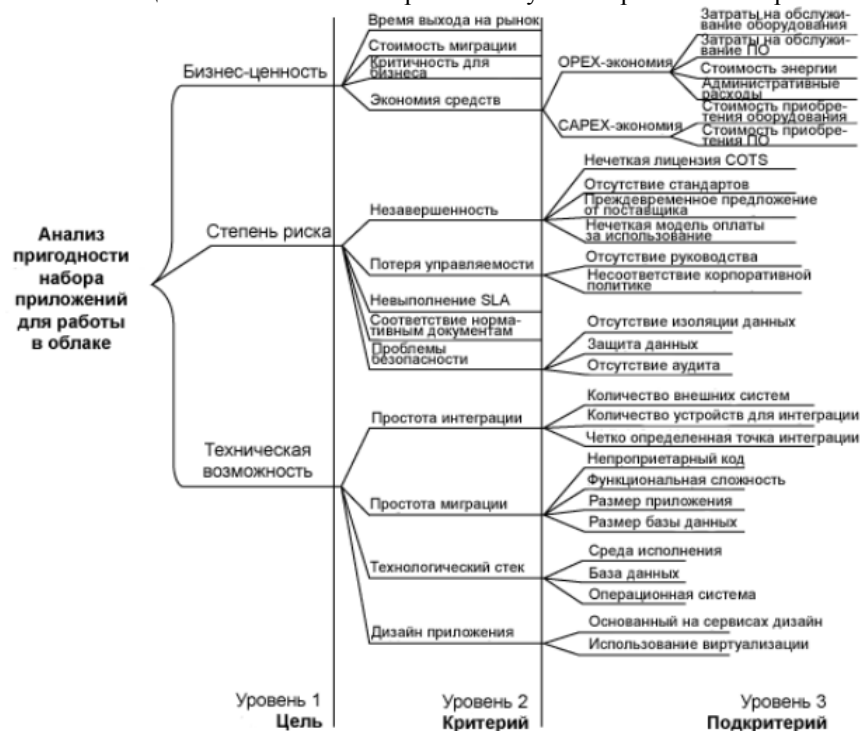


Рис. 2. Иерархия критериев для всех трех измерений

Таблица 1

АНР-шкала приоритетов критериев (от 1 до 9)

Интенсивность	Определение	Объяснение
1	Одинаковая важность	Два элемента одинаково участвуют в достижении цели
3	Умеренная важность	Один элемент немного предпочтительнее другого
5	Серьезная важность	Один элемент предпочтительнее другого
7	Очень важен	Один элемент намного предпочтительнее другого
9	Чрезвычайная важность	Один элемент чрезвычайно предпочтительнее другого
2, 4, 6, 8	Промежуточные значения	

На рис. 3 представлено схематическое представление АНР для оценки технической возможности работы в облаке 4-х приложений. Таким образом, глобальный приоритет критерия "Количество

внешних систем" является произведением его локального приоритета и приоритета критерия "Простота интеграции". В таблице 2 приведена оценка приоритета для примера технического критерия уровня 1. Индекс согласованности обратносимметричной матрицы парных сравнений вычисляется по формуле:

$$ИС = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1),$$

где n – размерность матрицы (число сравниваемых элементов), $\lambda_{\max}$ – наибольшее собственное значение матрицы.



Рис. 3. Схематическое представление АНР для оценки технической возможности работы в облаке

Таблица 2

Оценка относительного приоритета для критериев измерения «Техническая возможность»

Техническая возможность	ПИ	ПМ	ТС	ДП	Приоритет
Простота интеграции (ПИ)	1	2	7	8	0,6
Простота миграции (ПМ)	1/2	1	1	3	0,204
Технологический стек (ТС)	1/7	1	1	1	0,113
Дизайн приложения (ДП)	1/8	1/3	1	1	0,083
Коэффициент непротиворечивости	0,059				

$$ПИ = \sqrt[4]{1 \cdot 2 \cdot 7 \cdot 8} \approx 3,253$$

$$ПМ = \sqrt[4]{\frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 3} \approx 1,107$$

$$ТС = \sqrt[4]{\frac{1}{7} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} \approx 0,615$$

$$ДП = \sqrt[4]{\frac{1}{8} \cdot \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot 1} \approx 0,452$$

$$\Sigma = 3,253 + 1,107 + 0,615 + 0,452 \approx 5,426$$

$$ПИ = 3,253 / 5,426 = 0,6$$

$$ПМ = 1,107 / 5,426 \approx 0,204$$

$$ТС = 0,615 / 5,426 \approx 0,113$$

$$ДП = 0,452 / 5,426 \approx 0,083$$

Коэффициент непротиворечивости:

$$\lambda_{\max} = (1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{7} + \frac{1}{8}) \cdot 0,06 + (2 + 1 + 1 + \frac{1}{3}) \cdot 0,204 + (7 + 1 + 1 + 1) \cdot 0,615 + (8 + 3 + 1 + 1) \cdot 0,452 \approx 4,159$$

$$ИС = (4,159 - 4) / (4 - 1) = 0,053 \quad ОС = 0,053 / 0,9 = 0,059 < 0,1$$

В таблице 3 представлен расчет приоритетов для подкритериев критерия «Простота интеграции»

Таблица 3

Расчет приоритетов для подкритериев критерия «Простота интеграции»

Простота интеграции	ВС	ТИ	УИ	Локальный приоритет	Глобальный приоритет
Количество внешних систем (ВС)	1	1/3	1/6	0,088	0,0528
Количество устройств для интеграции (УИ)	3	1	1/5	0,195	0,117
Четко определенная точка интеграции (ТИ)	6	2	1	0,717	0,4302
Коэффициент непротиворечивости	0,081				

В таблице 4 представлен пример оценки приложений по количественному критерию.

Таблица 4

Балл для количественного критерия «Количество внешних систем»			
Оценка приложения	Количество систем	Обратное значение (отрицательный эффект)	Балл
Управление производством (УП)	5	0,2	0,13
Управление инженерным циклом изделия (УИЦ)	3	0,33	0,21
Управление проектированием и электронным архивом в конструкторском бюро (УПЭФ)	2	0,5	0,33
Управление нормативно-справочной информацией (УНСИ)	2	0,5	0,33

Аналогичным образом эти приложения оцениваются по остальным подкритериям и критериям и рассчитывается общий АНР-балл для каждого измерения. Итоговая оценка по методу анализа иерархий находится по следующей формуле:

$$S_x = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^{N_i} (P_i) * (p_{ij}) * (s_{ijx})$$

где: S_x – АНР-балл для x -го приложения; M – число групп критериев; N_i – число элементов в i -ой группе критериев; P_i – значение приоритета i -ой группы критериев; p_{ij} – значение приоритета j -го критерия, принадлежащего i -ой группе критериев; s_{ijx} – балл сравнения x -го приложения по j -му критерию в i -ой группе критериев.

В результате получаем следующие данные по трем измерениям и строим матрицу решений о пригодности приложения для миграции в облако (таблица 5).

Таблица 5

Матрица решений о возможности перехода информационных систем в облако (общий АНР-балл для четырех приложений по трем измерениям)

Приложения	Бизнес-ценность	Техническая возможность	Степень риска
УП	0.278 (высокая)	0.193 (низкая)	0.2561 (высокая)
УИЦ	0.203 (средняя)	0.1397 (низкая)	0.2562 (высокая)
УПЭФ	0.386 (высокая)	0.284 (высокая)	0.405 (высокая)
УНСИ	0,216 (средняя)	0,399 (высокая)	0,0727 (низкая)

Статус «высокая», «низкая» или «средняя» присваивается исходя из количества оцениваемых приложений. Статус «высокая» имеют приложения, чей балл больше 25% от общего балла (количества оцениваемых приложений), который равен единице; от 20% до 25% – «средний»; меньше 15% – «низкий».

Так в нашем примере оцениваются 4 приложения, следовательно, если значение балла $> 0,25$, то присваивается статус «высокая», значению, находящемуся в интервале от 0,15 до 0,25 – статус «средний», значению, которое $< 0,15$ – статус «низкий».

На базе данной модели создано программное обеспечение на платформе 1С: предприятие 8.2.

Функции информационной системы по оценке пригодности корпоративных приложений для возможной миграции в «облако»:

- 1) Сбор информации об интернет провайдерах и тарифах.
- 2) Сбор информации о корпоративных приложениях.
- 3) Сбор информации об облачных ИТ-сервисах.
- 4) Расчет приоритетов для критериев и подкритериев.
- 5) Оценка приложения по критериям.

На уровне атрибутов (FA-level) представлены все атрибуты сущностей. Эта диаграмма содержит полные определения структуры создаваемой системы. Для данной предметной области концептуальная модель на уровне атрибутов представлена на рис.4.



Рис. 4. Уровень атрибутов

Диаграммы, созданные на трех уровнях, несут основную информационную нагрузку и представляют структуры и взаимосвязи данных. Но при этом они не содержат определения имен, нанесенных на диаграмму, что может привести к затруднению создания физического уровня. Для решения этой проблемы и создается глоссарий сущностей и глоссарий атрибутов.

На рис. 4 представлено диалоговое окно системы.

Баллы критериев ТВ 000000001 от 18.05.2014 18:19:48

Провести и закрыть | Провести

Номер: 000000001

Дата: 18.05.2014 18:19:48

Числовые критерии | Нечисловые

Группа 1 | Группа 2 | Группа 3

Критерии группы 1

Критерий 1: Четко определенная точка интеграции

Критерий 2: Непropriетарный код

Критерий 3: Функциональная сложность

Матрица группы 1

11:	1,000	12:	0,500	13:	2,000
21:	2,000	22:	1,000	23:	3,000
31:	0,500	32:	0,333	33:	1,000

Расчет баллов и корней

Расчет корня степени N

Корень степени N критерия 1: 1,000

Корень степени N критерия 2: 1,712

Корень степени N критерия 3: 0,584

Сумма значений: 3,296

Баллы

Балл 1: 0,303

Балл 2: 0,519

Балл 3: 0,177

Расчет индекса противоречивости

Расчет лямбда

Лямбда: 3,074

Рассчитать Лямбда

Расчет ИС

Индекс согласованности: 0,037

Рассчитать ИС

Расчет и проверка ОС

Рассчитать ОС

Индекс общей согласованности: 0,064

Проверить ОС

Рассчитать баллы

Рис. 4. Документ «Баллы Критериев ТВ»

Заключение

При использовании облачных систем всегда существует проблема безопасности данных, их доступности и злонамеренными действиями, затрудняющими вычислительные процессы. Однако при тщательном продумывании плана, методологии выбора поставщика сервиса и при трезвом подходе к общему управлению рисками большинство компаний может благополучно использовать преимущества данной технологии.

Поскольку облачные вычисления приносят определенные проблемы и риски, каждое предприятие, прежде чем отправляться в облака, должно оценить свой набор приложений, основываясь на своих бизнес-требованиях, технологической стратегии и готовности рисковать.

Создаваемая конфигурация 1С: Предприятие данной предметной области позволяет оценить эффективность корпоративных приложений для миграции в «облачные сервисы», помогает выбрать наиболее пригодное с точки зрения эффективности корпоративное приложение на основе оценок, полученных с помощью метода анализа иерархий.

Литература.

1. Разумников С. В. Анализ существующих методов оценки эффективности информационных технологий для облачных ИТ-сервисов [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. - 2013 - №. 3. - С. 1. - Режим доступа: www.science-education.ru/109-9548.
2. Разумников С. В. Анализ возможности применения методов Octave, RiskWatch, Cramm для оценки рисков ИТ для облачных сервисов [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. - 2014 - №. 1. - С. 1. - Режим доступа: <http://www.science-education.ru/115-12197>.
3. Razumnikov S.V. Assessing efficiency of cloud-based services by the method of linear programming // Applied Mechanics and Materials. - 2013 - Vol. 379. - p. 235-239.
4. Саати Т. Принятие решений Методы анализа иерархий, 1993 г. – 278 с.
5. Силич В.А., Силич И.П. Теория систем и системный анализ: Учебное пособие. – Томск: Томский политехнический университет, 2010. – 281 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЕТРА НА ИСТЕЧЕНИЕ ЗАЩИТНОГО ГАЗА ПРИ СВАРКЕ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

А.Г. Филимоненко, Ю.М. Готовицк, студенты гр. 10600, Д.А. Чинахов, к.т.н., доцент
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, т./ф. +7(384-51) 6-53-95,
E-mail: chinakhov@tpu.ru

В настоящее время актуальной проблемой сварки в полевых условиях является защита зоны сварки от воздействия внешней среды. Существенное нарушение атмосферы дуги происходит при наличии ветра. В полевых условиях широкое применение нашла ручная дуговая сварка штучными электродами, но так как этот процесс малопроизводительный ее место постепенно занимает механизированная сварка в защитных газах.

Надежная защита зоны сварки защитным газом является одним из основных условий получения шва без пор высокого качества. Защита необходима до полного затвердевания жидкой ванны. В большинстве случаев защита осуществляется путем подачи к месту сварки струи защитного газа. Истечение газов из сопел, сварочных горелок имеет турбулентный характер. С наружной стороны струя газа неизбежно смешивается с воздухом, и только внутренняя часть ее состоит из 100% защитного газа (рис. 1) [1-3].

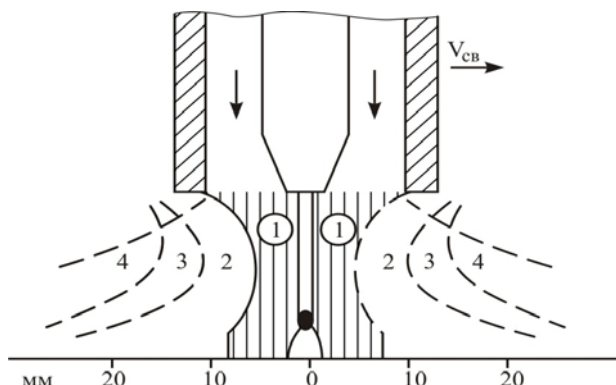


Рис. 1. Состав струи углекислого газа, истекающего из сопла сварочной горелки: 1 – 100 % CO₂; 2 – CO₂ + 10 % воздуха; 3 – CO₂ + 60 % воздуха; 4 – CO₂ + 80 % воздуха

Дуговая сварка в защитном газе основана на принципе оттеснения воздуха из зоны сварки потоком защитного газа. В настоящее время имеется много способов сварки в защитных газах, которые получили широкое распространение в нашей стране и за рубежом.

В качестве защитных газовых сред применяют инертные газы (аргон, гелий), активные газы (азот и CO_2) и их смеси. Свойства защитных газов оказывают большое влияние на технологические свойства дуги и форму сварных швов.

Струйная защита относится к наиболее распространенному способу местной защиты при сварке. Скорость кристаллизации металла шва управляется расходом защитного газа и расстоянием от среза сопла до поверхности свариваемого металла. При сварке со струйной защитой обеспечивается защита только зоны расплавления. При струйной местной защите поток газа ламинарный, но при увеличении скорости истечения защитного газа до критического значения происходит срыв ламинарного потока и начинается турбулентное истечение защитного газа (с сильными завихрениями). При этом на расстоянии в несколько миллиметров (6–10 мм) в струю защитного газа подмешивается до 50 % воздуха [1-3].

Форма потока газа и эффективность защиты зависят от типа защитного газа, типа сварного соединения и скорости сварки, движения окружающего воздуха (ветра, сквозняка). При использовании углекислого газа легче обеспечить хорошую защиту, чем при сварке в смесях с аргонном. При сварке угловых швов с внутренней стороны угла и стыковых швов защита намного лучше, чем при сварке угловых швов с наружной стороны угла. Для улучшения защиты в этом случае рекомендуется применять съёмные щитки. При повышенных скоростях сварки эффективность защиты ухудшается.

Целью работы является моделирование и изучение влияния ветра на истечение активного защитного газа и распределение тепла в зоне сварки плавящимся электродом.

При сварке на ветру газовая защита обеспечивается только жесткими защитными струями, которые не отклоняются и не сносятся под воздействием ветра, жесткость струи зависит от скорости истечения защитного газа. В ЮТИ ТПУ разработан способ сварки с двухструйной газовой защитой [4, 5], который обеспечивает жесткость внутренней струи подаваемого газа (рис. 2), защиту околошовного металла, снижает завихрение в околошовной зоне и исключает подсос воздуха в зону сварки. Управление газодинамическим давлением внутренней струи защитного газа позволяет воздействовать на жидкий металл капли и сварочной ванны, приводит к интенсивному перемешиванию расплавленного электродного металла с основным, увеличивает скорость охлаждения и сокращается время пребывания металла шва и ЗТВ в области высоких температур. Внешняя кольцевая струя обеспечивает надежную защиту зоны сварки от влияния атмосферы.

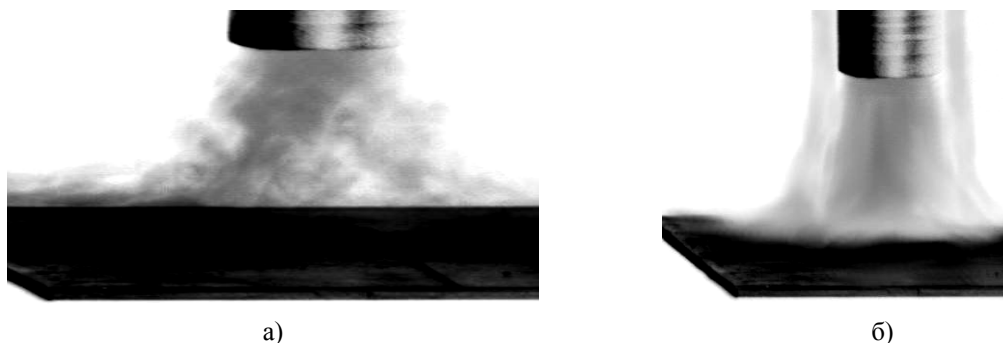


Рис. 2. Сварка в защитном газе: а) одноструйная газовая защита; б) двухструйная газовая защита

Выполнили моделирование истечения газовых потоков из сварочного сопла с традиционной и двухструйной газовой защитой. Для моделирования использовали программный комплекс FLUENT.

Основные исходные данные: газ – CO_2 , расход газа 20 л/мин, геометрические размеры сварочной горелки для механизированной сварки с традиционной (одноструйной) и двухструйной газовой защитой, фронтальная поверхность истечения газа – плоскость, расстояние от среза сопла до плоскости (свариваемой детали) – 12 мм.

В результате моделирования истечения защитного газа из сварочного сопла при сварке плавящимся электродом с традиционной и двухструйной газовой защитой (рис. 3) [6], было установлено, что с применением двухструйной защиты возрастает скорость истечения защитного газа из свароч-

ного сопла, струя защитного газа становится жестче, и тем самым сжимает дугу. Это приводит к увеличению силы действия струи защитного газа на каплю электродного металла, частоты переноса капель электродного металла в сварочную ванну и интенсивности протекания металлургических процессов на поверхности капли. Значительное изменение динамики защитного газа влечет за собой изменение процессов, протекающих в зоне сварки.

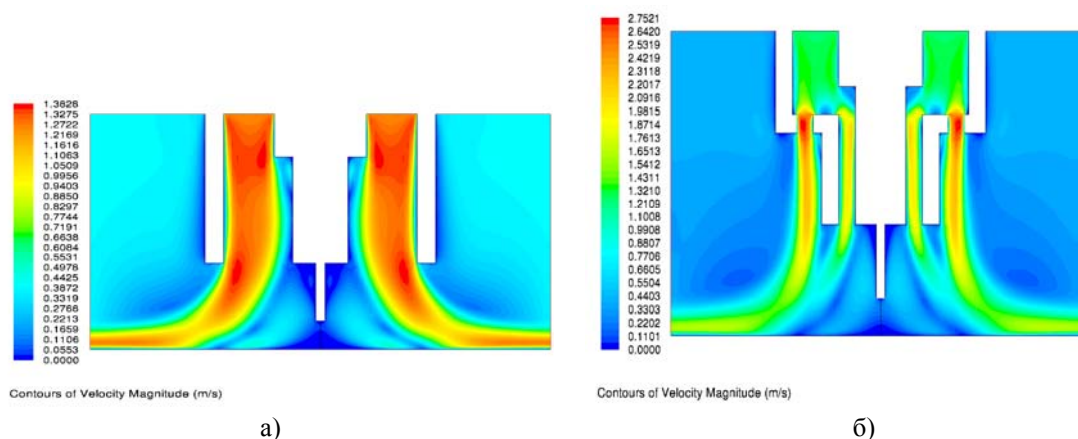


Рис. 3. Результаты моделирования скорости истечения защитного газа из сварочного сопла:
а) традиционная одноструйная газовая защита; б) двухструйная газовая защита

Провели исследование изменения тепловых процессов в зоне сварки для выбранных способов газовой защиты. Выполнили моделирование влияния скорости истечения активного защитного газа из разных сварочных сопел – традиционного (одноструйного) и двухструйного – на тепловые процессы в зоне сварки плавящимся электродом (рис. 4) [6, 7]. Расчет и моделирование проводили в программе SolidWorks FlowSimulation на вычислительном кластере «СКИФ-политех» (суперкомпьютер ТПУ, cluster.tpu.ru) [8, 9].

Результаты моделирования показали, что при двухструйной газовой защите происходит сжатие температурных полей в зоне сварки, т.е. происходит сжатие дуги. Это вызывает увеличение концентрации введенного тепла в изделие и в каплю электродного металла, повышение к.п.д. нагрева, уменьшение зоны термического влияния (ЗТВ) по сравнению с традиционной (одноструйной) защитой. Уменьшение ЗТВ снижает риск разупрочнения сварных соединений склонных к закалке и повышает их эксплуатационные свойства.

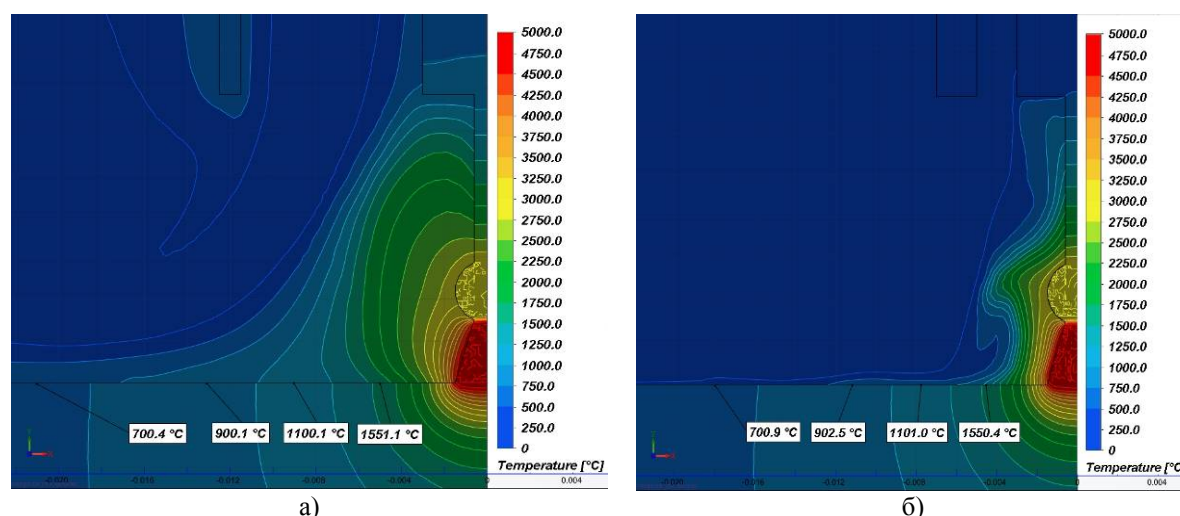


Рис. 4. Результаты моделирования распределения тепла в зоне сварки:
а) традиционная одноструйная газовая защита; б) двухструйная газовая защита

Для оценки качества газовой защиты зоны сварки в полевых условиях провели моделирование влияние ветра на истечение газа и распределение тепла в зоне сварки для одноструйной и двухструйной газовой защиты (рис. 5 и 6).

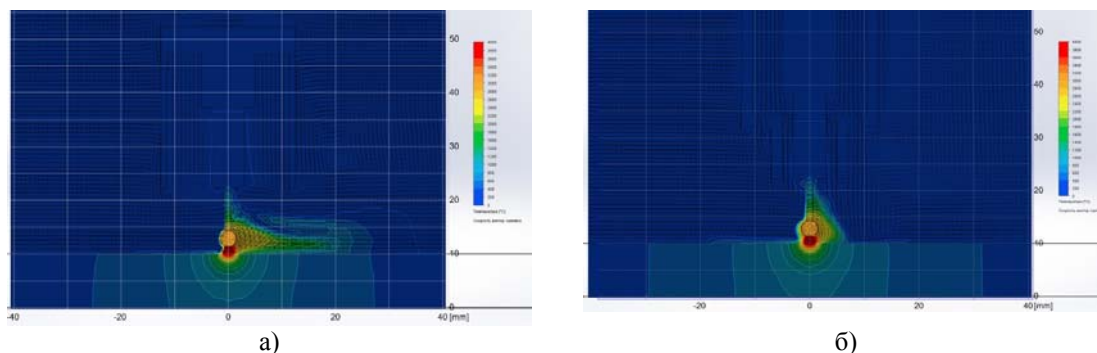


Рис. 5. Результаты моделирования влияния ветра на истечение защитного газа при скорости ветра 3 м/с: а) традиционная одноструйная газовая защита; б) двухструйная газовая защита

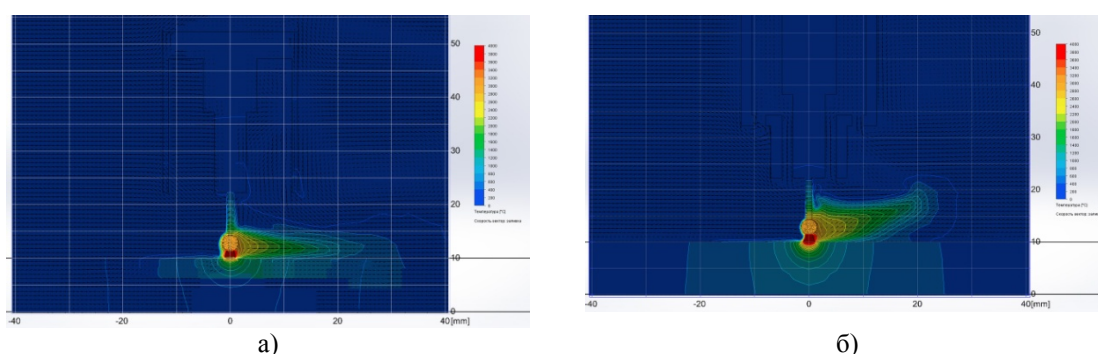


Рис. 6. Результаты моделирования влияния ветра на истечение защитного газа при скорости ветра 10 м/с: а) традиционная одноструйная газовая защита; б) двухструйная газовая защита

Результаты моделирования показали, что при воздействии ветра происходит срыв защитного газа от места сварки, и смещение области распределения тепла по направлению движения ветра. Изменение качества газовой защиты и распределения тепла в зоне сварки при одноструйной газовой защите наступает уже при скорости ветра до 3 м/с. В тех же условиях при двухструйной газовой защите срыв защитного газа и смещение тепловых полей практически не происходит. При увеличении скорости ветра до 10 м/с при одноструйной газовой защите происходит срыв газовой защиты и резкое изменение картины тепловых полей, т.е. идет большой теплоотвод из зоны сварки, что приводит к асимметрии и изменению свойств металла шва и околошовной зоны. В случае с двухструйной газовой защитой также наблюдается срыв защитного газа и смещение тепловых полей в зоне дуги, но изменения тепловой картины в изделии практически не происходит. Это позволяет обеспечить симметричность и однородность структуры и свойств металла шва и околошовной зоны.

По результатам исследований было установлено, что с применением двухструйной защиты возрастает скорость истечения защитного газа из сварочного сопла, т.е. происходит сжатие дуги. Это обеспечивает более качественную защиту зоны сварки при воздействии ветра и равномерное распределение тепла в свариваемом изделии, что приводит к более однородной структуре металла шва и зоны термического влияния (ЗТВ) по сравнению с традиционной (одноструйной) защитой.

Литература.

1. Поправка Д.Л., Хворостов Н.Е. Дуговая сварка в защитных газах на открытых площадках. – М.: Машиностроение, – 1979. – 64 с., ил.
2. Федоренко Г.А., Иванова И.В., Синяков К.А. Совершенствование технологического процесса сварки в защитных газах на ветру // Сварочное производство. – 2010. – № 1. – С. 6–13.

3. Потапьевский А.Г., Сараев Ю.Н., Чинахов Д.А. Сварка сталей в защитных газах плавящимся электродом. Техника и технология будущего: монография / А.Г. Потапьевский, Ю.Н. Сараев, Д.А. Чинахов; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 208 с.
4. Чинахов Д.А., Федько В.Т., Сараев Ю.Н. Способ сварки: Патента на изобретение № 2233211 (РФ). Приоритет от 27.05.2003. 7 В 23 К 9/173//В 23 К 103:04. Оpubл. 27.07.2004. Бюл. № 21.
5. Чинахов Д.А. Влияние режимов сварки плавлением на структуру и свойства соединений из легированных сталей: монография / Д.А. Чинахов. Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 114 с.
6. Чинахов Д. А. , Воробьев А. В. , Томчик А. А. Моделирование истечения газовых потоков из сопла при сварке плавящимся электродом с традиционной и двуструйной газовой защитой // Обработка металлов: технология, оборудование, инструменты . - 2011 - №. 4(53) - С. 83-87. 937-2012.
7. Чинахов Д.А. Роль газодинамического воздействия струи защитного газа на процессы сварки плавящимся электродом: монография / Д.А. Чинахов; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 151 с.
8. Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 448 с.: ил. + DVD.
9. Алямовский А.А., Собачкин А.А., Одинцов Е.В., Харитонович А.И., Пономарев Н.Б. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с.: ил. + DVD.

АНАЛИЗ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ Г.ЮРГА ЗА ПЕРИОД 2009-2013 Г.Г.

*В.А. Клековкин, Д.В. Николаев, студенты гр. 17В30, С.В. Соколова, доцент
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26
E-mail: klekovkin.91@mail.ru; nik.name.dima@yandex.ru*

Автомобильный транспорт является самым небезопасным из всех доступных человеку. По всем данным именно ДТП находится на первом месте по числу погибших и пострадавших. По этим параметрам автомобили значительно опережают авиационный, железнодорожный и водный транспорт. Дорожно-транспортные происшествия являются основной причиной гибели людей. Они происходят по многим причинам, среди которых есть как технологические, так и человеческие факторы. Авария может случиться по вине уставшего водителя, из-за обледенения дорожного покрытия или неисправности тормозной системы и т.д. Однако на риск попасть в ДТП часто влияют и сторонние факторы - такие как день недели, погодные условия и качество асфальтового покрытия.

ЦЕЛЬ: проведение количественного анализа данных о ДТП в г. Юрга в период с 2009г. по 2013г. методами прикладной статистики, используя автоматизированную систему "STATISTICA".

ЗАДАЧИ:

-Расширить представление о применении математики через прикладную статистику.

-Изучить автоматизированную программу "STATISTICA".

-Классифицировать ДТП в г.Юрга: количественно, территориально, по типу ДТП, по времени суток.

Для осуществления количественного анализа был подан запрос в ГИБДД города Юрга с просьбой предоставить учетную информацию.

Анализ данных о ДТП за период с 2009 по 2013 годы производился с помощью автоматизированной системы "STATISTICA".

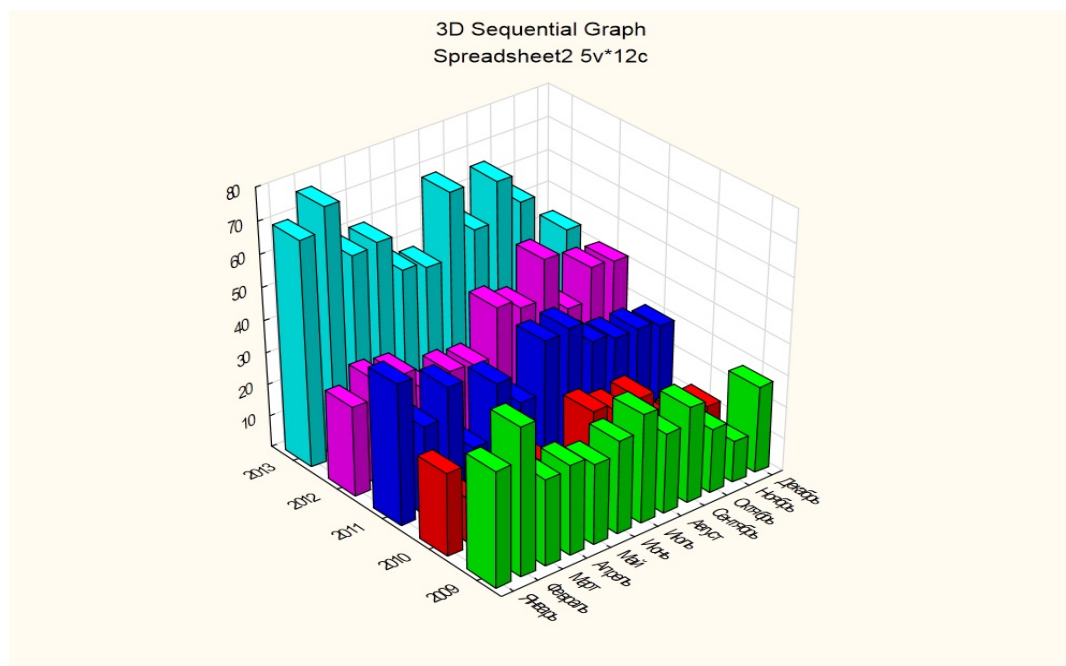


Рис. 1. Диаграмма. Переменные: год и месяц

Это диаграмма, на которой показано сравнение по годам и месяцам. По данной диаграмме можно определить, что в 2013 году возросло количество ДТП по сравнению с предыдущими годами.

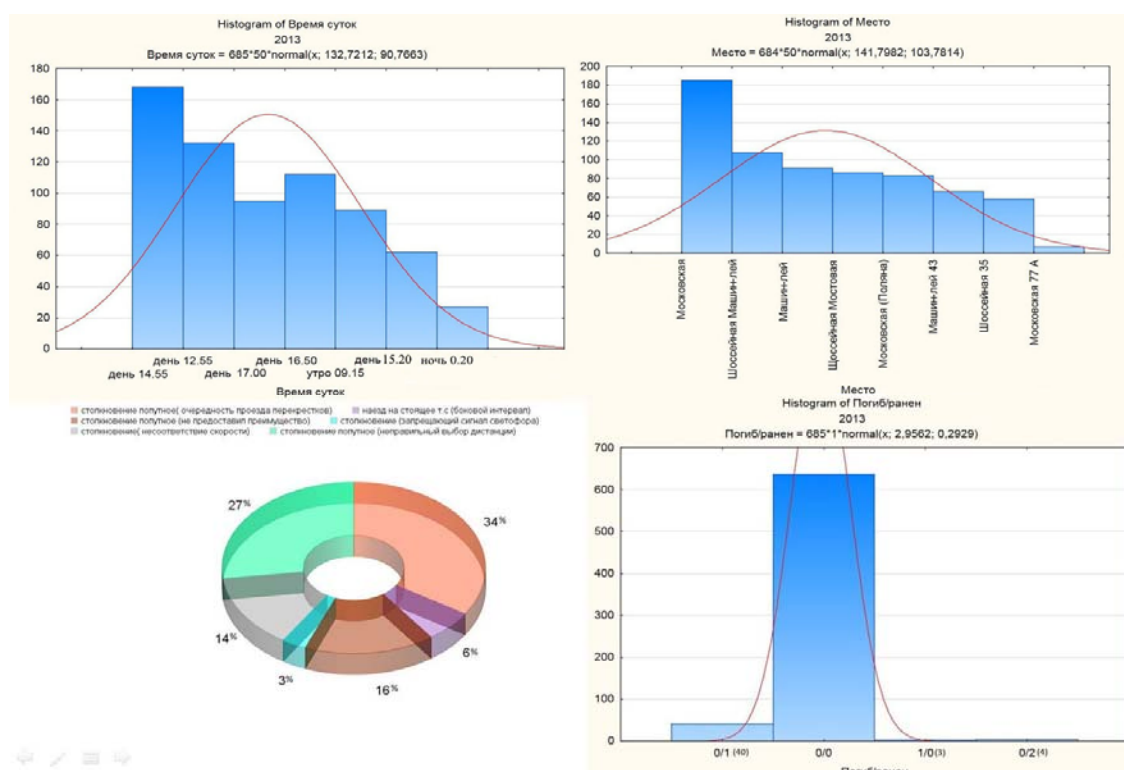


Рис. 2. Анализ данных за 2013 год.

Данные полученные за 2013 год разбиты на 4 диаграммы: время суток, место, тип столкновения, пострадавшие.

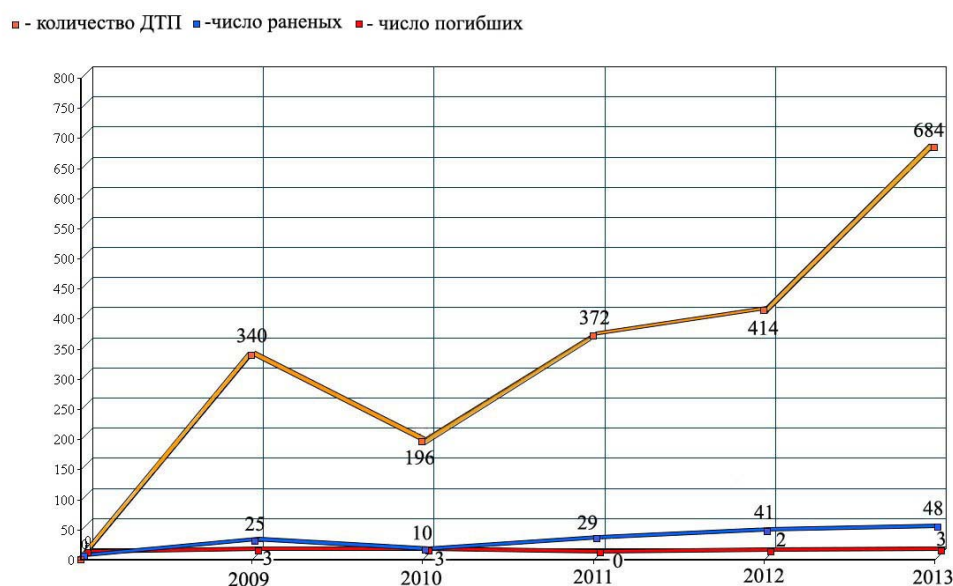


Рис. 3. Сводный график за период с 2009 по 2013 годы по количеству ДТП, числу раненых, числу погибших в городе Юрга

Закключение. В результате проделанной работы мы расширили свое представление о применении математики через прикладную статистику, используя автоматизированную систему STATISTICA.

По предоставленному нам статистическому материалу, был проведен количественный анализ по переменным: время, место, месяц. В результате работы возникла необходимость дальнейшего исследования участников ДТП по водительскому стажу, по гендерному признаку, по возрастному признаку, по количеству зарегистрированных автомобилей (т.к. увидели, что в 2013 году произошло ДТП в 1,5 раза больше, чем в предыдущие годы).

Литература.

1. Орлов А.И. Прикладная статистика. Учебник. - М.: Издательство "Экзамен", 2004. - 656 с.
2. Анализ причин и следствий дорожно-транспортных происшествий. URL: <http://www.statsoft.ru/solutions/ExamplesBase/tasks/detail.php> (дата обращения 08.03.2014).

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ИОНОВ Mn^{2+} И Fe^{3+} В СИСТЕМЕ «ВОДА»-«МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ШЛАК»

Л.Ш. Латыпова, студент, В.Ф. Торосян, к.пед.н., доцент, Е.С. Торосян, ст. преподаватель
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26
E-mail: torosjaneno@mail.ru

Металлургические шлаки – это основная масса отходов металлургических процессов. Они являются продуктами высокотемпературного взаимодействия компонентов исходных материалов. Химический состав и структура металлургических шлаков изменяются в зависимости от состава пустой породы, особенностей металлургического производства, условий охлаждения и др. Шлаковый режим, определяемый количеством и составом шлака, оказывает влияние на качество стали, стойкость футеровки и производительность сталеплавильного агрегата. В процессе выплавки стали шлак выполняет несколько важных функций: связывает все оксиды, образующиеся в процессе окисления примесей; служит передатчиком кислорода из печной атмосферы к жидкому металлу; участвует в передаче тепла металлу; защищает металл от насыщения газами, содержащимися в атмосфере печи.

Наибольшее негативное воздействие шлаковые отвалы оказывают на водные объекты – подземные и поверхностные воды. С поверхностным стоком загрязняющие вещества поступают в поверхностные воды реки, изменяя их химический состав, увеличивая концентрацию сульфат-иона,

железа общего, марганца и др.. Атмосферные осадки инфильтруются через тело отвала, насыщаются водорастворимыми компонентами и загрязняют грунтовые воды.

Целью работы является исследование гидравлической активности электрометаллургического шлака по результатам экспериментальных данных выщелачивания ионов тяжелых металлов (ТМ) Mn^{2+} и Fe^{3+} в модельные водные среды на основе разработки математических моделей процесса. Модельные водные среды – это 300мл H_2O дистиллированной и 150 г шлака. В результате исследования эмиссии ионов Fe^{3+} и Mn^{2+} в модельном растворе с $pH=4,8$ можно выявить их кинетические зависимости, а следовательно гидравлическую активность металлургического шлака.

Эксперимент проводился в статическом режиме в течение 30 суток. Анализ содержания Mn^{2+} и Fe^{3+} выполнялся на 2 -е, 4-е, 6-е, 9-е и 30 сутки. Количества эмиссионных ионов Mn^{2+} и Fe^{3+} в растворе определялись методом фотоколориметрии

Водная вытяжка из тела отвала шлака характеризуется щелочной реакцией среды ($pH=9,5-12,5$), высокой общей минерализацией.

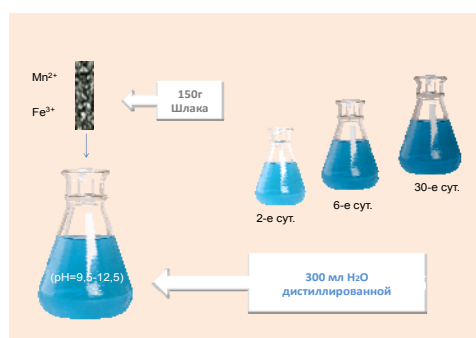


Рис. 1. Модельный водный раствор



Рис. 2. Выщелачивание ионов Fe^{3+} и Mn^{2+} в дистиллированной воде

Результаты исследования эмиссии ТМ в дистиллированную воду представлены на рис 2.

В результате экспериментов, установлено, что кривые выщелачивания ТМ имеют ярко выраженный экстремальный характер, что можно объяснить следующим образом. В первые 2- суток наряду с ионами ТМ происходит выделение из образцов ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , сульфидов, приводящее к повышению pH среды и образованию в дальнейшем труднорастворимых гидроксидов $Ca(OH)_2$, $Mn(OH)_2$, $Fe(OH)_2$, $Mg(OH)_2$ и сульфидов MnS , CaS , $CrOHS$ и др. ТМ. В следствие чего происходит связывание ионов Fe^{3+} и Mn^{2+} и образование нерастворимых соединений. Это подтверждается понижением содержания ионов Fe^{3+} и Mn^{2+} в растворе одновременно на 9 сутки.

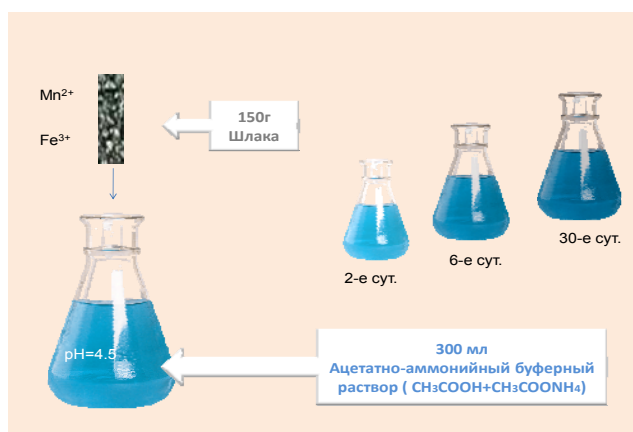


Рис. 3. Модельный ацетатно-аммонийного буферный раствор $CH_3COOH+CH_3COONH_4$

Мы проводили также исследования эмиссии ионов Fe^{+3} и Mn^{2+} в растворе ацетатно-аммонийного буферного раствора $CH_3COOH+CH_3COONH_4$ (уксусная кислота и ацетат аммония) $pH=4,8$, который имитировал агрессивную среду. Результаты приведены в табл1.

Таблица 1

Эмиссия ионов Fe^{3+} и Mn^{2+} в ацетатно-аммонийном буферном растворе $\text{CH}_3\text{COOH}+\text{CH}_3\text{COONH}_4$

Сутки	Концентрация мг/дм ³	
	Fe^{3+}	Mn^{2+}
2	0,07	0,06
4	0,12	0,15
6	0,18	0,20
9	0,29	0,28
10	0,30	0,47
12	0,30	0,82
15	0,30	0,82
24	0,30	0,82
30	0,30	0,82

Результаты анализа эксперимента показали, что эмиссия ионов Fe^{3+} в течение 10 суток возрастала, а Mn^{2+} в течение первых 12 суток возрастала, а затем оставалась постоянной. Т.к. в кислой среде, очевидно, не образовывались малорастворимые соединения. Fe^{3+} и Mn^{2+}

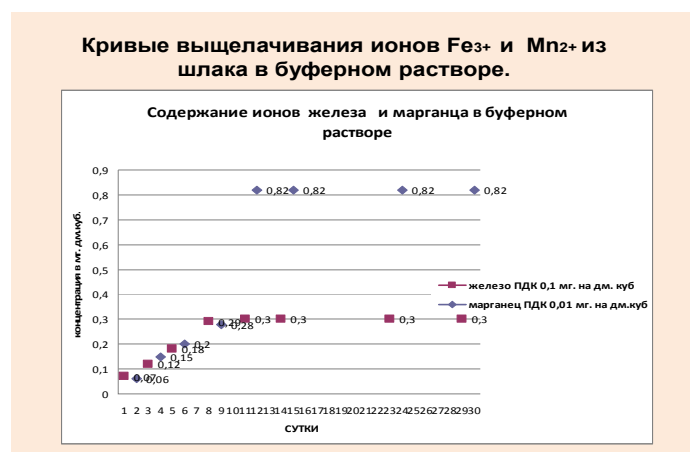


Рис. 4. Выщелачивание ионов Fe^{3+} и Mn^{2+} в ацетатно-аммонийном буферном растворе $\text{CH}_3\text{COOH}+\text{CH}_3\text{COONH}_4$

Рассчитывая значения константы скорости реакций эмиссии исследуемых металлов в буферный раствор по формуле $K = \frac{1}{t} \ln \frac{C_0}{C}$, подставляя в нее данные эксперимента, мы убедились, что полученные значения константы скорости мало отличаются друг от друга. Мы вычислили также среднее значение константы скорости реакции. В результате можно утверждать, что исследуемые реакции эмиссии ТМ в буферном растворе подчиняются кинетической зависимости первого порядка табл.2,3.

Таблица 2.

Кинетическая характеристика эмиссии ионов Fe^{3+} из шлака в агрессивной среде (pH=4,8)

Показатель	Время, сутки								
	2	4	6	9	10	12	15	24	30
Железо, Fe^{3+}									
Концентрация, мг/дм ³	0,07	0,12	0,18	0,29	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Ln C	-2,66	-2,12	-1,72	-1,24	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2
Кинетическое уравнение	$\text{LnC} = -2,66 + 0,14t$								

Таблица 3

Кинетическая характеристика эмиссии ионов Mn^{2+} из шлака в агрессивной среде (pH=4,8)

Показатель	Время, сутки								
	2	4	6	9	10	12	15	24	30
	Марганец, Mn^{2+}								
Концентрация, мг/дм ³	0,06	0,15	0,20	0,28	0,47	0,82	0,82	0,82	0,82
Ln C	-2,81	-1,9	-1,61	-1,27	-0,76	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20
Кинетическое уравнение	LnC = -2,81+0,2t								

В результате исследовательского эксперимента было выявлено, что эмиссия ионов Fe^{3+} и Mn^{2+} в модельном растворе с pH=4,8 подчиняется кинетической зависимости первого порядка, причем скорость эмиссии Mn^{2+} выше скорости эмиссии Fe^{3+} .

Математическое моделирование процесса выщелачивания ионов Fe^{3+} и Mn^{2+} из металлургического шлака в различные водные среды позволило выявить кинетические зависимости, необходимые для экологической оценки и прогноза воздействия шлакоотвалов металлургического производства на объекты гидросферы.

Литература.

1. Г.М. Рогов, О.Д. Лукашевич, В.К. Попов, Водно-экономические проблемы г. Томска в контексте экологической безопасности. Безопасность жизнедеятельности. – 2008. - № 1 – с.25-29.
2. Фюлленберг Г. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию / Г. Фюлленберг; Пер. с нем. А. В. Очкина; Под ред. К. Б. Заборенко. – М.: Мир, 1997. – 232 с.

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ТОЧНОСТЬ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ МАНИПУЛЯТОРА СО СВОБОДНЫМИ ГИБКИМИ НИТЯМИ

Е.Е. Клековкина, студент гр. 10380, С.Е. Иванов, студент гр. 10А21,

Д.А. Архипова, студент гр. 10А31

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

E-mail: katerickic@mail.ru

Ранее в работах [1,2] авторами были предложены схемы и математические модели для манипуляторов с гибкими нитями. Позднее была разработана схема манипулятора с гибкими свободными нитями. Для проектирования на базе предложенных решений координатно-позиционирующих устройств необходимо произвести теоретическую оценку точности позиционирования по предложенной схеме.

На точность позиционирования манипулятора влияет большое количество различных факторов, которые можно разделить на следующие группы:

- а) факторы, определяющие разрешающую способность, к которым относятся минимальное значение углового шага шкива и диаметр шкива;
- б) факторы, связанные с погрешностью изготовления манипулятора: погрешность диаметра шкива, биение рабочей погрешности шкива относительно посадочного отверстия, биение вала электродвигателя, погрешность межосевого расстояния шкивов;
- в) факторы, связанные с неточностью настройки манипулятора;
- г) факторы, связанные с несовершенством схемы: отклонение манипулируемой точки от математической точки, неравномерность наматывания нитей на шкивы;
- д) факторы, связанные с деформацией нитей: растяжение нитей, прогиб нитей под действием сил тяжести.

Погрешность во многом будут определять отклонения длины нитей от расчетных значений. Определим составляющие погрешности длины отдельной нити.

Наибольший вклад в погрешности вносят факторы, определяющие разрешающую способность. Данная погрешность может быть определена по следующей формуле:

$$\delta_{PC} = \frac{d\alpha_{\min}}{2}, \text{ мм}; \quad (1)$$

d – номинальный диаметр шкива, мм;

α_{min} – минимальное значение угла поворота шкива, рад.

Погрешность, связанная с неточностью изготовления манипулятора, определяется по следующей формуле:

$$\delta_u(\alpha) = \sqrt{\left(\frac{\Delta_d \alpha}{2}\right)^2 + \Delta_\delta^2 + \Delta_m^2 + \left(\frac{\Delta_a}{2}\right)^2}, \text{ мм}; \quad (2)$$

где Δ_d – погрешность диаметра шкива, мм;

α – текущее значение угла поворота шкива, рад;

Δ_δ – радиальное биение рабочей поверхности шкива, мм;

Δ_m – биение вала электродвигателя, мм;

Δ_a – погрешность межосевого расстояния, мм.

Погрешность вследствие прогиба нитей под действием сил тяжести определяется по формуле:

$$\delta_{np} \approx \frac{a - d\alpha}{2} - \sqrt{\frac{(a - d\alpha)^2}{4} - S^2}, \text{ мм}; \quad (3)$$

где a – межосевое расстояние, мм;

S – прогиб, мм.

Погрешность вследствие растяжения нитей определяется по формуле:

$$\delta_{рас} = \frac{P \cdot (a - d\alpha)}{2EF}, \text{ мм}; \quad (4)$$

где P – растягивающая сила, Н;

E – модуль упругости, Па;

F – площадь поперечного сечения нити, м.

Расчеты значений составляющих погрешностей сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Составляющие погрешности натурального макета

Составляющие погрешности	Обозначение	№ формулы	Данные для расчета	Величина погрешности, мм	Доля составляющей погрешности %
Погрешности, определяющие разрешающую способность	δ_{PC}	1	$d = 48 \text{ мм};$ $\alpha_{min} = \frac{\pi}{100}$	0,7536	93,06
Погрешность, связанная с неточностью изготовления манипулятора	$\delta_u(\alpha)$	2	$\alpha = 2\pi;$ $\Delta_a = 0,22;$ $\Delta_\delta = 0,01;$ $\Delta_d = 0,062;$ $\Delta_m = 0,01$	0,0502	6,19
Погрешность вследствие прогиба нитей под действием сил тяжести	δ_{np}	3	$a = 93 \text{ мм};$ $S = 1 \text{ мм}$	0,005	0,62
Погрешность вследствие растяжения нитей	$\delta_{рас}$	4	$P = 10 \text{ Н};$ $E = 15,69 \cdot 10^6 \text{ Па};$ $F = \frac{\pi d_n^2}{4};$ $d_n = 0,2 \text{ мм}$	0,001	0,12

На основании данных, приведенных в таблице 1, можно сделать вывод, что наибольший вклад в погрешности вносят факторы, определяющие разрешающую способность. При высоких требованиях к точности позиционирования существенные значения будут также оказывать погрешности изго-

товления манипулятора. Прочие виды погрешностей не значительны и могут в дальнейшем не рассматриваться, как значимые факторы.

Литература.

1. Клековкина Е. Е., Вальтер А. В. Схема и кинематика двухкоординатного манипулятора с гибкими нитями // Сборник научных трудов SWorld: материалы Международной научно-практической конференции "Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2013", Одесса, 18-29 Июня 2013. - Одесса: Купrienko С.В., 2013 - Т. 2 - С. 75-78
2. Клековкина Е. Е. Разработка и исследование схемы двухкоординатного манипулятора с гибкими нитями // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов IV Всероссийской научно-практической конференции с элементами научной школы для студентов и учащейся молодежи, Юрга, 4-6 Апреля 2013. - Томск: Изд-во ТПУ, 2013 - С. 136-138.
3. Светлицкий В.А. Механика гибких стержней и нитей. – М.: Машиностроение, 1978. – 222 с., ил. – (Б-ка расчетчика).
4. Толстунов О.Г. Пространственный манипулятор с гибким подвесом объекта перемещения // Сборник трудов IV Всероссийской межвузовской конференции молодых ученых. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. – С. 247–253.

ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ВЫБОРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ

*Т.Ю. Зорина, студент гр. 17В20, Т.Ю. Чернышева, к.т.н., доцент
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. 8(384-51) 6-49-42
E-mail: Tatyana-1301@mail.ru*

Использование информационных технологий (ИТ) является сегодня обязательным условием для эффективного управления промышленным предприятием и повышения его конкурентоспособности. Стремление компаний сохранить достойное место на рынке обуславливает их желание автоматизировать свою деятельность и, таким образом, тратить драгоценное время не на решение рутинных вопросов, а на реализацию новых стратегических планов.

Говоря о проектах внедрения ИТ нужно отметить, что любые новые технологии реализуются в условиях большой неопределенности и негативного воздействия окружающей среды.

Основными видами ИТ-проектов являются:

- инфраструктурные и организационные проекты;
- проекты разработки и развития программного обеспечения;
- проекты внедрения информационных систем[1];

Наиболее подробно рассмотрим методы, которые могут использоваться при выборе информационной системы.

ИТ-проекты в современном бизнесе уже давно не являются чем-то необычным. Сейчас внедрение информационной системы (ИС) на предприятии рассматривается как обычный проект, который ничем не отличается, например, от строительства объектов, реализации плана мероприятий, или закупки оборудования. Внедрение ИС, так же, как и любой другой проект, необходимо комплексно оценить не только с точки зрения затрат, но и с точки зрения положительных эффектов, которые будут получены в результате.

Такого рода анализ позволяет ИТ-директорам комплексно оценивать решения, которые будут предложены на рынке ИС, выстраивать прозрачную связь между инвестициями в ИТ и стратегией компании, помогает упростить переговоры с финансовыми службами, что в итоге позволяет получить наибольший доход на ИТ и максимально эффективно их использовать.

При выборе информационной системы могут возникать проблемы, перечислим основные:

1. Наличие большого количества альтернативных предложений на рынке информационных технологий с возможностью изменения функциональности, стоимости, различных вариантов поставки.
2. Учет экспертных мнений при оценке информационной системы и принятие решения о выборе на основании нескольких экспертных оценок.
3. Наличие нескольких критериев, влияющих на решение о выборе информационной системы, что усложняет процедуру отбора и ранжирования при рассмотрении альтернативных вариантов.

4. Установление приоритетов для критериев.

5. Учет возможностей расширения функциональности информационной системы в будущем [2].

Существуют подходы к оценке ИС, которые могут быть разбиты на основные категории:

1. Методы инвестиционного анализа. Являются общепринятыми инструментами для обоснования любого проекта. Методы инвестиционного анализа рассматривают затраты на ИС как инвестиции, а эффекты от использования ИС как доход от этих инвестиций. К методам инвестиционного анализа относят метод определения внутренней доходности, оценку рентабельности инвестиций, метод расчета срока окупаемости инвестиций и др.

2. Финансовые методы расчета, в которых используются традиционные подходы к финансовому расчету экономической эффективности применительно к специфике ИТ и с учетом необходимости оценивать риск. Достоинство финансовых методов состоит в их основополагающих принципах, заимствованных из классической теории определения экономической эффективности инвестиций. Среди них, метод расчета совокупной стоимости владения, метод быстрого экономического обоснования, метод расчета совокупного экономического эффекта, метод функционально-стоимостного анализа и др.

3. Качественные методы оценки. Проводят сравнение различных составляющих эффекта от использования ИС, которые не поддаются количественной оценке. К таким методам оценки относят систему показателей ИТ, методику анализа поведения затрат, метод расчета совокупной ценности возможностей и др.

4. Группа вероятностных методов оценки. В них используются статистические и математические модели, которые позволяют оценить вероятность возникновения риска. К таким методам относятся метод расчета справедливой цены опционов, метод прикладной информационной экономики и др. Такие методы редко используются из-за сложности и высокой стоимости проектов по оценке и интерпретации результатов [3].

ИТ-директорам помимо методики оценки эффективности информационной системы необходим дополнительный инструмент, который позволяет преодолеть проблемы, возникающие при выборе ИС (указанные выше). В качестве такого инструментария можно использовать систему поддержки принятия решений (СППР). С помощью инструментов поддержки принятия решений можно решать такие задачи, как:

- ранжировать критерии по степени их важности. Для решения данной задачи может быть использован метод стратификации критериев, метод анализа иерархий, метод «медианы Кемени»;

- задача многокритериального выбора. При ее решении можно руководиться подходами: «метод Электра», метод попарного сравнения, группа методов, основанных на линейной свертке критериев, метод анализа иерархий и другие;

- возможность выбора решения при условии участия нескольких экспертов в оценке.

Рассмотрим более подробно Метод «медианы Кемени» и метод анализа иерархий:

1. Метод «медианы Кемени».

Для выбора оптимального решения предлагается использовать медиану Кемени

$$M^*(P_1, \dots, P_m) = \underset{P}{\operatorname{Arg\,min}} \sum_{v=1}^m d(P, P_v)$$

, где $\operatorname{Arg\,min}$ – то или те значения x , при которых достигается минимума указанная сумма расстояний от ответов экспертов до текущей переменной, по которой и проводится минимизация.

Чтобы охарактеризовать свойства коллективных предпочтений вводятся три

определения. Нейтральность - симметричность относительно перестановки альтернатив. Со-

гласованность - мнение комиссии совпадает с общим мнением любых двух её подкомиссий. Кондор-

сетовость – из того, что $s_{ij} > s_{ji}$, где s_{ij} - число экспертов, считающих x_i более предпочтительной, чем x_j , следует, что $(\dots, x_j, x_i, \dots) \notin F(V)$, где V -

ранжирование подгруппы экспертов, а $F(V)$ - общее мнение подгруппы [4].

2. Метод анализа иерархий

Метод анализа иерархий (МАИ) позволяет отражать качественные экспертные оценки. Основные положения МАИ были разработаны известным американским математиком Т.Л. Саати и опубликованы в 1977г. МАИ используется для решения слабо структуризованных и неструктуризованных проблем. Методология решения таких проблем опирается на системный подход, при котором проблема рассматривается как результат взаимодействия и, более того, взаимозависимости множества разнородных объектов, а не просто как их изолированная и автономная совокупность. Особенностью

МАИ является возможность получения ранжированных оценок вариантов на основе субъективных мнений экспертов. Метод предполагает декомпозицию проблемы на все более простые составляющие части и обработку суждений ЛПР. В результате определяется относительная значимость исследуемых альтернатив для всех критериев, находящихся в иерархии. Относительная значимость выражается численно в виде векторов приоритетов. Полученные таким образом значения векторов являются оценками в шкале отношений и соответствуют так называемым жестким оценкам. Результатом применения метода является определение наиболее предпочтительного варианта, а также конкретное обоснование выбора и распределения всех вариантов, что позволяет подробно исследовать задачу в целом.

Для установления относительной важности элементов иерархии используется шкала отношений. Данная шкала позволяет ЛПР ставить в соответствие степеням предпочтения одного сравниваемого объекта перед другим некоторые числа. Правомочность этой шкалы доказана теоретически при сравнении со многими другими шкалами. При использовании указанной шкалы ЛПР, сравнивая два объекта в смысле достижения цели, расположенной на вышележащем уровне иерархии, должен поставить в соответствие этому сравнению число в интервале от 1 до 9 или обратное значение чисел.

Общая цель задачи называется фокусом иерархии и расположена во главе иерархии (минимизация риска в текущей ситуации). Результирующий вектор приоритетов альтернатив (вектор фокуса иерархии) есть решение задачи для каждой иерархии. В предложенной модели иерархий на первом уровне расположены акторы (действующие силы) - пользователь программного продукта, конкурент, разработчик ПО, хакер, на втором – критерии оценки ПО, у каждого актора они своеобразны (их количество может варьироваться и определяться экспертом), на третьем – альтернативы (степень риска), который также оценивается исходя из ситуации. Для определения весовых коэффициентов экспертов целесообразно использовать иерархическую структуру критериев.

Пример вычислений

Используя метод попарного сравнения элементов иерархии, построим матрицы парных сравнений для элементов каждого уровня иерархии по отношению к элементу предыдущего уровня. Вычисление главного собственного вектора W положительной квадратной матрицы парных сравнений проводится на основании равенства (1):

$$E W = \lambda_{\max} W, \quad (1)$$

где $\lambda_{\max}$ – максимальное собственное значение матрицы E .

Приближенное значение элементов вектора W можно найти по формуле:

$$w_j = 1 / \sum_{i=1}^n a_{ij},$$

$$j = \overline{1, n}.$$

Пример результатов расчета весов (степени влияния) акторов на риски представлен в таблице 1.

Таблица 1

Веса акторов					
Степень влияния	A1	A2	A3	A4	W21
A1	1	2	5	3	0,45
A2	1/2	1	3	3	0,31
A3	1/5	1/3	1	1/2	0,08
A4	1/3	1/3	2	1	0,16

Пример результатов расчета весов критериев для пользователя представлен в таблице 2.

Таблица 2

Веса критериев для актора «Пользователь»				
Пользователь	Безопасность	Цена	Качество	W11
Безопасность	1	1/3	1/5	0,10
Цена	3	1	1/3	0,29
Качество	5	3	1	0,61

Осуществим иерархический синтез в целях определения вектора приоритета альтернатив относительно факторов и фокуса иерархии.

Вектор приоритетов альтернатив относительно экономического фактора ($W_{эА}$) определяется путем перемножения матрицы, сформированной из значений векторов приоритетов W_{21} , W_{22} , W_{23} на вектор W_{11} , определяющий значимость критериев, расположенных под экономическим фактором согласно формуле:

$$W_{эА} = [W_{21}, W_{22}, W_{23}] * W_{11}.$$
$$W_{эА} = \begin{pmatrix} 0,45 & 0,36 & 0,59 \\ 0,31 & 0,26 & 0,22 \\ 0,08 & 0,16 & 0,12 \\ 0,16 & 0,22 & 0,07 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0,10 \\ 0,29 \\ 0,61 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,509 \\ 0,241 \\ 0,128 \\ 0,123 \end{pmatrix}.$$

Из этого следует, что на текущий момент для пользователя это не совсем приемлемо, степень риска 0,509 немного выше границы 0,5 (50%). Следует изменить показатели в лучшую сторону, либо ввести в рассмотрение дополнительные критерии[5].

Современные производственные структуры, представляют собой сложные многоуровневые системы, которые работают в условиях быстроменяющейся рыночной среды. Именно поэтому обеспечение эффективного управления такими структурами невозможно без использования информационных технологий.

Литература.

1. e-educ.ru//Управление проектами [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://e-educ.ru/pm4.html>
2. rusnauka.com//ПРОБЛЕМЫ ВЫБОРА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ// [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.rusnauka.com/Informatica/3_141209.doc.htm
3. www.creativeconomy.ru//Методы оценки эффективности информационных систем//[Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.creativeconomy.ru/articles/3638/>
4. virtual.ihst.ru //Вычисление медианы Кемени как итогового мнения группы экспертов.//[Электронный ресурс] Режим доступа: <http://virtual.ihst.ru/sumkin/Sumkin-Application-of-algorithm-preprint.pdf>
5. Буряковский В.В. Финансы предприятий: [Текст]// Учебник. Буряковский В.В. – М.: Финансы и статистика, 2008.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КИНЕМАТИКИ ПЛОСКОГО МАНИПУЛЯТОРА СО СВОБОДНЫМИ ГИБКИМИ НИТЯМИ

Е.Е. Клековкина, студент гр. 10380

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

E-mail: katerickic@mail.ru

Ранее в работе [2] рассматривалась кинематика манипулятора с фиксированной точкой прохождения нитей.

Несмотря на то, что кинематика манипулятора с фиксированной точкой прохождения нитей описывается достаточно простыми выражениями, его конструкция обладает рядом недостатков:

- а) трение в узлах, направляющих нить;
- б) непостоянство реакций в узлах, направляющих нить;
- в) неопределенность положения нити вследствие зазора в узлах, направляющих нить;
- г) дополнительная погрешность положения нити вследствие наличия скруглений на кромках узлов, направляющих нить.

Перечисленных недостатков лишены манипуляторы со свободными гибкими нитями, в которых нить непосредственно сматывается и наматывается на барабаны без контакта с какими-либо промежуточными узлами. Для реализации данной схемы необходимо разработать математическую модель кинематики манипулятора с гибкими свободными нитями.

На рисунке 1 представлена схема к составлению модели кинематики. При каждом фиксированном положении барабана крайняя точка нити может занимать положение, описываемое эвольвентой. Конкретное положение манипулируемой точки определяется пересечением двух эвольвент для каждой из нити.

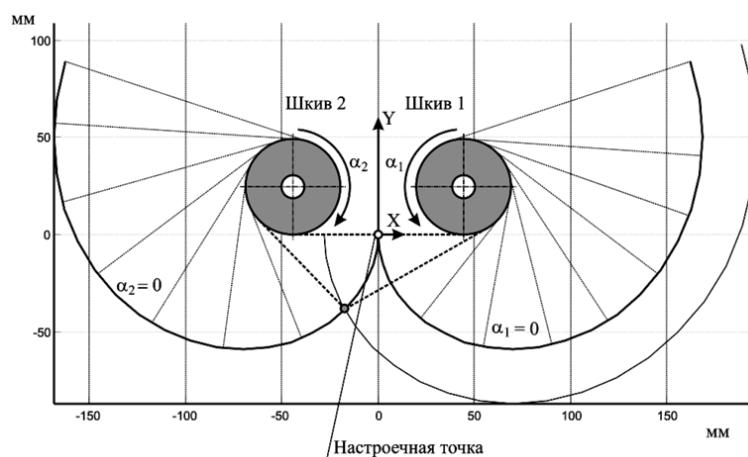


Рис. 1. Схема к составлению модели кинематики манипулятора со свободными гибкими нитями

Для определения начальных точек отсчета был предложен следующий способ: выставить барабаны так, чтобы манипулируемая точка оказалась точно посередине между осями барабанов. Эта точка принята за начало отсчета системы координат, а соответствующее положение шкивов соответствует нулевым значениям углов поворота шкивов α_1 и α_2 . Таким образом, чтобы найти все положения, которые может занимать манипулируемая точка, необходимо построить семейство кривых для каждого из барабанов.

Для определения всего набора эвольвент составлена расчетная схема, приведенная на рисунке 2.

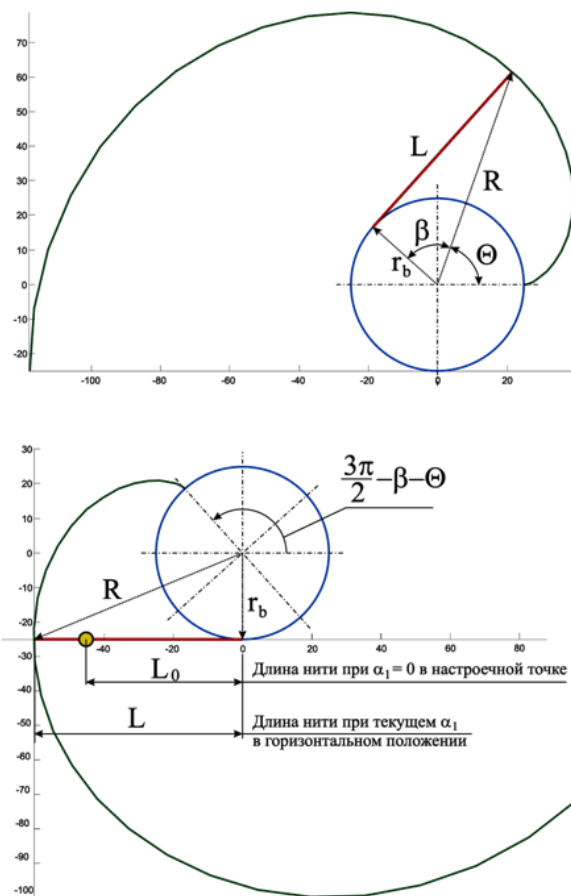


Рис. 2. Расчетная схема к вычислению семейства эвольвент

На верхней схеме изображена стандартная эвольвента, описываемая уравнениями:

$$\begin{aligned}x &= r_b \cdot \sin \beta - r_b \cdot \beta \cdot \cos \beta, \text{ мм;} \\y &= r_b \cdot \cos \beta + r_b \cdot \beta \cdot \sin \beta, \text{ мм;} \end{aligned} \quad (5)$$

где r_b – радиус начальной окружности, мм;

β – угол эвольвенты.

Если развернуть эвольвенту, чтобы касательная к текущей точке легла горизонтально, то длина этой касательной L , которая выражает длину нити, определяется угловой координатой шкива α :

$$L = L_0 - \frac{d\alpha}{2}, \text{ мм;} \quad (6)$$

где d – диаметр шкива, мм;

L_0 – длина нити в начальном положении, мм.

Длина нити в начальном положении может быть определена через межосевое расстояние шкивов a :

$$L_0 = a/2, \text{ мм;} \quad (7)$$

Из формул, описывающих характеристики эвольвенты, можем найти углы β и Θ :

$$\begin{aligned}\beta &= \arccos\left(\frac{r_b}{R}\right) = \frac{r_b}{\sqrt{L^2 + r_b^2}}; \\ \Theta &= \operatorname{tg} \beta - \beta. \end{aligned} \quad (8)$$

Таким образом, можно определить требуемый угол доворота по формуле (3.8):

$$\gamma = \frac{3\pi}{2} - \beta - \Theta. \quad (9)$$

Поворот точки на требуемый угол относительно начала системы координат осуществляется по формулам:

$$\begin{aligned}x_1 &= x \cdot \cos \gamma - y \cdot \sin \gamma; \\ y_1 &= x \cdot \sin \gamma + y \cdot \cos \gamma. \end{aligned} \quad (10)$$

Соответственно, для данного угла поворота шкива α можем по формулам (5) определить координаты эвольвенты и осуществить поворот на угол γ по формуле (10).

На основании выражений (5) – (10) был составлен ряд программ в системе MATLAB. Результаты расчета семейств эвольвент показаны на рисунке 3. Прямоугольником выделена рабочая зона манипулятора.

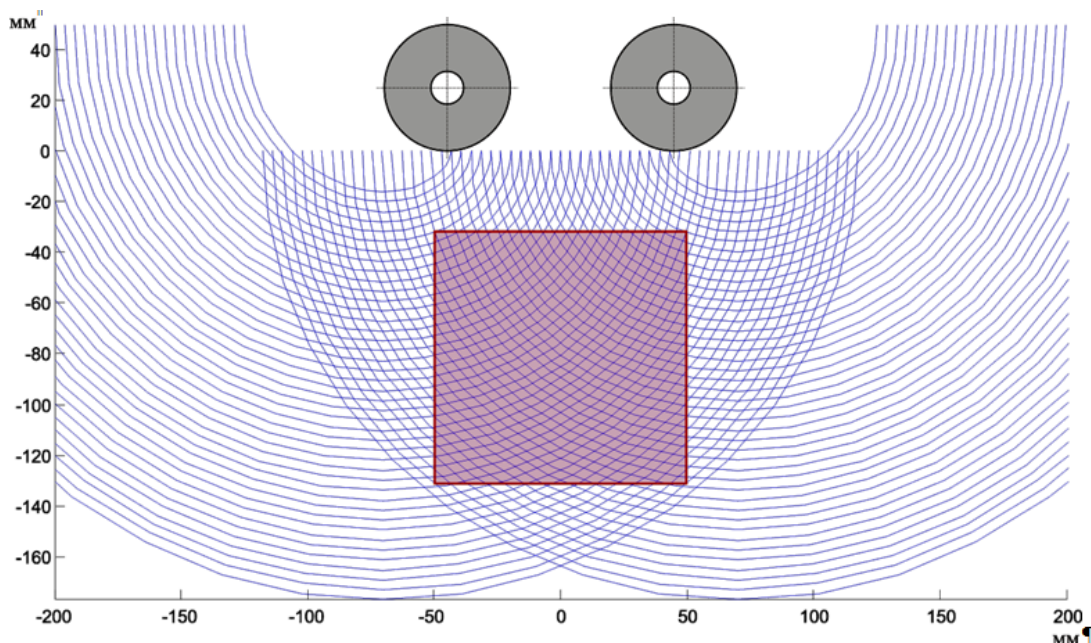


Рис. 3. Семейства эвольвент для каждого из шкивов манипулятора

Для того чтобы найти все положения, которые может занимать манипулируемая точка, необходимо найти точки пересечения этих линий и оставить только те, которые лежат внутри рабочей зоны. Для решения этой задачи были составлены две программы системы MATLAB, находящие точки пересечения кривых из различных семейств, путём решения систем из двух нелинейных уравнений.

Результаты выполнения данной программы представлены на рисунке 4.

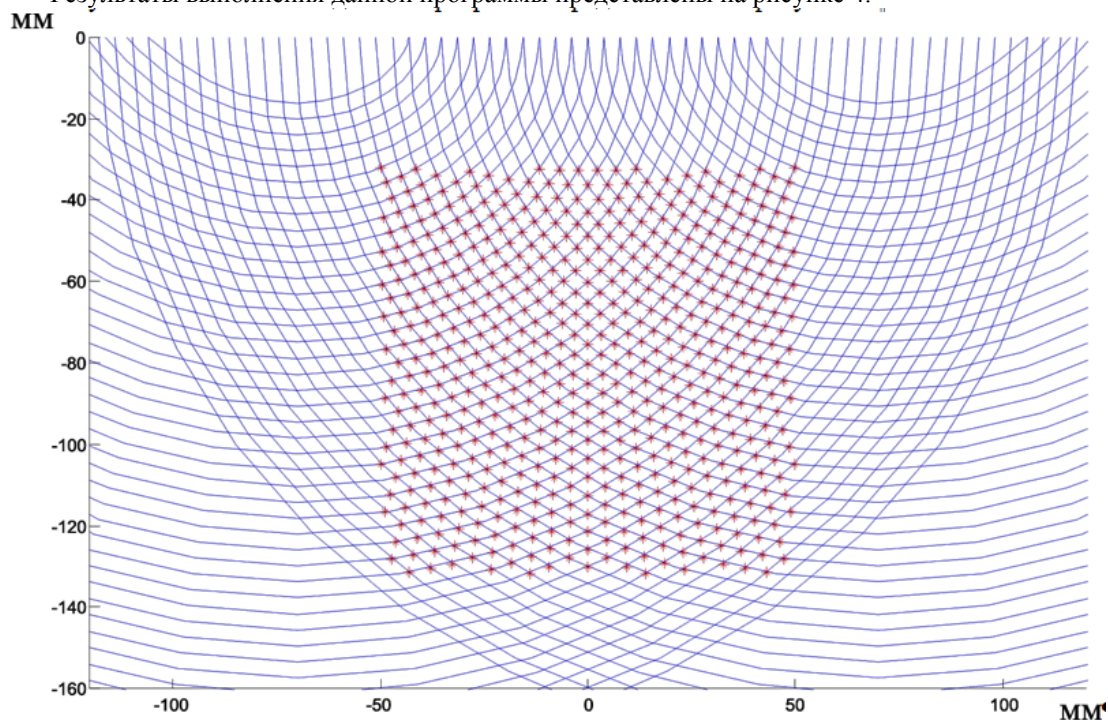


Рис. 4. Результаты расчетов систем нелинейных уравнений

Как видно из рисунка 4, программа корректно находит точки пересечения внутри рабочей зоны. На данном рисунке видно, что точность позиционирования для манипулятора отличается в разных областях рабочей зоны. В нижней части наблюдается максимальная погрешность по оси X, а в верхней части по оси Y. На рисунке 4 приведены расчеты для увеличенного шага по углу α . Угол увеличен в 5 раз в сравнении с действительным шагом шагового двигателя.

Были произведены расчеты всех возможных положений манипулируемой точки для действительного шага двигателя. Для выполнения расчета были решены 43264 системы из двух нелинейных уравнений, а общее количество точек положения манипулятора в рабочей зоне составило 14656. Результаты расчетов сохранены в файл данных и составлена программа, которая по заданным координатам находит ближайшую расчетную точку и соответствующие углы поворота барабанов, что позволяет осуществить управление макетом.

Литература.

1. Клековкина Е. Е. , Вальтер А. В. Схема и кинематика двухкоординатного манипулятора с гибкими нитями // Сборник научных трудов SWorld: материалы Международной научно-практической конференции "Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2013", Одесса, 18-29 Июня 2013. - Одесса: Купrienko С.В., 2013 - Т. 2 - С. 75-78
2. Клековкина Е. Е. Разработка и исследование схемы двухкоординатного манипулятора с гибкими нитями // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов IV Всероссийской научно-практической конференции с элементами научной школы для студентов и учащейся молодежи, Юрга, 4-6 Апреля 2013. - Томск: Изд-во ТПУ, 2013 - С. 136-138.
3. Светлицкий В.А. Механика гибких стержней и нитей. – М.: Машиностроение, 1978. – 222 с., ил. – (Б-ка расчетчика).
4. Толстунов О.Г. Пространственный манипулятор с гибким подвесом объекта перемещения // Сборник трудов IV Всероссийской межвузовской конференции молодых ученых. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. – С. 247–253.

ИЗМЕНЕНИЕ ГЕОМЕТРИИ СОПЛА МИНИ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ (ГТД) КАК ОДИН ИЗ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СОПЛА

О.В. Батулин, к.т.н., доц., Н.В. Николаева, магистрант, А.В. Рогожкин, магистрант

Самарский государственный аэрокосмический университет

443086, г. Самара, Московское шоссе, 34, тел. +7 927 606 16 78

E-mail: nikolaeva-nv@list.ru

Малоразмерные ГТД с тягой несколько десятков или сотен Ньютон сегодня набирают популярность как силовые установки беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). На данный момент они обладают меньшими габаритами и массой, имеют более простую конструкцию, чем поршневые двигатели, но проигрывают им в топливной экономичности. Низкая эффективность малоразмерных ГТД обусловлена невысокими параметрами цикла и пониженным КПД узлов, что вызвано малыми размерами изделия. Наиболее эффективным способом снижения расхода топлива является существенное повышение параметров рабочего процесса, что, однако, ограничивается желанием получить простую конструкцию с минимальным числом деталей, размерами и отсутствием охлаждения турбины. По этой причине для завоевания рынка силовых установок БПЛА необходимо находить пути и «выжимать» даже малые крохи эффективности из всех узлов двигателя.

В частности, авторы данной работы обратили внимание на выходное устройство такого ГТД, поскольку его эффективность определяет тягу двигателя. Авторами ставилась задача снижения потерь энергии в сопле одновального ГТД тягой 60Н, изображенного на рис. 1 [1].

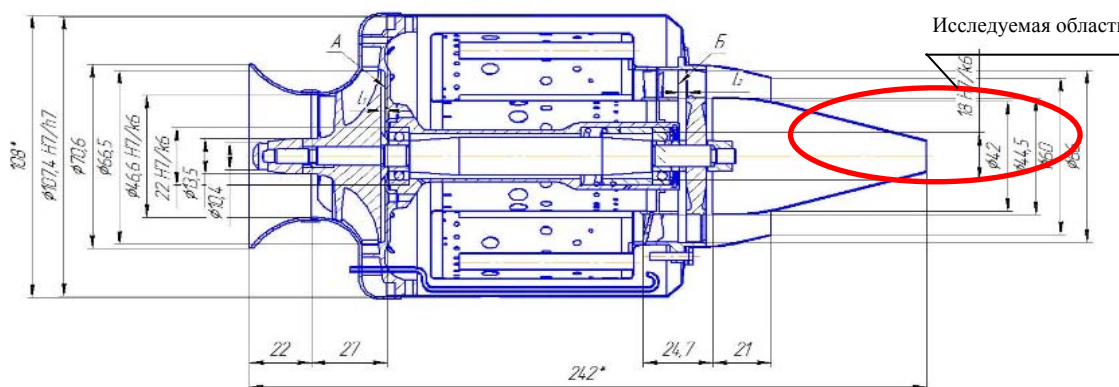


Рис. 1. Чертеж исследуемого мини ГТД

Для поиска путей совершенствования сопла было проведено исследование рабочего процесса в нём в программном комплексе ANSYS CFX по методике, изложенной в [2].

На основании чертежа была создана геометрия расчётной области, содержащая непосредственно канал сопла и протяжённую область атмосферы на выходе из сопла (рис.2).

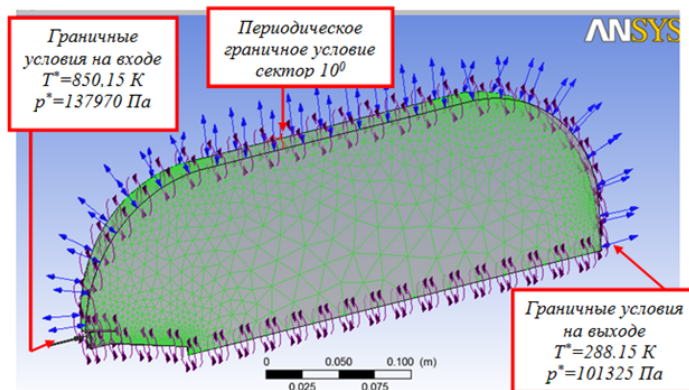


Рис. 2. Расчетная область для построения КЭ модели

Наличие данной области обусловлено необходимостью корректно учесть неравномерность полей параметров на выходе из сопла. Поскольку сопло представляет собой тело вращения, то мо-

делировался лишь сектор 10° с периодическими граничными условиями на боковых границах. В качестве граничных условий были приняты полное давление и температура на входе и статическое давление, равное атмосферному, на выходе. Численные значения граничных условий были приняты по результатам поверочного термогазодинамического расчета двигателя.

В качестве рабочего тела использовались продукты сгорания керосина, подчиняющиеся закону идеального газа. В расчёте учитывалось, что свойства рабочего тела зависят от температуры. В расчёте использовалась модель турбулентности $k-\epsilon$.

Расчётная область была дискретизирована неструктурной сеткой конечных элементов на основе треугольных элементов с призматическим подслоем.

В результате расчёта были получены поля изменения всех параметров в расчётной области, поля векторов и линий тока. В качестве иллюстрации (рис. 3) приведены поля изменения давления и скорости в меридиональном сечении сопла. Видно, что полученные результаты полностью соответствуют существующим представлениям о рабочем процессе сопла и не содержат необъяснимых результатов [3]. Этот факт позволяет сделать вывод об адекватности созданной расчётной модели.

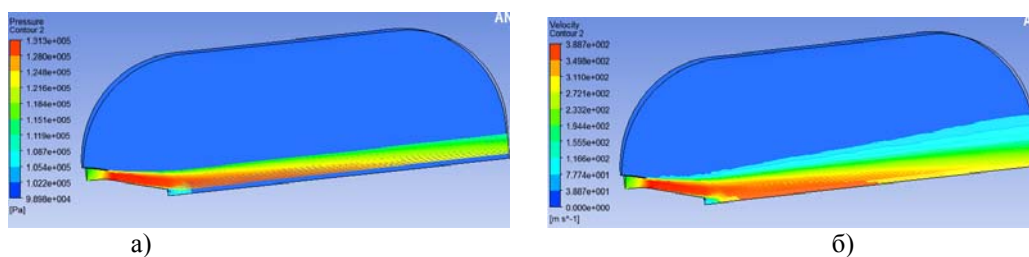
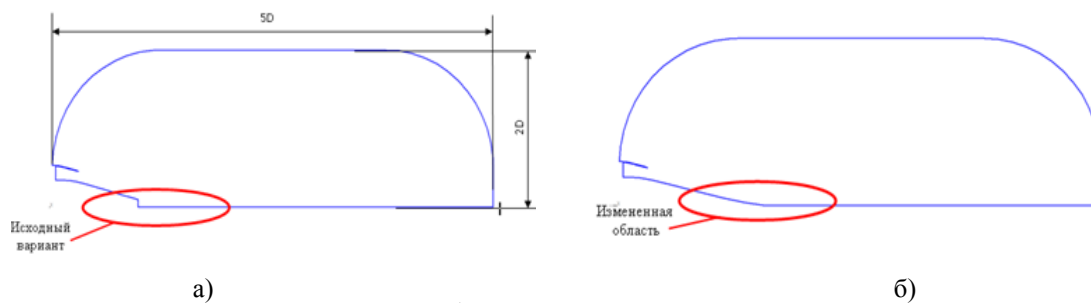


Рис. 3. Поля изменения (а) давления, (б) скорости

Расчётное значение коэффициента скорости в рассматриваемом сопле составило 0,952. Анализ структуры течения показывает, что поскольку центральный конус сопла имеет форму усечённого конуса, то за ним образуется отрывная зона, что является основным источником потерь в сопле. По этой причине было предложено изменить форму центрального тела сопла (рис.5).



* D -диаметр сопла, $D=66$ мм.

Рис. 4. Исходный (а) и измененный (б) варианты геометрии сопла

Исследование рабочего процесса в сопле изменённой конструкции показал, что отрывная зона была полностью устранена, а значение коэффициента скорости увеличилось на ... ($\varphi=0,9...$).

Таким образом, в данной работе с помощью методов вычислительной газовой динамики были найдены пути коррекции формы сопла, которые позволяют заметно снизить потери в нем.

Литература.

1. Электронный ресурс: <http://avia-master.com/>
2. О. В. Батурин, Д. А. Колмакова, А. В. Кривцов Численное исследование рабочего процесса во входных и выходных устройствах. – М-во образования и науки РФ, СГАУ – Электрон.текстовые и граф. дан. (4,5 - Мбайт). - Самара, 2013. – 73 с.
3. В.В. Кулагин Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: Учебник. 2-е изд., исправл. Основы теории ГТД. Рабочий процесс и термогазодинамический анализ. Кн.1. Совместная работа узлов выполненного двигателя и его характеристики. Кн.2. – М.: Машиностроение, 2003. – 616 с.: ил.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНОГО РАЗРЫВА ПРИ ВЕРХОВЫХ ЛЕСНЫХ ПОЖАРАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СКОРОСТИ ВЕТРА И СВОЙСТВ ЛЕСНОГО МАССИВА ПРИ ПОМОЩИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

К.О. Фрянова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, тел. (3822)-56-36-98

E-mail: kof1@tpu.ru

Лесные ресурсы — один из важнейших видов ресурсов на Земле. Лесные ресурсы относятся к возобновляемым ресурсам. Мировые лесные ресурсы характеризуются двумя главными показателями: запасами древесины на корню (350 млрд. м³) и размерами лесной площади (4,1 млрд. га или около 27% площади суши), которые благодаря постоянному приросту ежегодно увеличиваются на 5,5 млрд. м³.

Леса играют огромную роль в российской экономике не только как источники древесины, но и многих видов сырья. При хозяйственной оценке лесных ресурсов первостепенное значение имеет такая характеристика, как запасы древесины. В России самые большие запасы лесов в мире и площадь наших лесов составляет более 800 000 га. Лес занимает около 45% территории нашей страны и составляет около 24% запасов всей планеты [1].

Значимую роль леса играют в газовом балансе атмосферы и регулировании климата планеты. Общий баланс для лесов России, рассчитанный Б.Н.Моисеевым составил для углекислого газа 1789064.8 тыс. тонн, а для кислорода - 1299019.9 тыс. тонн. Ежегодно в лесах России депонируется 600 млн. тонн углерода. Эти гигантские объемы миграции газов существенно стабилизируют газовый состав и климат планеты [2].

Основные запасы лесов России концентрируются в Сибири и на Дальнем Востоке, а также на Европейском севере. Максимальные проценты лесопокрытой площади отмечаются в Иркутской области и Приморском крае, несколько ниже они на юге Хабаровского края, юге Якутии, в приенисейской части Красноярского края и в республике Коми, Вологодской Костромской и Пермской областях. Однако лесистость совпадает с высокими запасами древесины лишь в Приморском крае и, в меньшей степени, на юге Красноярского края. В других регионах, где произрастают наиболее продуктивные леса (на Кавказе, Алтае, Европейском центре) лесистость заметно снижена, причем в значительной степени благодаря деятельности человека.

Ежегодно в Российской Федерации в результате лесных пожаров гибнет около 1 млн. га леса. Возникновение и распространение лесных пожаров зависят от различных условий (климатических: скорости ветра, температуры окружающей среды, состояния атмосферы и т.д.) рельефа местности и других факторов.

Наиболее опасным видом лесных пожаров являются верховые, на долю которых приходится до 70% выгоревшей площади. Верховой пожар распространяется по кронам деревьев, при этом чаще всего горит весь древостой. Возникновение и развитие верховых лесных пожаров происходит, в основном, от низовых лесных пожаров в древостоях с низко опущенными кронами, в разновозрастных хвойных лесах, в многоярусных и с обильным подростом насаждениях, а также в горных лесах. Скорость верховых лесных пожаров такова: устойчивого - 300–1500 м/ч, беглого - 4000–5000 м/ч [3]. Следует отметить, что до сих пор не выяснены до конца механизмы и условия возникновения различных видов лесных пожаров.

Тушение лесных пожаров требует больших затрат сил и средств, и, в подавляющем большинстве случаев, малоэффективно или невозможно. Экспериментальные методы изучения лесных пожаров являются дорогостоящими и не позволяют проводить полное физическое моделирование данного явления, представляют интерес теоретические методы исследования [4]. Поэтому изучение данного явления с помощью метода математического моделирования помогает разработать профилактические меры по предотвращению и определению возможности возникновения лесных пожаров, ведь математическая модель — это приближенное описание объекта моделирования, выраженное с помощью математического аппарата.

В представленной работе нами исследуется влияние скорости ветра, влагосодержания и запаса лесных горючих материалов (ЛГМ) на ширину противопожарного разрыва для верховых лесных пожаров. Исследование проводится методом математического моделирования физических процессов. Этот метод основывается на численном решении трехмерных уравнений Рейнольдса для турбулентного течения с учетом уравнений диффузии для химических компонентов и уравнений сохранения

энергии для газовой и конденсированной фаз и уравнения состояния. Для получения дискретных аналогов используется метод контрольных объемов [5].

В результате численного интегрирования получены поля распределения линий равного уровня (изолиний) температуры, концентраций кислорода и летучих горючих продуктов пиролиза при распространении верховых лесных пожаров через противопожарные разрывы. На основе полученных данных нами изучена зависимость критических размеров противопожарных разрывов от основных характеристик лесных массивов и скорости ветра (Рис. 1-2). Анализируя Рис. 1-2, можно сделать вывод, что с увеличением скорости ветра необходимо увеличивать разрыв, а так же чем больше влаги содержится в ЛГМ и чем больше его запас, тем меньшая ширина просеки требуется для предотвращения распространения пожара.

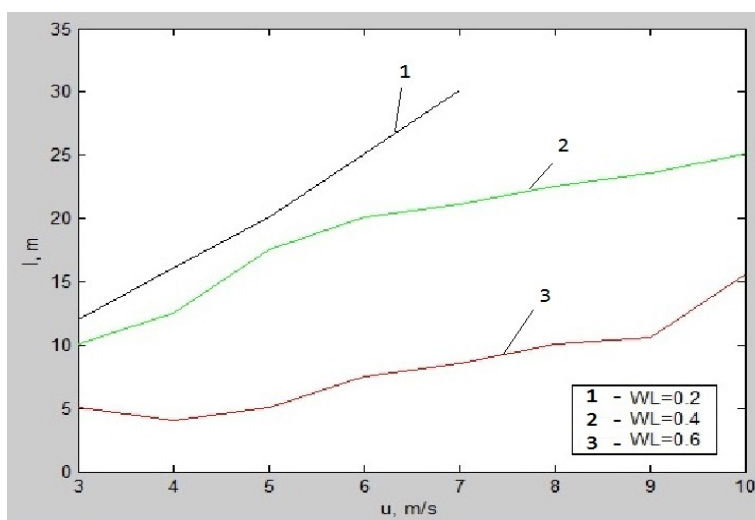


Рис. 1. Зависимость минимальной ширины разрыва от скорости ветра и влажосодержания ЛГМ

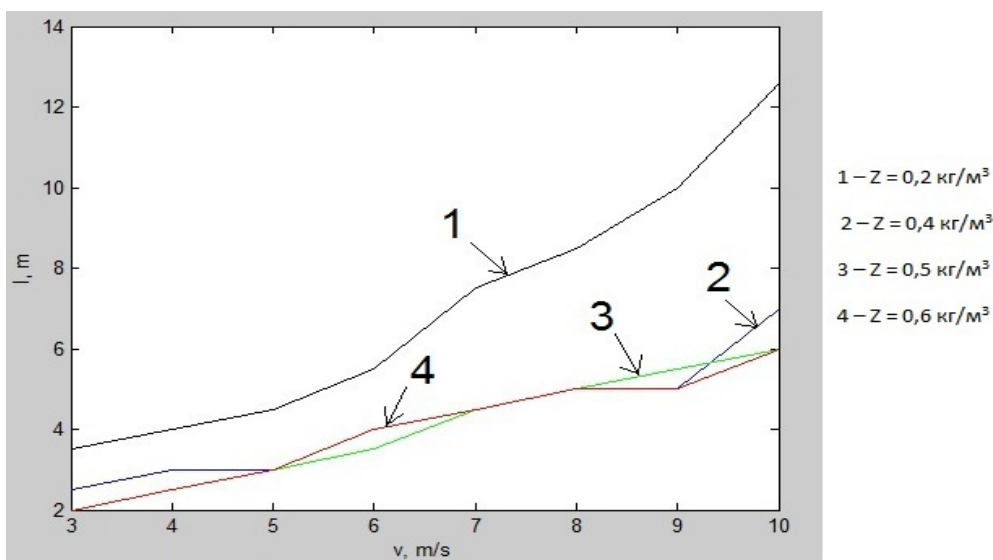


Рис. 2. Зависимость минимальной ширины разрыва от скорости ветра и запасов ЛГМ

На Рис. 3-4 а) и б) представлены распределения основных функций для двух случаев преодоления и непреодоления разрывов.

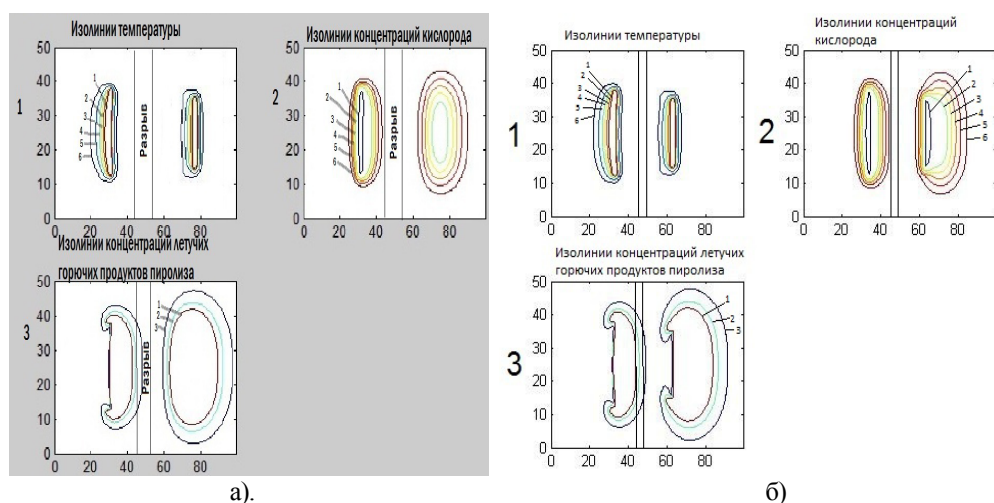


Рис. 3. Распределения линий равного уровня (изолиний) температуры, концентраций кислорода и летучих горючих продуктов пиролиза. (а) - зависимость от влагосодержания ЛГМ; б) - зависимость от запасов ЛГМ)

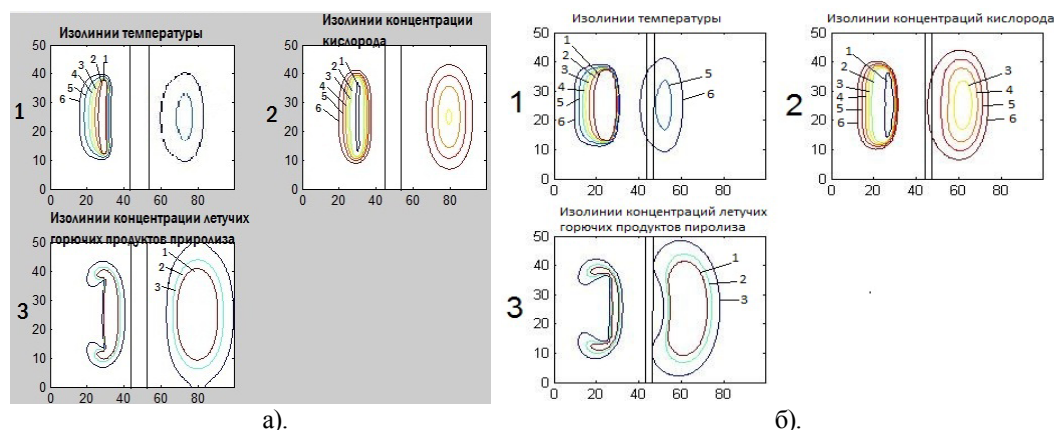


Рис. 4. Распределения линий равного уровня (изолиний) температуры, концентраций кислорода и летучих горючих продуктов пиролиза. (а) - зависимость от влагосодержания ЛГМ; б) - зависимость от запасов ЛГМ).

Следовательно, с помощью данной математической модели можно получить критические условия распространения верхового лесного пожара при заданных размерах разрыва, иначе говоря, зависимость скорости распространения от скорости ветра, влагосодержания лесных горючих материалов (ЛГМ) и их запасов, что, в свою очередь, дает возможность применять такой метод расчетов для профилактики и разработки новых методик профилактики и борьбы с верховыми лесными пожарами.

При увеличении скорости распространения верхового лесного пожара происходит уменьшение влагосодержания лесных горючих материалов. И соответственно, если увеличивается скорость ветра (скорость движения воздушных масс), то скорость распространения верхового лесного пожара увеличивается. Кроме того, при увеличении скорости ветра необходимо увеличивать ширину разрыва, а меньшему запасу ЛГМ соответствует большая ширина разрыва.

Литература.

1. Гришин А.М. Математические модели лесных пожаров и новые способы борьбы с ними. – Новосибирск: Наука, 1992, 408 с.
2. Гришин А.М., Грузин А.Д., Зверев В.Г. Математическая теория верховых лесных пожаров // Теплофизика лесных пожаров. - Новосибирск: ИТФ СО АН СССР. 1984. – С.38-75.
3. Щетинский Е.А. Тушение лесных пожаров: Пособие для лесных пожарных. Изд.3-е, перераб. и доп. – М.:ВНИИЛМ, 2002. 104 с.
4. Perminov V. Numerical Solution of Reynolds equations for Forest Fire Spread // Lecture Notes in Computer Science. - 2002. -V.2329. –P.823-832.
5. Патанкар С.В. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. - М.: Энергоатомиздат, 1984. – 124с.,152 с.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА ЗАЩИТНОГО ПРОТИВОПРИГАРНОГО ПОКРЫТИЯ ПРИ СВАРКЕ В УГЛЕКИСЛОМ ГАЗЕ

А.С. Сапожков, студент гр. ММЧ 12, С.Б. Сапожков, д.т.н., профессор
Сибирский государственный индустриальный университет
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42*

** Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451)64942
E-mail: WH13@BK.RU*

В работах [1-2] был сделан вывод, что наилучшие технологические свойства и наименьшее влияние на механические свойства и химический состав сварного соединения, при сварке в углекислом газе с применением защитных противопрigarных покрытий, оказывают покрытия на основе водного раствора сульфитно-спиртовой барды (КБЖ).

Однако не все эти покрытия удовлетворяют в достаточной степени всем требованиям, предъявляемым к защитным покрытиям. Поэтому необходимо было разработать такой состав защитного покрытия, который бы удовлетворял всем требованиям, предъявляемым к защитным покрытиям.

Одной из задач настоящего исследования являлась разработка метода по выбору состава защитного покрытия с учетом его влияния на распределение остаточных напряжений. Обычно критерий оптимальности является комплексным и содержит требования к различным свойствам сварного соединения. В данном случае за критерий оптимальности выбран минимум остаточных напряжений, в сочетании с комплексом допустимых физико-механических свойств.

Изучение применяемых защитных покрытий показало [3], что наилучшими технологическими и физико-механическими характеристиками обладают покрытия В12 и В15. Недостатком известных покрытий является высокая стоимость его компонентов, что при больших объемах применения скажется на себестоимости продукции. Поэтому задачей являлось разработать состав покрытия, имеющего эквивалентные защитные свойства, но более дешевый в сравнении с покрытиями В12 и В15.

Поставленная задача достигалась тем, что в покрытие для защиты поверхности от брызг расплавленного металла, содержащего сульфидно-спиртовую барду, кальцинированную соду введен термостойкий наполнитель – сапропель. Сапропель состоит из солей кальция, магния, железа, цинка, селена, марганца, коллоидных компонентов алюминия, кремния, лигнина, целлюлозы и др. компонентов.

Компоненты покрытия выполняют следующие функции: связующего – сульфитно – спиртовая барда, которая вводится в состав покрытия в виде раствора; поверхностно-активного – кальцинированная сода, которая вводится в виде порошка; термостойкого наполнителя – сапропель, который вводится в состав покрытия в виде порошка.

Перед началом оптимизации компонентов нового состава защитного покрытия было установлено влияние параметров режима сварки в углекислом газе на количество трудноудаляемых брызг. Результаты показали, что максимальное сцепление брызг с поверхностью изделия происходит при силе тока 300 А и напряжении дуги 28 В. На данных режимах проведены исследования по выбору оптимального состава защитного покрытия.

Соотношения компонентов усовершенствованного покрытия подбирались с помощью построения статистической модели, которая позволяет найти значение набрызгивания (отношения веса прилипших капель к общему весу расплавленной электродной проволоки в процентах от включенных в модель параметров: X – КБЖ, Y – кальцинированная сода, Z – сапропель). В общем виде данная задача была представлена как минимизация функции цели $\beta(x, y, z)$ [4-6]. Прежде чем перейти к изложению методики оптимизации, поясним некоторые моменты, связанные с выбором величин, ограничивающих интервалы изменений X , Y , Z .

По переменной X были рассмотрены 3 значения, по переменным Y , Z – 6 значений (табл. 1). Обозначим варианты факторов (переменных) индексами 1, 2, 3, ..., ($X_1, X_2, X_3, Y_1, Y_2, \dots, Y_6, Z_1, Z_2, \dots, Z_6$).

Таблица 1

Варьирование факторов						
	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆
Z ₁	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁	X ₂	X ₃
Z ₂	X ₃	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁	X ₃
Z ₃	X ₂	X ₃	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁
Z ₄	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁	X ₂	X ₃
Z ₅	X ₃	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁	X ₂
Z ₆	X ₂	X ₃	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁

С целью исключения влияния систематических ошибок, вызванных внешними условиями, опыты рандомизировались с использованием таблицы равномерно распределенных случайных чисел. Далее проводили эксперименты по влиянию компонентов на технологические характеристики защитного покрытия.

На основе анализа экспериментальных данных была предложена следующая аналитическая зависимость:

$$\beta = C_0 - \frac{C_4}{1 + C_1 \cdot (x - x_0)^2 + C_2 \cdot (y - y_0)^2 + C_3 \cdot (z - z_0)^2}, \quad (1)$$

где C_0, C_1, C_2, C_3, C_4 – коэффициенты, подлежащие определению.

Обозначим через β_i значение коэффициентов набрызгивания, полученных экспериментально, а через $\beta(x_i, y_i, z_i)$ – вычисленные на основе предложенной модели. Пусть

$$\varepsilon = \sum_{i=1}^N [\beta_i - \beta(x_i, y_i, z_i)]^2. \quad (2)$$

Требование минимизации значения ε по методу наименьших квадратов приводит к системе уравнений для определения неизвестных C_k ($k=0, 1 \dots 4$)

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^N \left[C_1(x_i - x_0)^2 + C_2(y_i - y_0)^2 + C_3(z_i - z_0)^2 + \frac{C_4}{\beta_i - C_0} + 1 \right] \cdot (x_i - x_0)^2 &= 0; \\ \sum_{i=1}^N \left[C_1(x_i - x_0)^2 + C_2(y_i - y_0)^2 + C_3(z_i - z_0)^2 + \frac{C_4}{\beta_i - C_0} + 1 \right] \cdot (y_i - y_0)^2 &= 0 \\ \sum_{i=1}^N \left[C_1(x_i - x_0)^2 + C_2(y_i - y_0)^2 + C_3(z_i - z_0)^2 + \frac{C_4}{\beta_i - C_0} + 1 \right] \cdot (z_i - z_0)^2 &= 0; \\ \sum_{i=1}^N \left[C_1(x_i - x_0)^2 + C_2(y_i - y_0)^2 + C_3(z_i - z_0)^2 + \frac{C_4}{\beta_i - C_0} + 1 \right] \cdot \frac{1}{\beta_i - C_0} &= 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Решение данной системы дает следующие значения коэффициентов:

$$C_0=96; C_1=4 \cdot 10^{-3}; C_2=3 \cdot 10^{-4}; C_3=1 \cdot 10^{-4}; C_4=87; x_0=140; y_0=50; z_0=210$$

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что оптимальным составом покрытия будет следующий: КБЖ ≈ 140 г; кальцинированная сода ≈ 50 г; сапрпель ≈ 210 г на литр воды, при этом толщина слоя покрытия составит 30 мкм, и практически полностью исключается сцепление брызг с металлом, а остаются только следы ожогов покрытия.

Литература.

1. Fedko V.T., Tomas K.I. and Sapozhkov S.B., Protecting the surfaces of welded components against molten metal splashes in CO₂ welding // Welding International. 1998. № 1. P. 58 – 62.
2. Fedko V.T., and Sapozhkov S.B. Investigation of temperature fields in the contact zone of droplets (splashes) on molten metal with the surface of welded metal// Welding International. 1999. № 4. P. 310 – 313.
3. Федько В.Т., Сапожков С.Б., Зернина Е.В. Покрытия для защиты поверхности от набрызгивания при наплавке и сварке в CO₂ // Ремонт, восстановление, модернизация. 2003. №3. С. 41 – 47.
4. Статистические методы в инженерных исследованиях. / Под ред. Г.К. Круга. М.: Высш. шк., 1983. 216 с.
5. Налимов В.В., Чернова Н.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М.: Наука, 1965. 340 с.
Налимов В.В. Статистические методы описания химических и металлургических процессов. М.: Металлургиздат, 1962. 61 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ПРИ ШЛИФОВАНИИ

Е.М. Буракова, лаборант

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

Процесс шлифования занимает большое место в современном машиностроении как один из финишных методов обработки. Причем высокие скорости резания при шлифовании и формообразование в тонких приповерхностных слоях материала вызывают значительные механические и тепловые нагрузки, приводящие иногда к трещинам и прижигам на обработанных поверхностях. Это ухудшает качество обработки. С другой стороны, высокие температуры при шлифовании воздействуют на шлифовальный круг, приводят к выгоранию связки, затуплению зерен, повышенному износу, что снижает производительность и ухудшает условия обработки.

До настоящего времени тепловые и динамические процессы при шлифовальной обработке исследовались раздельно. Но при использовании предельных режимов резания и повышении требований к точности обработки постоянные времени этих процессов в зоне резания становятся сравнимыми. Поэтому динамическое поведение технологического оборудования можно предсказать только с учетом комплексного воздействия тепловых и упругих процессов.

Для построения математической модели использован метод электрической аналогии [1], который позволяет отразить как тепловые, так и процессы другой физической природы.

Шлифование как процесс пластического деформирования и разрушения материалов детали и круга занимает промежуточное положение между резанием резцом [2, 3] и трением. Поэтому при моделировании динамики процесса шлифования необходимо учесть особенности этого процесса. Математические модели должны учитывать, что изменения условий обработки (подача, ширина круга, зернистость и т. д.) влияют на силы резания через изменение фактического, а не номинального сечения срезаемого слоя. Схему контакта шлифовального круга с заготовкой можно представить в соответствии с рис. 1.

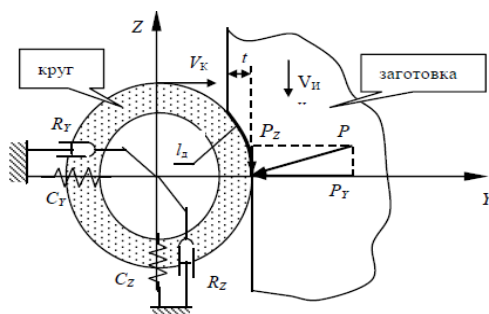


Рис. 1. Схема контакта шлифовального круга

Процесс удаления материала с заготовки на длине контакта l_d обеспечивают отдельные зерна (рис. 2). Процесс отделения стружки отдельным зерном содержит три фазы упругопластического взаимодействия: фаза чистой упругой деформации, фаза упругой и пластической деформации, фаза упругой и пластической деформации с удалением материала. При этом значения составляющих совокупной силы резания могут быть вычислены по следующим выражениям.

$$\begin{aligned} P_Y &= \sum P_{3Yi} + P_{CвY} + P_{CTY} + P_{ГдY}, \\ P_Z &= \sum P_{3Zi} + P_{CвZ} + P_{CTZ} + P_{ГдZ}. \end{aligned} \quad (1)$$

где P_{3Yi} , P_{3Zi} , $P_{CвY}$, $P_{CвZ}$, P_{CTY} , P_{CTZ} , $P_{ГдY}$, $P_{ГдZ}$ – радиальная и тангенциальная составляющие силы резания соответственно при микрорезании единичным зерном, от контакта материала со связкой круга, от контакта материала со стружкой, заполняющей поры круга, от воздействия гидродинамических потоков в области контакта детали с кругом.

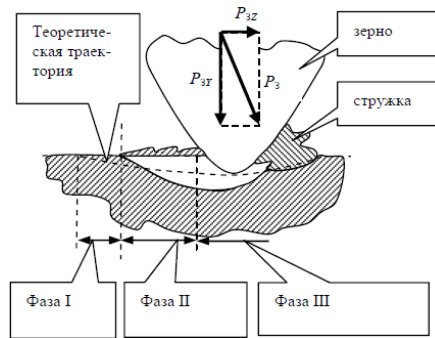


Рис. 2. Процесс резания отдельным зерном

Первые слагаемые, наиболее тесно связаны с кинематикой процесса и формированием обрабатываемой поверхности. Остальные составляющие мало зависят от относительного смещения круга и заготовки, их можно принять постоянными величинами и учесть в модели постоянными внешними усилиями.

Для определения P_{3Yi} , P_{3Zi} учтем систему сил, действующую на режущий выступ абразивного зерна (рис. 3) [3], и износ зерна при обработке.

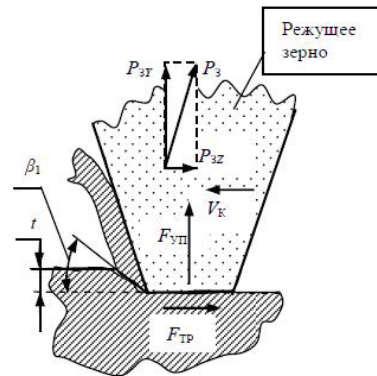


Рис. 3. Воздействие системы сил на режущий выступ зерна

При моделировании динамики процесса резания при шлифовании процесс резания будем отображать в виде полной линейной модели [2, 3, 4], так как процесс микрорезания зерна соответствует процессу резания резцом.

При этом процессы микрорезания зерен, находящихся в контакте с заготовкой, представим в виде некоторого совокупного процесса (2).

$$P + T_p P = h_{px} x + k_{py} y + h_{py} y + k_{pz} z + h_{pz} z, \quad (2)$$

где k_{px} , k_{py} – коэффициенты резания по осям x , y , h_{px} , h_{py} , h_{pz} – коэффициенты демпфирования по координатам x , y , z .

Коэффициенты резания по осям y и z при шлифовании можно вычислить по выражениям (3):

$$k_{py} = \left(\frac{\sqrt{3,25} \sin \beta}{\sin \beta} + 1 \right) \tau_p B l_d, \quad (3)$$

$$k_{pz} = \left(\frac{\sqrt{3,25} \cos \beta}{\sin \beta} + \mu \right) \tau_p B l_d.$$

где β – угол между равнодействующей силой резания и скоростью резания,

β_1 – угол сдвига,

τ – среднее касательное напряжение в плоскости сдвига,

n_p – фактическое число зерен, участвующих в резании, на единице площадки контакта круга с заготовкой,

B – ширина контакта круга с заготовкой,

l_d – длина контакта круга с заготовкой,

μ – коэффициент трения стружки о поверхность зерна.

Величину фактического числа зерен, участвующих в резании, на единичной площадке контакта круга с заготовкой можно определить, исходя из законов теории вероятности, по выражению (4) [2, 5, 6, 7]:

$$n_p = \frac{0,4}{x_{cp}^2} \sqrt{\frac{\omega^* \cdot K^*}{v_k \cdot (1 - \varepsilon)}}, \quad (4)$$

где x_{cp} – средняя величина зерна, мм,

K^* – концентрация режущего материала в круге, %, V_k – скорость шлифования, м/с,

ε – относительная глубина заделки зерен, ($\varepsilon=0,7\dots0,8$),

ω – скорость погружения зерен в обрабатываемый материал, мм/с.

Абразивные и алмазные круги, применяемые при шлифовании, являются инструментами со стохастическим (вероятностным) расположением множества элементарных режущих зерен. В месте расположения каждого из зерен с материалом заготовки выделяется теплота, возникающая в процессе срезания отдельной стружки. Расположение этих локальных источников тепловыделения на поверхности контакта между заготовкой и кругом в связи со стохастическим размещением зерен непрерывно меняется во времени. Это приводит к выравниванию температур на всей контактной поверхности заготовки. Выравниванию температур содействует также явление самозатачивания. Эти особенности процесса шлифования позволяют при отображении тепловых процессов ориентироваться на схематизированное зерно с некоторыми усредненными геометрическими параметрами и условиями работы.

Для практического теплофизического анализа процесса шлифования будем использовать систему тел и источников в локальной области, прилежащей к зерну [5, 8, 9], согласно рис. 4.

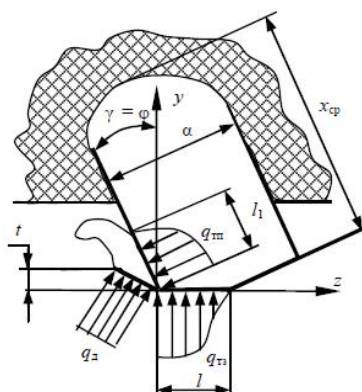


Рис. 4. Режущий выступ зерна и расположение источников тепловыделения

Данная схема представляет режущий выступ зерна. В схеме учитываются три источника тепловыделения: от деформации q_d , от трения на поверхности контакта зерна с обрабатываемым материалом $q_{тз}$ и от трения передней поверхности зерна со стружкой $q_{ш}$.

Теплота от каждого элементарного источника распределяется между всеми телами, участвующими в процессе. Представим это распределение в виде итоговых потоков теплообмена между инструментом, заготовкой и стружкой [2, 5, 6, 7, 8, 9].

Итоговые потоки тепла определяем как результат совокупности элементарных потоков, соединенных параллельно. Элементарные источники представим аналогично в виде соответствующих совокупных источников.

$$Q = q \cdot n_d \cdot l_d \cdot B,$$

где n_d – среднеевероятное количество режущих зерен, активно участвующих в процессе шлифования на единице контакта,

l_d – длина контакта,

B – ширина контакта.

Математическая модель теплодинамической системы шлифовального станка при врезном шлифовании представляет собой систему обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами:

$$\begin{aligned}
 &\varphi + h_{\varphi} \varphi + C_{\varphi} + k_z P = 0, \\
 &M_x x + h_x x + C_x x + k_x P = 0, \\
 &M_y y + h_y y + C_y y + k_y P = 0, \\
 &h_{px} x + h_{py} y + h_{pz} z + \frac{1}{T_p} P + P = 0, \\
 &C_c \frac{d\Theta_1}{dt} + \left(\frac{1}{R_c} + \frac{1}{R_{\text{тп}}} \right) \Theta_1 - \frac{1}{R_{\text{тп}}} \Theta_2 = Q_d b^* \\
 &-\frac{1}{R_{\text{тп}}} \Theta_1 + \left(\frac{1}{R_{\text{тп}}} + \frac{1}{R_z} \right) \Theta_2 - \frac{1}{R_z} \Theta_3 = Q_{\text{тп}} \\
 &-\frac{1}{R_z} \Theta_2 + C_k \frac{d\Theta_3}{dt} + \left(\frac{1}{R_k} + \frac{1}{R_y} + \frac{1}{R_z} \right) \Theta_3 - \frac{1}{R_y} \Theta_4 = 0 \\
 &-\frac{1}{R_y} \Theta_3 + \left(\frac{1}{R_y} + \frac{1}{R_{\text{т3}}} \right) \Theta_4 - \frac{1}{R_{\text{т3}}} \Theta_5 = Q_{\text{т3}} \\
 &-\frac{1}{R_{\text{т3}}} \Theta_4 + C_{\text{и}} \frac{d\Theta_5}{dt} + \left(\frac{1}{R_{\text{т3}}} + \frac{1}{R_{\text{и}}} \right) \Theta_5 = Q_d (1 - b^*)
 \end{aligned} \quad (5)$$

где $\Theta_1, \Theta_2, \Theta_3, \Theta_4, \Theta_5$ – средние температуры характерных элементов исходной системы шлифовальной обработки: средняя температура стружки; средняя температура на передней поверхности зерна (температура резания), средняя температура в теле режущего зерна, средняя температура на задней поверхности зерна; средняя температура изделия;

k_{px}, k_{py}, k_{pz} – коэффициенты демпфирования резания по соответствующим координатам;

h_{px}, h_{py}, h_{pz} – коэффициенты демпфирования резания по соответствующим координатам;

k_x, k_y, k_z – коэффициенты, определяемые проекциями силы резания на соответствующие оси;

Q_d – теплота деформации (в ваттах);

b^* – коэффициент распределения теплоты деформации между изделием и стружкой;

$Q_{\text{тп}}$ – источник теплоты трения стружки по передней поверхности;

$Q_{\text{т3}}$ – источник теплоты трения заготовки по задней поверхности;

$R_{\text{тп}}$ – определяет теплообмен между стружкой и передней поверхностью зерна;

$R_{\text{т3}}$ – аналогично, определяет теплообмен между изделием и задней поверхностью зерна;

R_c – отражает отвод тепла со стружкой из зоны резания;

$R_{\text{и}}$ – учитывает теплоотвод из зоны резания в глубину изделия за счет его относительного движения;

R_z, R_y – отражают теплообмен между задней и передней поверхностями зерна;

R_k – учитывает отвод тепла от зерна в связку круга;

C_i – учитывают теплоемкость участков.

Полученная математическая модель (5) описывает основные теплодинамические процессы при врезном шлифовании. Она обладает достаточной гибкостью и универсальностью, позволяет отображать нюансы тепловых и механических упругих процессов при различных условиях обработки.

Литература.

1. Зарубин, В. С. Математическое моделирование в технике: Учеб. для вузов / В. С. Зарубин, А. П. Крищенко. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. 496 с.
2. Никитин С. П. Моделирование процесса резания при шлифовании с учетом взаимодействия упругой и тепловой систем / Вестник УГАТУ, 2009, №4, С 61-65.
3. Кедров, С. С. Колебания металлорежущих станков / С. С. Кедров. М.: Машиностроение, 1978. 199 с.

4. Кудинов, В. А. Системность и диалектика в динамике технологических процессов и машин / В. А. Кудинов // СТИН. 2000. № 1. С. 5–11.
5. Резников, А. Н. Теплофизика процессов механической обработки материалов / А. Н. Резников. М.: Машиностроение, 1981. 279 с.
6. Резников, А. Н. Теплофизика резания / А. Н. Резников. М.: Машиностроение, 1969. 288 с.
7. Резников, А. Н. Тепловые процессы в технологических системах / А. Н. Резников, Л. А. Резников. М.: Машиностроение, 1990. 288 с.
8. Якимов, А. В. Теплофизика механической обработки / А. В. Якимов, П. Т. Слободяник, А. В. Усов. К., Одесса: Лыбидь, 1991. 240 с.
9. Ящерицын, П. И. Теория резания. Физические и тепловые процессы в технологических системах: Учеб. для вузов / П. И. Ящерицын. Мн.: Выш. шк., 1990. 512 с.

СЕКЦИЯ 3: ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НЕПРЕРЫВНОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Э.А. Шатц, студент гр.10В30, М.А. Уманцев, учитель математики

МБОУ «Лицей города Юрги»

652050, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Кирова, 7, тел. (38451) 6 68-43

E-mail: yargalicei9@rambler.ru

Содержание математического образования студентов технического вуза, а также требования к их математической подготовке сформулированы и зафиксированы в государственных образовательных стандартах высшего профессионального образования. Однако ошибочным с точки зрения современной психологии и дидактики продолжает оставаться мнение о том, что овладение самим содержанием математики автоматически формирует мышление студентов и является достаточным условием для того, чтобы студент мог самореализовать себя в выбранной сфере деятельности. При обучении математике главным является не то, какое содержание должно быть усвоено, а то, как это содержание должно быть усвоено и самое главное, как процесс усвоения содержания математического образования повлияет на дальнейшее самообразование, саморазвитие, самореализацию личности студента. Условия для наиболее полного раскрытия и развития потенциальных возможностей личности в процессе обучения математике могут быть обеспечены в полной мере лишь при соблюдении основного принципа гуманизации образования – индивидуализации обучения.

Индивидуализация обучения предполагает обучение студентов с учётом их индивидуально-психологических условий и склонностей к определённой профессиональной деятельности, применение такой организации учебного процесса, которые обеспечивают наиболее полное раскрытие потенциальных возможностей студентов, развитие их интеллектуальных, профессиональных, творческих способностей, личности в целом. Основным ресурс для этого – усвоение студентами базового содержания математического образования, но индивидуально неповторимым способом в индивидуальном темпе, чему способствует информирование студентов преподавателем в начале каждого семестра в рейтинг-плане дисциплины об основных этапах контроля выполнения индивидуальных домашних заданий, рефератов, проектов и т.д. в течение семестра.

Обучение с учётом индивидуально-психологических особенностей студентов (темперамента, функциональной симметрии-ассиметрии полушарий головного мозга, когнитивных стилей, акцентуаций характера, самооценки, уровней притязаний, уровня развития интеллектуальных способностей и т.д.) способствует активизации и повышению эффективности их познавательной деятельности, а, следовательно, развитию их интеллекта и психики в целом. Знание преподавателем личностных и интеллектуальных особенностей студентов, их склонностей способствует как установлению взаимопонимания между преподавателем и студентом, так и повышению эффективности и успешности учебной деятельности.

Так, знание уровня развития логического, образного и пространственного мышления, общего интеллекта позволяет преподавателю организовать обучение на основе принципа высокого уровня трудности. В результате сравнительного анализа когнитивно-стилевых особенностей педагогов и субъектов учения выявлено следующее: чем выше уровень соответствия когнитивного стиля педагога и студента, тем лучше успеваемость по данному предмету. А при несоответствии стилиевых особенностей педагога и студента возникает так называемый "конфликт стилей", что снижает успешность обучения. Несоответствие индивидуальных познавательных стилей студентов и индивидуальных стилей педагогической деятельности преподавателей может порождать фрустрацию, тревожность, которая выражается в волнении, в ожидании постоянного неуспеха, является фактором риска, ведущим к деформации личности, поэтому перед преподавателем встаёт задача поиска компенсирующих методов обучения, предотвращающих «стилевые» конфликты.

Зная склонности студентов к соответствующей профессиональной деятельности, преподаватель может разработать систему задач-заданий, выполнение которых будет способствовать формированию информационной основы деятельности и профессионально-важных качеств в той деятельности, к которой у студентов наиболее выражена направленность. Этому в значительной степени способствует и организация деловых игр в соответствии с будущей профессиональной деятельностью студентов.

Для выявления индивидуально-психологических показателей, оказывающих влияние на академическую успеваемость студентов по математике, сравнивались три группы студентов 1 курса ЮТИ ТПУ, имеющих различную успеваемость по математике: 1 группа – студенты, сдавшие семестровый экзамен на «4» и «5»; 2 группа – студенты, сдавшие семестровый экзамен на «3»; 3 группа – студенты, не сдавшие экзамен по математике (таблица 1). Для изучения влияния индивидуальных различий в развитии тех или иных свойств личности на успешность в познавательной деятельности при изучении математики использовалась многофакторная личностная методика Р. Кеттелла, адаптированная к российским культурно-историческим условиям [1]. В таблице 1 приведены средние результаты некоторых психологических особенностей студентов.

Анализ полученных результатов показал, что для "успешных" в обучении студентов характерны такие психологические особенности, как готовность к сотрудничеству, развитое абстрактное мышление, оперативность, высокая обучаемость, самостоятельность, добросовестность, умение оперировать абстрактными понятиями, адекватная самооценка. В группе "отстающих" и "отчисленных" отмечаются более высокие показатели астенического настроения и стрессоуязвимости, низкая мотивация к учению.

Таблица 1

Средние результаты по студенческим группам

фактор группа	A	B	C	E	F	G	H	I	L	M	N	O	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	MD
1	9	7	10	10	6	10	7	7	4	5	6	7	8	9	9	10	7
2	8	4	6	8	5	6	5	7	6	7	5	5	6	6	6	5	8
3	6	2	3	9	5	2	5	6	8	5	4	10	10	2	1	1	5

Таким образом, "успешным" и "неуспешным" студентам свойственны определенные личностные особенности, которые могут способствовать обучению в вузе или затруднять его. Признаки, обладающие изменчивостью под влиянием педагогических воздействий, нуждаются в своевременном совершенствовании. План этих воздействий может строиться с учетом структуры корреляционной зависимости и общей логики проведения индивидуальной работы. При использовании любых форм и методов обучения математике в техническом вузе нельзя, конечно, учесть все индивидуальные особенности каждого студента, поэтому реальнее учитывать индивидуальное развитие групп студентов, обладающих сходными особенностями. Для этого необходимо отработать классификацию, создать диагностический инструментарий, скомплектовать разноуровневые индивидуальные задания для аудиторных и внеаудиторных занятий, и затем, обладая разнообразным технологическим инструментарием, согласовывать свои приёмы и методы работы с индивидуальными особенностями группы студентов.

Индивидуализацию обучения математике студентов одной и той же специальности, но разной профессиональной направленности возможно осуществить по двум вариантам:

1) Обучение по индивидуальному плану при активной (главным образом) самостоятельной познавательной деятельности в соответствии с профессиональной направленностью при консультации преподавателя. Это возможно для студентов со сформированной психологической готовностью к учебной деятельности в вузе, т.е. наличии мотивации к познавательной деятельности в соответствии с профессиональной направленностью, умения ставить цели, находить пути и средства их достижения, умения принимать решения в различных ситуациях, возникающих в процессе достижения поставленных целей; при наличии системы знаний и способностей к дальнейшему формированию информационной основы будущей профессиональной деятельности, а также способностей в большой степени самостоятельно формировать профессионально важные качества, выполняя соответствующие задания;

2) Индивидуализация обучения при групповой форме организации учебного процесса. При такой организации учебного процесса разрабатываются планы обучения на подгруппу студентов с одинаковой профессиональной направленностью, формируются комплекты задач-заданий, выполнение которых должно способствовать формированию профессиональной системы знаний. Целесообразно применять дифференцированное обучение, когда группа разбивается на подгруппы в соответствии с уровнем обученности и профессиональной направленности.

При использовании любых форм и методов обучения математике в техническом вузе нельзя, конечно, учесть все индивидуальные особенности каждого студента, поэтому реальнее учитывать индивидуальное развитие групп студентов, обладающих сходными особенностями. Для этого необходимо отработать классификацию, создать диагностический инструментарий, скомплектовать разноуровневые задания, и затем, обладая разнообразным технологическим инструментарием, согласовывать свои приёмы и методы работы с индивидуальными особенностями группы студентов.

Реализация в учебном процессе индивидуализации обучения математике, безусловно, способствует развитию интеллектуальных способностей, повышению качества подготовки специалистов в техническом вузе.

Литература.

1. Капустина А.Н. Многофакторная личностная методика Р. Кеттелла: Учеб.-метод.пособие. – СПб.: Речь, 2006. – 104с.
2. Зимняя И. А. Компетентностный подход. Каково его место в системе современных подходов к проблемам образования? (теоретико-методологический аспект) / И. А. Зимняя // Высшее образование сегодня – 2006. – №4. – С. 20–27.
3. Соколова И. Ю., Кабанов Г. П. Качество подготовки специалистов в техническом вузе и технологии обучения: учебно-методическое пособие для педагогов, аспирантов, магистрантов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 203 с.
4. Холодная М. А. Психологический статус когнитивных стилей: предпочтения или «другие» способности? / М. А. Холодная // Психологический журнал. – 1996. – Т.17. №1. – С.61-69.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ В УСЛОВИЯХ СОВМЕСТНОЙ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

А.В. Курилова, студент гр. ЮРП12

Новосибирский государственный университета экономики и управления

г. Новосибирск, ул. Каменская, 52

E-mail: alina_kurilova93@inbox.ru

Необходимым условием эффективности обучения математике является использование такой методики преподавания, которая учитывает реальные психологические механизмы усвоения учебной информации и методы стимулирования познавательной активности студентов, способствующие усвоению этой информации. По мнению Л.В. Петровского «Основу побуждений человека как личности, следует искать не в биологической его природе..., а в реальных социальных отношениях, в его деятельности...» [6, с.52], поэтому для стимулирования интеллектуальной активности студентов целесообразно применять целенаправленное организованное общение, побуждающее обучающихся к познавательной деятельности. Это может быть и деловая игра, и практикум, и научный кружок, и подготовка к участию в научно-практической конференции. Среди используемых методов может быть и работа в малых группах на практических занятиях по математике, когда вся учебная группа делится на несколько подгрупп по 4, 3 или 2 студента в каждой. Тогда преподавателю можно успешно управлять на занятии не тридцатью (студентами), а 8 –15 (микрогруппами) объектами, при этом, имея возможность свободно общаться индивидуально с каждым студентом в то время, когда все остальные работают в группах. На организации групповой деятельности в значительной мере строится интегральная технология обучения (В. В.Гузеев), адаптивная система обучения (А.С.Границкая), технология коллективного способа обучения (В.К.Дьяченко, А.Г.Ривина).

Так как «...общение составляет необходимое и специфическое условие присвоения индивидом достижений исторического развития человечества» [3, с.48.] и, кроме того, интимно-личностное общение продолжает оставаться ведущей деятельностью большинства студентов-первокурсников, изучающих математику, установление коммуникативных связей между участниками образовательного процесса в малых группах является необходимым условием эффективности этого процесса. Малая численность обучаемых – давнее требование, так «...совместная физическая работа не нивелирует личность, если объединяет не более 30 человек; совместная учебная деятельность – при количестве обучающихся от 8 до 15...» [7, с.46]. «Однако реальные группы должны быть ещё меньше – от двух до семи человек...» [1, с.181]. Совместная деятельность студентов в группах на практических занятиях по математике побуждает каждого студента к познавательной деятельности, так как в социальном взаимодействии возникает ситуация коммуникативного конфликта между партнёрами по обще-

нию (происходит столкновение различных точек зрения на предмет познания, чувство дискомфорта при встрече с иной структурой мысли, с иной точкой зрения). Организация групповой деятельности способствует обеспечению эмоциональной сопричастности студента к собственной деятельности и деятельности других. Если на занятии обучающиеся переживают свои успехи или неудачи, то это способствует включению мотивационных центров (Л.С.Выготский) и центров саморегуляции поведения. Главным мотиватором деятельности человека является его персонализация (термин введён В. А. Петровским [4, с.249]), т.е. признание другими людьми как личности, значимой для них. Персонализация человека порождает у индивида стремление к достижению успеха. В группах студенты с более высоким уровнем обученности мотивируются за счёт персонализации, а с более низким уровнем – за счёт достижения успехов через самореализацию.

Одной из форм организации групповой деятельности студентов является кейсовый метод. Кейс – достаточно сложная и объёмная учебная задача, поставленная перед небольшим коллективом обучающихся. Кейсовый метод предполагает использование определённых математических и профессиональных знаний, актуализацию личностных качеств, позволяющих успешно сотрудничать в группе, и которые являются важными профессиональными качествами будущих специалистов в области инженерной (особенно инженерно-гуманитарной) деятельности. Групповые формы организации учебного процесса на практических занятиях по математике активизируют мотивационную, интеллектуальную сферы личности, что способствует повышению эффективности обучения математике.

Исследованию эффективности совместной деятельности посвящено достаточно много работ отечественных и зарубежных учёных-исследователей (Б. Г. Ананьев, В. М. Бехтерев, Л. С. Выготский, Б. Ф. Ломов, Ю. Л. Майдинов, Н. В. Макаренко, В. Н. Мясисев, Н. Н. Обозов, Ж. Пиаже, Д. М. Рамендик, В. А. Толочёк, Ю. А. Урзова, Д. Г. Эльконин.), но всё-таки индивидуальная деятельность, а также деятельность групп минимальной численности – диад изучены значительно лучше, чем совместная деятельность в группах из 3–5 человек. Работы по организации деятельности в таких группах есть, но они носят разрозненный и противоречивый характер, описывают в-основном образовательный процесс в школе. Исследованиями разных авторов доказано, что психические познавательные процессы и способности наиболее эффективно развиваются в общении. Повышение точности восприятия в условиях общения установлено в исследованиях Г. Мюнстерга, Ф. Олпорт, М. Шерифа, В. Меде, Н. Н. Обозова [9, с.68]. Б. Ф. Ломов отмечает, что при воспроизведении текста в условиях общения оказывается большим объём дословного воспроизведения, объясняя это тем, что «в процессе совместного припоминания воспроизводится, прежде всего, то, что хранит память обоих испытуемых достаточно прочно и точно» [9, с.69]. «Исследования В. А. Кольцовой свидетельствуют, что в условиях непосредственного общения получены более высокие результаты выполнения заданий по усвоению понятий обучающимися» [9, с.70]. Отечественными и зарубежными психологами большое внимание уделяется исследованиям особенностей мыслительных процессов в условиях общения (в основе которых принцип единства мышления и речи, разработанный отечественной психологией) и результативности принятия совместных решений.

Противоречивость результатов этих исследований Б. Ф. Ломов объясняет тем, что влияние общения на мыслительный процесс зависит от различных факторов: сложности решаемой задачи, уровня знаний и интеллектуальных способностей лиц, решающих задачу совместно, соотношения их мотивации, личностных особенностей и т. д. Не все психофизиологические, когнитивные и социально-психологические факторы, влияющие на эффективность деятельности групп, сегодня известны. Известно, что эффективность совместных решений зависит от степени ригидности или подвижности индивидуального стиля мышления человека, выражающаяся в количестве гипотез, выдвинутых при решении многовариантных задач. «Испытуемые с подвижным стилем мышления легко налаживали эффективное взаимодействие с партнёром. Ригидные испытуемые работали совместно эффективно только тогда, если их предварительные установки (подходы к анализу условий задач) совпадали» [8, с.95]. На результативность совместных решений влияет стиль коммуникации партнёров, то есть установление внутри группы отношений, обеспечивающих оптимальное разделение труда. «При решении задач средней сложности наибольшей эффективности в совместной деятельности достигали группы, имевшие бесспорного лидера, но особо трудную задачу, решила группа (триада) с устойчивыми равноправными отношениями. В любых случаях наименьшую эффективность совместной деятельности демонстрировали группы, члены которых боролись за лидерство» [8, с.95]. Известно, что «..в группе должны быть: генератор идей, скептик, эрудит, кто-то должен иметь черты лидера, нужна психологическая совместимость, что общение экстравертов идёт на уровне ролей, а интровертов – на

личностном уровне [1, с.184], « в однородных по темпераменту группах быстро падает работоспособность, неизбежно происходит раскол на враждебно настроенные друг к другу части [2, с.25].

Высокий уровень развития познавательных процессов, наиболее эффективно развивающихся в общении, оказывает положительное влияние на повышение качества математической подготовки студентов, поэтому в учебном процессе целесообразно шире организовывать совместную познавательную деятельность студентов.

Литература.

1. Бершадский М.Е., Гузеев В.В. Дидактические и психологические основания образовательной технологии /М.: Центр «Педагогический поиск», 2003. -256с.
2. Гуленко В. Соционика в школе: первые шаги // Директор школы. – 1995. №6, – С.25-27.
3. Зинченко В.П. Аффект и интеллект в образовании. – М.: Тривола, 1995.
4. Коджаспирова Г.М., Коджаспиров А. Ю. Словарь по педагогике. – Москва: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2005. – 448 с.
5. Немов Р.С., Хвостов К.А. Межличностная активность в условиях группового обучения // Психологический журнал. – 1984. –Т.5. – №6. – С.39-47.
6. Петровский В.А. Личность в психологии. – Ростов – на Дону, 1996.
7. Рабинович В.С. Западная литература. История духовных исканий: Пособие для учащихся. – М.: Интерпракс, 1994. – 86с.
8. Рамендик Д.М. Стилль мышления и способ взаимодействия партнёров при совместном решении задач // Психологический журнал, 1996, Т.17, №5. С.90-95.
9. Соколова И. Ю., Кабанов Г. П. Качество подготовки специалистов в техническом вузе и технологии обучения: учебно-методическое пособие для педагогов, аспирантов, магистрантов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003.– 203 с.

РАЗВИТИЕ ОБЩИХ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ В КОНТЕКСТЕ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В.С. Зырянов, студент, А.А. Шалунов, студент, научный руководитель: Гиль Л.Б.
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. 8(384-51) 6-44-32

E-mail: zyryanov0vitalya@mail.ru

**Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники*

634050, г. Томск, пр. Ленина, 40

E-mail: shalunqwerty@mail.ru

Общие познавательные способности необходимы для любой деятельности, вносят основной вклад в детерминацию успешности и, по мнению многих исследователей, уровень их развития является критерием для прогнозирования успешности вузовского образования (в том числе и математического). С позиции системного подхода к исследованию познавательных способностей, основываясь на трёхкомпонентной модели когнитивного процесса, целесообразно рассматривать структуру общих способностей как систему, включающую в себя: обучаемость – как некоторую общую способность к обучению, независимую от интеллекта и креативности, интеллект – как относительно устойчивую структуру умственных способностей человека и креативность – как способность порождать необычные идеи, отклоняться от традиционных схем мышления, быстро решать проблемные ситуации.

Любой когнитивный акт должен включать в себя приобретение, применение и преобразование когнитивного опыта. Способность, ответственную за приобретение опыта, можно отождествить с обучаемостью, продуктивность применения опыта определяется общим интеллектом, преобразование опыта связано с креативностью.

Обучаемость – индивидуальный показатель скорости и качества усвоения человеком знаний, умений и навыков в процессе обучения. Научный стиль мышления (гибкость, рациональность, критичность, доказательность, умение выделять существенное), абстрактное, логическое, пространственное, функциональное мышление, чёткость и лаконичность речи и записи являются основными компонентами математической обучаемости.

Методика П.Н.Третьякова определяет три уровня обучаемости; а) низкий (ниже нормы); б) средний (норма) и в) высокий (выше нормы). Результаты исследований по этой методике показали, что кор-

реляции между академической успеваемостью и уровнем обучаемости студентов первого курса ЮТИ ТПУ по математике очень высоки, хотя и имеют большой разброс в зависимости от выборки.

Благодаря смещению акцентов в экономике с трудоёмких процессов на наукоёмкие повышает значимость интеллектуальных, творческих характеристик знаний студентов технического ВУЗа, поэтому при планировании содержания математического образования в техническом ВУЗе необходимо увеличить долю заданий, требующих от обучаемых креативных способностей. Как показывает анализ заданий, предлагаемых в различных испытаниях по математике (ЕГЭ, вступительные экзамены в ЮТИ ТПУ, семестровые экзамены) обучаемым высокие требования предъявляются в основном к фактологическим знаниям, даже задания высокого уровня сложности не предполагают использования творческих способностей студентов, требуют всего лишь знания стандартных алгоритмов и умения их последовательно в определённой комбинации осуществлять. При таком подходе к отбору заданий по математике можно безвозвратно потерять то, что закладывалось в систему математического образования веками. Ещё в классической гимназии конца 19 в. реализовывалась идея развития познавательных способностей на материалах математики. Слушателям подготовительных курсов ЮТИ ТПУ была предложена задача выпускного экзамена по алгебре 1915 г. Тобольской гимназии (ГАТО, ф.126, оп.3, д.587, л.24), предоставлен необходимый для её решения справочный материал, с задачей не справился ни один будущий абитуриент ВУЗа, так как для её решения, оказалось, недостаточно иметь перед собой все необходимые формулы, понятия и алгоритмы.

Развитие различных составляющих интеллектуальных способностей может осуществляться за счёт реализации в учебном процессе соответствующих психологических концепций обучения, и в первую очередь обучения на основе «принципа высокого уровня трудности», а также:

- уровней свойств интеллекта, отражающих достигнутый уровень развития познавательных психических функций, посредством развития психических познавательных процессов - восприятия, внимания, памяти, мышления, воображения, речи, в том числе при общении;
- комбинаторных – при развитии образного, пространственного, дедуктивно-индуктивного мышления, в процессе установления связей между различными понятиями, представлениями, элементами знания; при нахождении заданных, формировании новых, необычных связей;
- процессуальных – при решении различных задач, разрешении проблемных ситуаций, составлении программ деятельности и пр.

Эффективное развитие общих познавательных способностей студентов может быть обеспечено при крупноблочном представлении учебной информации. С нашей точки зрения, крупноблочное конструирование математической информации в виде структурно-логических схем (СЛС) обеспечивает развитие взаимодействия полушарий головного мозга, повышает конвергентные, комбинаторные и процессуальные свойства интеллекта. Структурно-логические схемы кратко и наглядно отражают содержание основных разделов и тем по математике, логику всего курса в целом. На каждой из таких схем изучаемый материал представлен в конкретной и структурированной форме, отражает содержание отдельных вопросов темы или раздела в виде знаков (графиков, чертежей, схем, формул). Каждая схема имеет опорный сигнал – символ, точнее обобщённый образ восприятия, который с одной стороны, объединяет вопросы, представленные на структурно-логической схеме, а с другой – помогает студентам увидеть особенности отдельных вопросов, тем или разделов изучаемого курса. По поводу роли символов (знаков) и знаковых моделей в осуществлении высших психических функций человека Л.С. Выготский писал «...в высшей структуре функциональным определяющим целым или фокусом всего является знак и способ его употребления. Подобно тому, как применение того или иного орудия диктует строй трудовой операции, подобно этому характер употребляемого знака является тем основным моментом, в зависимости от которого конструируется весь остальной процесс» [1, С.160].

Структурно-логические схемы можно использовать при изучении теоретических разделов курса, решении практических задач, с помощью СЛС можно осуществлять контроль качества усвоения изучаемого материала. Проведённый анализ показывает, что применение СЛС при обучении математике в техническом вузе:

- повышает эффективность мыслительных операций дифференциации, нахождения сходства, сравнения;
- позволяет преподавателю контролировать особенности развития семантики личности каждого студента и их субъективный опыт в области «математических познаний»;
- способствует активизации психических познавательных процессов: восприятия, внимания, памяти, мышления, воображения, что, в свою очередь, активизирует познавательную дея-

тельность студентов в целом, что является основным условием повышения качества математической подготовки обучающихся.

Развитию познавательных способностей способствует применение методов обучения наиболее соответствующих стилям индивидуальной познавательной деятельности студентов. Учёт особенностей когнитивных стилей студентов при конструировании преподавателем учебной информации обеспечивает эффективность восприятия и переработки информации, что способствует повышению качества обучения, формированию системы знаний. Формированию индивидуального стиля учебно-познавательной деятельности способствует индивидуализация обучения.

Помочь найти студенту свой индивидуальный стиль учебной деятельности – это, значит, помочь ему найти свои специфические, оптимальные способы приспособления к учебным ситуациям. Общепризнанными формальными признаками индивидуального стиля можно считать: «..а) устойчивую систему приёмов и способов деятельности; б) эта система обусловлена определенными личными качествами; в) эта система является средством эффективного приспособления к объективным требованиям» [2, С.75].

Литература.

1. Выготский Л.С. Развитие высших психических функций. М., 1960. – С.160.
2. Психология индивидуальных различий. Тексты / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.Я. Романова. М.: Изд-во МГУ, 1982. С. 74-77.
3. Соколова И.Ю., Кабанов Г.П. Качество подготовки специалистов в техническом вузе и технологии обучения: Учебно-методическое пособие для педагогов, аспирантов, магистрантов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 203 с.
4. Чубик П.С., Минин М.Г., Михайлова Н.С. Дидактические принципы отбора студентов для обучения по углубленным профессиональным образовательным программам. – Инженерное образование, 2005, №3.

ЗАДАЧНЫЙ ПОДХОД ОРГАНИЗАЦИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

К.А. Петрова, студент гр. МР31

Новосибирский государственный технический университет

г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20

E-mail: kristaliksolnishko@mail.ru

Объективная потребность современного общества в компетентных инженерах, владеющих системой математических знаний, интеллектуальными умениями, способностью к саморазвитию в течение всей профессиональной деятельности, актуализирует проблему модернизации методов обучения математике студентов технического вуза, которую трудно разрешить без конструирования систем учебных задач, обеспечивающих достижение дидактической цели.

«Любая методика преподавания становится эффективной постольку, поскольку является психологически обоснованной, т.е. учитывает реальные механизмы усвоения учебной информации» [2; С. 35]. К адекватному познанию предмета и разрешению стоящей перед ним задачи мышление идёт посредством многообразных операций (рис. 1). Закономерностями развития мышления обусловлен выбор проблемно-поисковых методов обучения для развития интеллектуальных умений студентов в процессе их математической подготовки.

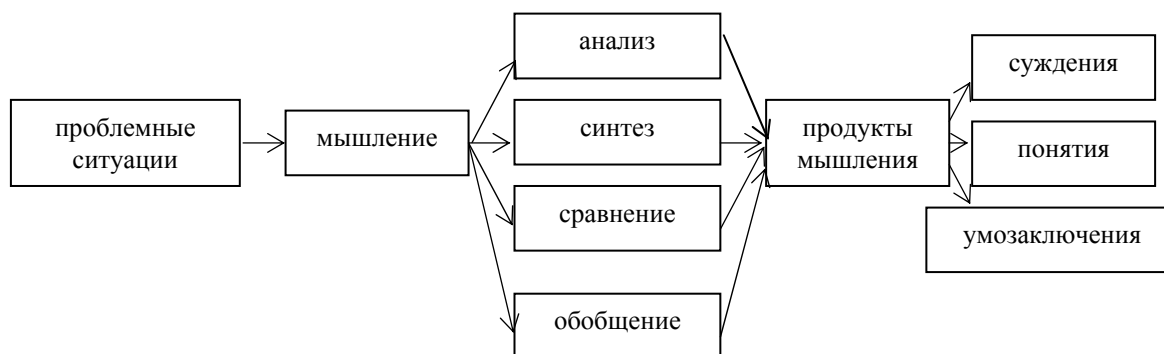


Рис. 1. Схема решения мыслительных задач [1, С. 180]

Учебные задачи, представляющие собой знаковую модель проблемной ситуации, в математической подготовке студентов играют важную роль. Термином «задача» чаще всего обозначаются такие интеллектуальные задания, в результате которых человек должен раскрыть с помощью интеллектуальных умений некоторые искомые – отношение, свойство, величину действия» [3; С. 28]. Таким образом, задачный подход выступает одним из способов организации познавательной деятельности, результатом которой становится развитие интеллектуальных умений, а системы задач по каждой теме обеспечивают целостность процесса математической подготовки студентов технического вуза, направленной на развитие интеллектуальных умений.

Под системой задач будем понимать совокупность задач по изучаемой теме, удовлетворяющие ряду требований: полнота, наличие опорных задач, связность, возрастание трудности в каждом уровне, целевая ориентация, целевая достаточность, психологическая комфортность [1; С. 77]. Необходимости учитывать в учебном процессе особенности каждой конкретной задачи, её места среди других задач посвящены исследования В. А. Гусева, Г. И. Саранцева, З. И. Слепкань, Л. М. Фридман, П. М. Эрдниева и В. П. Эрдниева и др.

При обучении математики применение системы задач особенно продуктивно. При этом задача выполняет несколько функций:

1. Мотивационная: задача обосновывает необходимость нового знания.
2. Генерирующая: новое знание рождается в процессе решения задачи: обсуждения, эксперимента, получения и анализа результата.
3. Организующая: задача или система задач служат стержнем, вокруг которого строится изучение нового, задача прокладывает путь, по которому ученик движется от незнания к знанию и далее к пониманию.
4. Коммуникационная: через задачу осуществляются межпредметные связи с дисциплинами, материал которых может служить содержательным наполнением задач по математике.

В технологии математической подготовки студентов технического вуза для планирования и оценки развития интеллектуальных умений мы предлагаем использовать таксономию учебных задач по Д. Толлингеровой, в которой все задачи проранжированы по возрастанию когнитивной сложности и операциональной ценности:

- задачи, требующие мнемического воспроизведения данных;
- задачи, требующие простых мыслительных операций;
- задачи, требующие сложных мыслительных операций с данными;
- задачи, требующие сообщения данных;
- задачи, требующие творческого мышления [5; С. 10], дополнив её рефлексивными задачами, которые обеспечат осознанное использование студентами собственных интеллектуальных умений при построении алгоритмов, решении математических задач, разрешении проблемных ситуаций. Рефлексивные задачи решаются в условиях совместной познавательной деятельности студентов, цель которой – совместная разработка оптимальной стратегии решения задачи с последующей демонстрацией её решения, обоснованием, отстаиванием найденного решения на основе развернутого анализа и сопоставления различных стратегий решения задач.

На первых этапах развития интеллектуальных умений студентам предлагаются в основном задачи, требующие мнемического воспроизведения данных и алгоритмические задачи, причём составление алгоритмов решения «опорных» задач (задач, алгоритмы решения которых, в дальнейшем используются в самостоятельной познавательной деятельности) осуществляется студентами либо самостоятельно, либо под руководством преподавателя на основе теоретического материала. Составление алгоритмов также способствует овладению студентами мыслительными операциями. При организации познавательной деятельности студентов, а также контроля результатов обучения используются задачи, предполагающие выбор ответов (тестовые задания). При решении заданий с выбором ответов, обучающимся необходимо уметь сравнивать математические объекты. Сравнивая предложенные ответы, студент выделяет существенные признаки математических объектов, и на их основе выполнив обобщение, выбирает правильный ответ среди неправильных или неполных. Сравнение возможно только в сочетании с анализом. Выполнения анализа требуют задания на нахождение наиболее точного и правильного определения или формулировки, примера, подтверждающего данное правило, правила, которое проиллюстрировано данным примером; определение явления, находящегося в определённой зависимости с данным явлением; исключение одного неправильного утверждения; нахождение одного верного утверждения среди неверных, неточных или неполных; выявление

закономерности в основе задания и нахождение решения, соответствующего данной закономерности; нахождение варианта наиболее экономичного и рационального решения, дополнение утверждения недостающим элементом из числа данных.

«В любом научном исследовании (и в математическом в том числе) «сначала угадывайте, а потом докажите» – это почти что правило» [4; С. 351]. В технологии математической подготовки, направленной на развитие интеллектуальных умений, используется приём «угадывание», с последующим аргументированием (доказательством) истинности догадки. Например: студентам предлагается «угадать» к какому типу относится каждое из данных дифференциальных уравнений. В процессе «угадывания» студенту приходится на основе анализа выделить существенные признаки данных ДУ; сопоставив их с признаками каждого известного им типа ДУ, сделать вывод (обобщение) о принадлежности ДУ к тому или иному типу; аргументировать свою «догадку». В случае если студент понял задание буквально (т.е. как игру «угадай») и не выполнил необходимых для решения задачи мыслительных операций, то при аргументировании ему всё равно приходится использовать личные интеллектуальные умения (выполнять мыслительные операции).

Задачный подход является действенным инструментом для индивидуализации обучения математике, когда система задач подбирается в соответствии с возможностями и индивидуальными особенностями обучающихся.

Литература.

1. Бершадский, М. Е. Дидактические и психологические основания образовательной технологии / М. Е. Бершадский, В. В. Гузеев. – М.: Педагогический поиск, 2003. – 257 с.
2. Гамезо, М. В. Атлас по психологии [Текст]: Информ.-метод. пособие к курсу «Психология человека» / М. В. Гамезо, И. А. Домашенко. – М.: Педагогическое общество России, 1999. – 276 с.
3. Гельфман, Э. Г. Психологические основы конструирования учебной информации (проблема интеллектоёмких технологий преподавания) / Э. Г. Гельфман, М. А. Холодная, Л. Н. Демидова // Психологический журнал. 1993. Т.14. №6. С.35–45.
4. Матюшкин, А. М. Теоретические вопросы проблемного обучения: Хрестоматия по возрастной и педагогической психологии. / А. М. Матюшкин. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – С. 26–37.
5. Пойя, Д. Математическое открытие / Д. Пойя. – М.: Наука. 1976. – 448 с.
6. Толлингерова, Д. Психология проектирования умственного развития детей / Д. Толлингерова, Д. Голоушова, Г. Канторкова. – М.; Прага: Роспедагентство, 1994. – 47 с.

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОРГАНИЗАЦИИ САМОКОНТРОЛЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ

*А.А. Шалунов, студент гр. 443, научный руководитель: Байбакова Л.Н., ст. преподаватель
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
634050, г. Томск, пр. Ленина, 40
E-mail: shalunqwerty@mail.ru*

Основой вузовского образования является самостоятельная работа студента. Именно она формирует готовность к самообразованию, создает базу непрерывного образования (образования через всю жизнь), возможность постоянно повышать свою квалификацию, а если нужно, переучиваться.

Необходимо отметить, что значительная часть студентов-первокурсников на семестровых экзаменах по математике показывает низкие результаты из-за отсутствия навыков самостоятельной работы, поэтому перед преподавателем ставится задача, максимально используя особенности предмета, помочь студенту наиболее эффективно организовать свою учебно-познавательную деятельность, рационально планировать и осуществлять самостоятельную работу, а также обеспечивать формирование общих умений и навыков самостоятельной деятельности.

Большие возможности для активизации самостоятельной работы студентов открывают практические занятия по математике, чаще всего они являются продолжением лекционных форм обучения и служат для осмысления и более глубокого изучения теоретических проблем, а также отработки навыков использования знаний. Практическое занятие дает студенту возможность проверить, уточнить, систематизировать знания, овладеть терминологией и свободно ею оперировать.

Анализ методической, педагогической, научно-методической, психологической литературы показывает, что одним из условий повышения качества математической подготовки студентов является организация систематического контроля за процессом формирования знаний и умений студен-

тов. При организации самостоятельной познавательной деятельности на практических занятиях по математике одна из самых больших трудностей заключается не столько в обеспечении студентов индивидуальными заданиями, сколько в её оперативной проверке и передаче «обратной информации» от обучаемых к преподавателю (с тем, чтобы преподаватель мог своевременно откорректировать процесс усвоения студентами программного материала).

Сама идея ускорения приема и передачи «обратной информации» (о качестве выполнения учебных заданий) в сущности, очень проста (и стара). Она пришла в практику обучения из теории информации после проведения большого числа исследований по проблемам так называемого программированного обучения. Передается не сама информация, а ее код, заменяющий ее символ, в виде числа, значка, и т. п. Аналогичные символы и коды мы можем использовать при выполнении учебных заданий.

Предположим, дается учебное задание следующего содержания:

$$\text{Предел } \lim_{x \rightarrow -1} \frac{2x^2 - 2}{3x^2 + 9x + 6} \text{ равен...}$$

Предлагаются ответы:

- 1) 4 2) 4/3 3) 2/3 4) -4 5) -4/3

Выбрав один из этих ответов, студент может не писать его полностью, а только указать его номер, код. В тех случаях, когда этот (один и тот же) набор ответов имеется и у преподавателя, и у обучающихся, указание кода (цифры или другого условного значка) вполне точно указывает на выбор студента.

Применение кодированных ответов в обучении, таким образом, с достаточным основанием можно сравнить с введением математических символов для записи уравнений, зависимостей, вычислений и т. п.

Этот способ может быть применен без перфокарт, без предварительно приготовленных карточек-заданий, без автоматизированного класса программированного контроля. Сами коды могут передаваться или записью их в тетрадях, или с изображением номера (условного знака, математического символа и т. п.)

Часто возражают против способа кодирования, говоря, что с его помощью нельзя сразу установить характер ошибки. Конечно, эту функцию на способ кодированных ответов возлагать нельзя, равно как и функцию объяснения хода решения, обоснования всех его этапов и т. п. Его польза в другом: даже в условиях фронтальной работы, когда все студенты решают одну и ту же задачу, он позволяет еще до начала обсуждения хода решения установить, кто из них вообще не может закончить решения, кто и в каком упражнении допускает ошибку, сколько ошибок допускает каждый студент. Правильный кодовый набор, конечно, еще не гарантирует правильности решения: возможно, выбор какого-то кода был сделан наугад; возможно студент не может обосновать своих действий или находит верный ответ при помощи неправильных действий и т. п. Но все эти обстоятельства будут постепенно выясняться в процессе коллективного обсуждения, когда студенты поочередно анализируют ход решения. Кроме того, преподаватель может чередовать обычную развернутую форму записи с кодированной (использование последней *чрезвычайно уплотняет объем тренировочной работы студентов* — отсюда прочное и уверенное владение простейшими навыками, основными понятиями и т. п.). При такой форме работы преподаватель имеет больше возможности для индивидуальной работы со студентами.

Для установления обратной связи в системе преподаватель-студент, в ЮТИ ТПУ для автоматизированного самоконтроля учебной деятельности студентов используется контролирующее устройство (КУ) «Символ-ВУЗ», разработанное лабораторией информационно-дидактических систем кафедры высшей математики ТУСУРа. Коды ответов и ответы вводятся в устройство с помощью клавиатуры, содержащей все символы (цифры, буквы, знаки действий), необходимые для их набора, лампочка-индикатор информирует о правильности выполнения задания.

Например, вычислив значение частных производных функции $z = x^2 - 3y^2 + 5xy$ в точке $M_0(2;1)$, студенту достаточно ввести код ответа (ЮКЮ) (ответы кодируются преподавателями с помощью компьютерной программы), сам ответ и нажать клавишу «Контроль» на контролирующем устройстве. По загоревшейся лампочке, определяется правильность решённой задачи.

Роль обучающих машин в повышении качества математических знаний, умений и навыков студентов технического вуза не умаляют имеющиеся персональные компьютеры, т.к. устройство «Символ» является более экологичным и простым в применении:

- минимум подготовительных операций перед самоконтролем;
- минимум вспомогательных операций, таких как программирование, ввод базы данных и др.;
- удобное расположение символов на клавиатуре, что позволяет быстро отыскать необходимые знаки;
- простота расширения символики клавиатуры;
- ввод ответов, представленных в натуральном виде.

Проводимая таким образом самостоятельная работа позволяет интенсифицировать познавательную деятельность студентов, так как они сами определяют пробелы в знаниях, что стимулирует к дальнейшей самостоятельной деятельности.

Литература.

1. Шевелёв Ю.П. Автоматизация самоконтроля в системе Символ.–Томск: ТУСУР, 1996.– С.11.
2. Шилкова З.Г. Организация самостоятельной работы студентов. Специалист. 2002, №12.–С.6.

ПРОБЛЕМА МАТЕМАТИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

А.С. Ливерко, студент гр. иу-323, В.А. Васюнин, студент гр. 819-б
Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики
630102, г. Новосибирск, ул. Кирова, 86*

**Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
634050, г. Томск, пр. Ленина, 40
E-mail: vik_rus90@mail.ru*

Анализ научной, методической, научно-технической литературы, опрос инженерно-технических работников показал, что вопрос о роли и месте математики в развитии техники долгое время обсуждался с точки зрения того, нужна ли вообще математика инженерно-техническим работникам (ИТР). Этот вопрос мы задавали студентам наших вузов: 45% респондентов считают, что им пригодится в работе только элементарная математика, причём так считают 80 % опрошенных первокурсников и 24 % студентов 4 курса, и 13% всех опрошенных знакомых ИТР (см. рис. 1). Сложные математические расчёты в технике считали излишними многие крупные изобретатели прошлого столетия. Так, Т. Эдисон, один из крупнейших электротехников того времени, говорил, что лично он не нуждается в математике и может придумать гораздо больше, чем рассчитать.

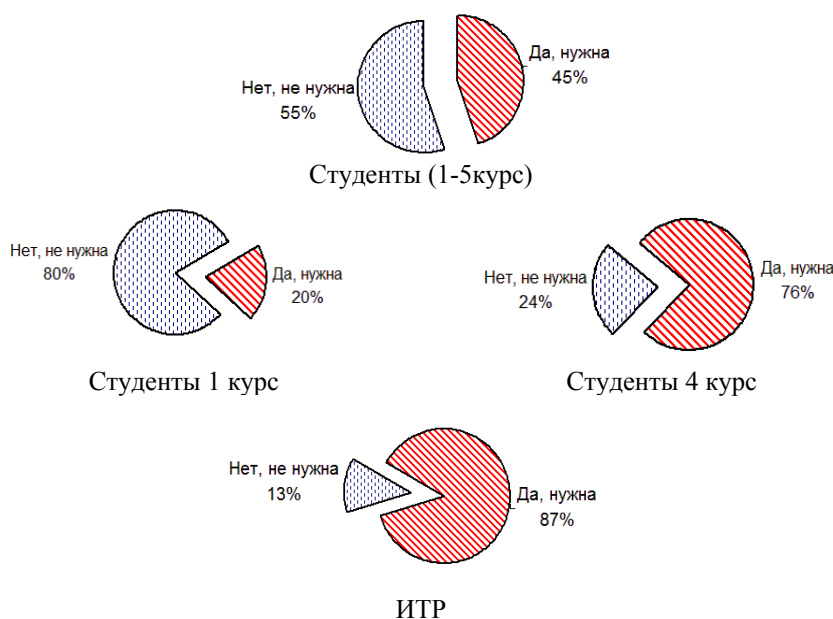


Рис. 1. Результаты ответов на вопрос «Нужна ли математика инженеру?»

С конца 19 века по настоящее время стоит вопрос лишь о том, какие разделы математики надо включать в учебные программы для подготовки научно- и инженерно-технических работников, при

этом «вопрос о значении математики для техники трансформировался в проблему математизации технических наук» [6].

Проблемы содержания математической подготовки инженерно-технических работников продолжают обсуждаться на всех уровнях. Европейская Ассоциация инженерного образования (SEFI) – одна из общественных организаций, занимающаяся анализом ситуации в инженерном образовательном пространстве, членами которой являются высшие учебные заведения европейских стран и некоторые вузы России создала математическую группу (MWG), которая сформулировала рекомендации к структуре и содержанию учебных программ по математике [1].

Процесс математизации технических наук фиксируется как феномен при рассмотрении истории технических знаний в той или иной области. Многие математические технологии, влияют, прежде всего, на прогресс физического мышления, а в итоге на технический прогресс, особенно в областях, где затруднены непосредственные измерения, где анализ упрощённых математических моделей предсказывает возможные эффекты, создаёт интуицию, указывает направление действий. Акцент на этом ключевом моменте делался ещё в эпоху Возрождения, однако и многие выдающиеся математики эпохи индустриального общества были в этом смысле настоящими технологами: Ньютон, Эйлер, Бернулли, Ампер, Гаусс, Даламбер, Лагранж, Пуансон, Лаплас, Кирхгоф, Коши, Чебышев и другие. Созданные ими технологии позже вошли в математические теории. Но основной импульс в науку их методы внесли именно на ранней, «технологической» стадии. И это очень важно для понимания закономерностей развития технических эпох.

По мнению учёных, первая промышленная революция в истории человечества длилась около 100 лет. Её условно разделяют на две стадии. Начальная стадия (1765-1815) была связана с внедрением паровой машины, а завершающая (1815-1865) – в основном с созданием парового транспорта. Этому грандиозному изменению техники предшествовала стадия механизации ручного труда (1715-1765). Можно выделить ещё и постреволюционную стадию (1865-1915), которая ассоциируется с двигателем внутреннего сгорания. Таким образом, первая эпоха техники в совокупности заняла около 200 лет, условно с 1715 по 1915 г.г. Согласно таким условным датам, с 1915 г. началась новая техническая эпоха, которая завершится около 2115 г. Она сопряжена с использованием электромагнитных полей и с открытием квантовой механики.

Какова же роль математики в развитии и становлении этих условно выделенных эпох? Анализ научной и научно-популярной литературы показал, что этап (1715-1765) «Теория матриц и алгебраическая геометрия» в математике никак не коррелирует с последующей революционной стадией в технике (1765-1815) «Паровая машина». Похожая вещь наблюдается и 200 лет спустя: математический этап (1915-1965) «Теория операторов и связностей в расслоениях» мало согласован с первой революционной стадией в технике (1965-2015) «Компьютеры и микроэлектроника». С другой стороны, в обоих случаях видна синхронизация математики с предшествующими этапами физики. Совершенно иные взаимосвязи видны на завершающей стадии промышленной революции. Стадия (1815-1865) «Паровой транспорт» представлялась в 1765-1815 гг. как развитием физики «Газо- и гидродинамики», так и соответствующим развитием математики «Теория уравнений в частных производных». И физика, и математика, взаимодействуя друг с другом, кардинально и согласованно влияли на этап технической революции в XIX в. У этого факта есть, конечно, глубокие причины. В отличие от начальной стадии завершающая стадия революции в технике была основана на достаточно сложной физике, которая требовала привлечения продвинутых и нетривиальных математических моделей и, соответственно, новых математических технологий исследования этих моделей.

Развитие технологической базы человечества вплотную подошло к новой переломной стадии – к созданию устройств с размерами в нанометровом диапазоне и к освоению наноструктурных материалов. Основную роль в подготовке нового промышленного переворота играет квантовая физика и квантовая математика.

Вывод: начальные стадии развития технических эпох были обусловлены прогрессом физики, но почти не были коррелированы с прогрессом математики, чего нельзя сказать о развитии современных технологических процессов, где математике отводится, если не главная, то и не последняя роль.

В настоящее время процесс математизации технических наук происходит очень стремительно и несмотря на то, что возрастание сложности исследуемых вопросов приводит к использованию все более сложных математических методов, к широкому применению вычислительной техники, роль принципа упрощения и соответствующих методик в технических науках остается неизбежной, так как они позволяют делать наглядными и достаточно легко проверяемыми физические представле-

ния о работе технических систем и результаты их расчёта. Причём то, что сложные инженерные задачи в их математической части часто разрешимы с помощью современной вычислительной техники, только усиливает необходимость глубокого понимания содержания математических формул, так как значительная часть сбоев в работе современных машин происходит «по вине» человека, не понимающего смысла производимых им расчётных операций.

Литература.

1. Боев О. Тенденции математической подготовки инженеров [Текст] / О. Боев, О. Имас // Высшее образование в России. – 2005. – №4. – С.15-22.
2. Давидьянц А. Человечество на пороге НТР. Не проспять бы // Инженер. – 2005. №2. – С.18–21.
3. Дятчин Н. И. История развития техники: Учебное пособие. Ростов н/Д: Феникс, 2001. – 320 с.
4. Карасёв М. В. Математические технологии на рубеже нанореволюции // Вестник российской Академии наук. – 2006. – Том 76. №1. – С. 44 - 47.
5. Крылов А.Н. Воспоминания и очерки. Изд. АН СССР, М., 1956. – С. 579.
6. Симоненко О.Д. Из истории развития технических наук // <http://www.portal-slovo.ru/impressionism/36325.php>.

МАТЕМАТИКА В ИСТОРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

*М.С. Милованова, студент гр. 17В30, К.А. Чеховских, к.и.н., доцент
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. 8(384-51) 6-05-37
E-mail: tchegovskih@rambler.ru*

В области исторических исследований техники в настоящее время широко используются математические методы анализа. Развитие исторической науки, как и других областей научного знания, тесно сопряжено освоением новых технологий, расширяющих познавательные возможности. В современных условиях – основные ресурсы сосредоточены в сфере применения компьютерной техники. Именно в этой области сосредоточены многообещающие возможности для совершенствования методологического инструментария исторической науки. Компьютер создает принципиально новые условия работы историка с источником: он делает возможной обработку громадных массивов данных, многомерного анализа и даже моделирования исторических процессов и событий. Современные программные средства предъявляют и новые требования к самому исследователю: освобождая его, зачастую, от необходимости детального знания технологии работы с данными, их «ручной обработки», они заставляют его гораздо пристальнее относиться к формально-логической составляющей исследовательской деятельности.

Применение компьютерных технологий в историческом исследовании влечет за собой математизацию исторического знания, обеспечивает базу для более широкого применения междисциплинарных подходов, благодаря которым стало возможным получать более точные данные о прошлом и проверять уже имеющиеся теоретические наработки предыдущих поколений историков. Значение математических методов многогранно, они, одновременно, выступают как мощное средство в исследовательском арсенале, и как «коммуникативный ресурс», обеспечивающий возможность междисциплинарного синтеза.

Вопрос о важности математики в исторических исследованиях техники и технологий в настоящее время ни у кого не вызывает сомнения, ведь именно математические исследования лежат в основе технологических достижений человечества. И наоборот, недостаточный уровень математических и иных знаний породил немало строительных курьезов. Так, например, при строительстве христианского храма Святой Софии в Константинополе предположительно во второй половине 14 в., строители в силу незнания многих положений математики и сопромата, после возведения храма, вынуждены были подпереть его стены массивными быками – параллелепипедами из кирпича, что бы предотвратить расползание стен под давлением массивного купола сферической формы. В дальнейшем были проведены расчеты на прочность строительных объектов из нового для того времени материала – обожженного кирпича и на основе расчетов были разработаны принципы и нормы проектирования.

Математические операции и технологии оказывают положительное влияние на процессы мышления. Выдающийся российский ученый М. Ломоносов говорил, что математика ум в порядок приво-

дит. Многие выдающиеся ученые эпохи индустриального общества были людьми универсальных знаний. Их логически структурированное мышление не позволяло им пройти мимо научных несоответствий и ляпов далеких от математики дисциплин. Так Исаак Ньютон используя математические методы исследования, предпринял попытку исправления хронологии английской истории, за что впрочем, поплатился. Михайло Ломоносов раскритиковав диссертацию Миллера по истории руссов, сам написал книгу по истории России, которая после смерти ученого была безвозвратно утрачена. Данные примеры являются хорошей иллюстрацией о месте и роли математики в исторических исследованиях.

Появление в конце XVIII в. экспериментальных методик в истории и археологии подвигло ученых разработать направление, позволяющее привести историческую информацию к некому количественному воплощению и, таким образом, обрабатывать ее математическими средствами. В середине XIX века благодаря усилиям Наполеона III произошло рождение и оформление так называемой военной археологии и реконструкции. Им целенаправленно финансировались раскопки в Алезии, при его поддержке состоялась первая попытка реконструировать античное гребное судно – трирему и средневековую метательную машину – требюше. В этих экспериментах реконструкции древней техники впервые отмечено массовое применение математических методов при изучении развития античных технологий. На протяжении второй половины XIX – начала XX века последовала целая серия экспериментов на основе математических вычислений, которые ставили своей целью восстановление и испытание действующих моделей греческой и римской осадной техники и метательных машин.

Так, спортсмен и филантроп Р. Пейн-Гэллвей реконструировал римскую метательную одноплечевую машину, довольно туманно описанную Аммианом Марцеллином. Этот большой онагр сумел запустить каменное ядро весом 3,6 кг на расстояние в 450 метров. В начале XX века инициатива перешла к немецким исследователям. Майор Э. Шрамм в сотрудничестве с классическими учеными и при поддержке кайзера Вильгельма II построил двенадцать образцов античных метательных машин. После грандиозной работы проделанной Э. Шраммом в течении следующих шестидесяти лет новых попыток реконструкции не предпринималось, вплоть до появления впоследствии новых археологических находок, уточнивших многие детали.

Методы исторической реконструкции из сферы научного эксперимента быстро перешли в область гражданского использования и в настоящее время в мире существует огромное число клубов исторической реконструкции. Эти неформальные организации объединяют в своих рядах любителей истории. Среди участников клубов довольно большое число серьезных исследователей техники и технологий, использующих современные математические методы в изучении истории. Как правило, результаты исследований, получаемые в ходе экспериментов-реконструкций, не вводятся в научный оборот и являются закрытой информацией. И примерно с начала 2000 гг. в Интернете широко пропагандируются клубы и модели-реконструкции западной цивилизации. В России клубы реконструкции в основном ориентированы на отечественную историю, в особенности древнюю и средневековую. Методы предметной исторической реконструкции органично вписываются в современную политическую и социальную реальность, являясь важным средством гражданского и патриотического воспитания.

Дальнейшее развитие метода предметной реконструкции привело к появлению вычислительного эксперимента, основой которого является математическое моделирование. Математическая модель – система уравнений (дифференциальных, интегральных и алгебраических), в которой конкретные величины заменяются постоянными и переменными величинами, функциями. Цель моделирования – замена реального объекта исследования его моделью, которую необходимо исследовать, перенося выводы на объект.

Как и в любом другом эксперименте при математическом моделировании можно выделить ряд общих этапов. На начальном этапе для исследуемого объекта строится математическая модель. Затем разрабатывается вычислительный алгоритм (в виде совокупности цепочек алгебраических формул и логических условий). На третьем этапе осуществляется разработка компьютерной программы для реализации алгоритма, а далее проводятся собственно расчеты на компьютере. Наконец, на завершающем этапе осуществляется обработка результатов расчетов, которые подвергаются всестороннему анализу.

В литературе называется множество моделей: объясняющие и дескриптивные (описательные), теоретические и эмпирические, алгебраические и качественные, общие и частичные, модели *a-priori* и *a-posteriori*, динамические и статические, расширенные и ограниченные, имитационные и экспериментальные, детерминистические и стохастические, семантические и синтаксические.

Применение математических методов в исторических исследованиях обладает определенной спецификой. Большинство работ, связанных с использованием математических методов в исторических исследованиях, использует статистическую обработку данных исторических источников. Но в

1980-х гг произошло совершенствование методологии исторических исследований, позволившее перейти ко второму этапу – построению математических моделей исторических процессов и явлений.

В работах И.Д. Ковальченко предложена типология моделей исторических процессов и явлений, включающая отражательно-измерительные и имитационные модели. Исследователь выделяет два этапа моделирования (сущностно-содержательный и формально-количественный), отмечая, что количественное моделирование состоит в формализованном выражении качественной модели посредством тех или иных математических средств. Отражательно-измерительные модели представляют изучаемую реальность такой, какой она была в действительности, выявляя и анализируя статистические взаимосвязи в системе показателей, характеризующих изучаемый объект. Целью имитационных моделей является реконструкция отсутствующих данных о динамике изучаемого процесса на некотором интервале времени. Здесь возможен анализ альтернатив исторического развития и теоретическое исследование поведения изучаемого явления (или класса явлений) по построенной математической модели.

Выделяют два типа имитационных моделей: имитационно-контрфактические и имитационно-альтернативные модели исторических процессов. Обычно контрфактическое моделирование ассоциируется с произвольным перекраиванием исторической реальности, но, с другой стороны, оно может быть эффективным инструментом изучения альтернативных исторических ситуаций. Здесь находят применение аналитические и имитационные модели. Для первых характерна запись процессов функционирования рассматриваемой системы в виде функциональных соотношений (уравнений). Имитационные модели воспроизводят сам изучаемый процесс в его функционировании во времени. При этом имитируются элементарные явления с сохранением их логической структуры и последовательности протекания во времени. С помощью моделирующего алгоритма, по исходным данным о начальном состоянии процесса (входной информации) и его параметрах, можно получить сведения о состояниях процесса на каждом последующем шаге. Преимущество имитационных моделей по сравнению с аналитическими заключается в том, что в них появляется возможность моделирования весьма сложных процессов (с большим числом переменных, нелинейными зависимостями, обратными связями), которые не поддаются аналитическому исследованию. Основным недостатком имитационного моделирования является тот факт, что полученное решение (динамика моделируемого процесса) всегда носит частный характер, отвечая фиксированным значениям параметров системы, входной информации и начальных условий.

По мнению исследователей XXI век станет веком наук о развитии человеческого общества, но рассмотрен он будет с применением математизации.

Литература.

1. Математические методы в исторических исследованиях. Негин А.Е., Миронов А.А. Электронное учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. – 31 с.

АКТИВИЗАЦИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

Р.Х. Губайдулина, к.т.н., доц., А.А. Галеева, студент

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (354-51)6-22-48

E-mail: victory_28@mail.ru

Ключевым девизом новой образовательной политики государства приняты: доступность, качество, эффективность. Качество образования, как и качество в целом, понимается нами как годность к применению. Вопросы качества обучения и их эффективность зависят от уровня оказанных образовательных услуг.

Сегодня совершенно ясно, что решение проблемы улучшения качества, повышения активности и обеспечения индивидуализации обучения достижимо лишь на основе применения новых инновационных технологий в учебном процессе наряду с традиционными методами обучения. В настоящее время начинают широко использоваться в современных образовательных системах смешанные технологии обучения: традиционные и инновационные (электронные, сетевые, дистанционные и др.) технологии [1,2]. Использование смешанных технологий обучения обусловлено не только повышением качества и эффективности обучения, но и фактором оптимизации их профессиональной деятельности. Особую актуальность приобретают смешанные технологии обучения при переходе к кре-

дитной системе обучения, которая приводит к уменьшению числа аудиторных занятий при сохранении объема изучаемого материала и увеличении доли самостоятельной работы студентов [3,4].

Информатизация во всех сферах деятельности человека выдвигает все больше требований к развитию информационно-коммуникационных технологий в образовании. В последние годы использование информационно - коммуникационных технологий в системе образования стало весьма перспективно. Сегодня разнообразные компьютерные и информационные технологии не только находят применение в области образования, но и позволяют разрабатывать и внедрять в образовательный процесс современные, отвечающие требованиям интенсификации обучения новые формы, методы и средства.

Использование информационно - коммуникационных технологий обучения в высшей школе должно быть ориентировано на достижение стратегической цели – подготовки в вузе не только специалиста – исполнителя, но и творчески мыслящей личности, способствующий развитию познавательных потребностей, системы ценностных отношений и жизненных устремлений, формированию у обучаемых исследовательских и проектных умений и способностей. Основным фактором, влияющим на формирование положительной мотивации к внедрению и использованию студентами информационно - коммуникационных технологий в процессе обучения являются:

- содержание учебного материала,
- организация учебной деятельности,
- коллективные формы учебной деятельности,
- оценка учебной деятельности.

Известно, что научить человека учиться и «добывать» знания гораздо труднее, чем просто дать ему эти знания. Решение этой проблемы мы попытались осуществить путем привлечения студентов к научно- исследовательской работе при изучении курса «Теоретическая механика». Курс теоретической механики является не только фундаментальной дисциплиной, необходимой для последующего изучения профессиональных дисциплин, но и имеет самостоятельное практическое значение для понимания принципов работы механических устройств, которые необходимо знать при проектировании, изготовлении и эксплуатации машин, а также для освоения современной сложной и быстро меняющейся техники.

Нами разработаны «фрагментарные» модели современного технологического оборудования и выпускаемой продукции Юргинского машиностроительного завода в 3D формате. В создании компьютерных «фрагментарных» моделей принимали непосредственное участие студенты, участвующие в научно- исследовательской работе. При подготовке «фрагментарных» моделей использован принцип профессиональной направленности, а также неразрывности теоретической и практической подготовки специалиста, стимулирования активности и самостоятельности студента. Для разработанных моделей студентами составлены программы для проведения расчетов по изучаемым темам дисциплины «Теоретическая механика»: «Равновесие систем тел», «Расчет плоских ферм», «Равновесие твердого тела при наличии сил трения». Следует отметить, что в разработанные программы включены элементы исследовательского характера.

Созданные «фрагментарные» модели могут быть использованы и при изучении других дисциплин профессионального цикла: «Механика», «Детали машин», «Техническая механика», «Сопротивление материалов», что позволяет установить комплексное развитие межпредметных связей. При создании «фрагментарных» моделей технологического оборудования студенты знакомятся с миром их будущей профессиональной деятельности, что способствует пробуждению интереса к ней и активизирует познавательную деятельность обучаемых.

Использование информационных технологий является эффективным инструментом, стимулирующим подготовку студентов к каждому занятию и повышению их мотивации к изучению курса теоретической механики и позволяет перейти от обучения в формате «teaching» к формату «learning», т.е. не человека учат, а человек учится. Привлечение студентов к научно-исследовательской работе такого содержания позволяет студентам в процессе изучения дисциплин математического и естественнонаучного цикла формировать профессиональные компетенции, а также так называемую «мыслительную грамотность», включающей в себя соответственно: знаниевую, функциональную, корпоративную и социальную составляющие. Эти составляющие являются эквивалентами ключевых компетенций, которые заявлены в государственных образовательных стандартах высшего профессионального образования третьего поколения в качестве новых конечных целей.

Таким образом, разработанные «фрагментарные» модели современного технологического оборудования в 3D формате способствуют успешному достижению профессиональной компетентно-

сти будущих специалистов и по отношению к профессиональной деятельности – овладению креативными навыками продуктивной деятельности: добыванием знаний непосредственно из реальности.

Использование в учебном процессе новых технологических аспектов как «лабораторные работы» и «фрагментарные модели» технологического оборудования позволяет сделать образовательный процесс более эффективным и повысить качество обучения.

Литература.

1. Э.Розетт, Р.Фрази. Возможности смешанного обучения // E- Learning World №3, 2008.-с.50-60.
2. Харви Синх. Создание эффективных программ смешанного обучения. Сайт Уральского ресурсного центра дистанционного обучения управленческих кадров[<http://bs-online.ru/34/2,1.html>].
3. Gubaidulina R, Logvinova N., Shachlov M. Organization and control of students independent work./ European journal of natural history.№2, 2007.– С.119.
4. Губайдулина Р.Х., Логвинова Н.А.Современные подходы к подготовке специалистов технических специальностей./ Модернизация инженерного образования: проблемы и перспективы: Труды VII Всероссийской научно-практической конференции.– ЮТИ ТПУ, Юрга: Изд. ТПУ, 2009.С. 47 – 49.

К ВОПРОСУ О САМОРАЗВИТИИ ЛИЧНОСТИ СТУДЕНТОВ

А.А. Галеева, студент гр. 10300, Л.Г. Деменкова, ст. преподаватель

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (8-384-51)5-35-90
E-mail: lar-dem@mail.ru*

Происходящие в России политические, социокультурные, духовные и экономические изменения, реформа образования, демократизация современного общества обострили потребность государства в специалистах нового типа – личностях свободных, самоопределяющихся, ответственных за своё собственное развитие и образование, способных сознательно строить свой внутренний духовный мир, самостоятельно делать нравственный выбор. Педагогическая работа в данных условиях состоит в развитии внутренних свойств личности студента, создании условий, которые позволили бы ему осуществить свой личностный рост. Это на определенном этапе обязательно приведет к выбору своего пути, позволит выпускнику самоопределиться в жизни.

Данный подход к педагогической деятельности в системе высшего образования позволит определить новые технологии и новую культурную среду образования, укрепить позиции вариативных типов высшего образования, переносящего акценты с фронтального обучения и «формирующего» воспитания на теории и технологии самообразования и развивающего обучения.

Проблема педагогических условий, при которых личностное саморазвитие становится процессом целенаправленным и продуктивным, представляется нам особо важной для высшего образовательного учреждения. Специфика, сложность получения высшего образования вызывает необходимость актуализации личностных аспектов его содержания.

Процесс развития личности, прежде всего, характеризует её сущностные силы, а именно: потребности, способности к выполнению определенной профессиональной роли, знания, умения, социальное чувство. Сущностные силы человека – это мера присвоения индивидом социального опыта, раскрывающаяся в его практически преобразующей деятельности, мера его социальной активности.

Во многих ситуациях индивиду приходится принимать решения на основе личных знаний и ценностей, с помощью разума, интуиции и накопленного опыта. Диалектическая взаимосвязь развития, саморазвития и профессиональной деятельности выражает требование к нормальной полноценной личности сегодняшнего дня. Развитие личности определяется через разнообразные процессы, в конечном счете, ведущие личность к самоактуализации. Они имеют место на протяжении всей жизни человека и обусловлены специфическими мотивами развития.

Процесс саморазвития обеспечивается важным состоянием самодвижущихся систем – самоорганизацией, под которой принято понимать возникновение особой способности системы, обеспечивающего её целостность, выражающуюся в упорядоченном и синхронном поведении её элементов.

Обратимся к понятию «творческое саморазвитие» личности. Оно, как показывает анализ, не является простой суммой слагающих его терминов, а представляет собой качественно новую категорию.

Таким образом, специфика профессионально-творческого саморазвития личности будет заключаться в профессиональной направленности базовых процессов. По словам Б.С. Гершунского, эта

особенность профессиональной педагогики обусловлена самим характером восхождения каждого человека по «лестнице» становления его личности. Эта лестница имеет последовательные ступени: общая и функциональная грамотность – образованность – профессиональная компетентность – культура – менталитет. То есть, профессиональная компетентность формируется на базе личностного развития.

Педагогика самореализации личности определяет цель жизни как достижение вершины самореализации, результата развития всех качеств личности на основе жизненной энергии; а смысл – самореализацию, самоосуществление себя в творческой деятельности, через творческую деятельность. Средствами и условиями, достижения такой цели выступает активность личности на основе формирования готовности к самосовершенствованию, творческому саморазвитию.

Одним из таких путей и является профессиональное саморазвитие личности, методологической основой которого выступает принцип динамизма, в акмеологическом контексте понимается нами как процессуально-динамический подход. Чем более сложна деятельность, тем больше роль предварительной теоретической ориентировки. Как отмечал Л.С. Выготский, ряд процессов развития без теоретического осмысления вообще не может возникнуть. Деятельность по саморазвитию личности относится к числу наиболее сложных. Однако в вузовском обучении эти проблемы практически не затрагивают дисциплины, которые объясняли бы будущим специалистам сущность, содержание и закономерность формирования их личности. Развитие же студентов определяется лишь по результатам усвоения знаний по основам изучаемых наук.

В нашем представлении, система высшего образования призвана выдвинуть в качестве реальной своей цели формирование самосовершенствующегося профессионала, способного к профессионально творческому развитию и саморазвитию.

Тогда основные задачи системы профессионального самоопределения будут состоять в следующем:

- обеспечить системообразующую и интегрирующую базу для сознательного управления личности своим развитием;
- направлять процесс саморазвития личности студентам;
- помочь студентам найти, осознать и принять содержание профессионального саморазвития;
- организовать рефлексивную деятельность личности, приводящую к появлению микро- и макропрограмм работы над саморазвитием, самоопределением;
- ознакомить с практическими методиками и технологиями профессионального развития и саморазвития личности.

Отметим, что в основе любого акта профессионального саморазвития, самоопределения лежит процесс самопознания. Личность должна осознать, какова она, как она себя оценивает, что и почему с ней происходит, самопознание в дальнейшем служит в качестве ориентира в мышлении и поведении личности. Вершиной модели является самореализация. В большинстве философских и психологических концепций стратегия самореализации рассматривается в контексте творческой деятельности личности, самораскрытия ее творческого потенциала. В нашем понимании стратегия самореализации есть практическая и осознанная установка личности на творческое изменение и преобразование себя. Именно в этом смысле она предполагает самопорождение человеком своей духовной сущности посредством творчества.

Так как современная система высшего образования ориентирована на создание условий для личностного саморазвития будущего специалиста как субъекта собственного развития и отношений внутри педагогической системы и вне ее, она должна позаботиться о том, чтобы включить студента в такие виды деятельности, в рамках которых он мог бы не только освоить основные ценности культуры, регулирующие отношения, но и чувствовать себя полноправным субъектом этого процесса, свободным в творческом достижении принятых им целей обучения и разработке задач саморазвития, т.е. сделать так, чтобы *его деятельность стала подлинной «самодетельностью»*.

Самостоятельность студентов расценивается педагогами вуза как важное качество личности, но его развитию зачастую не уделяется должного внимания. В деятельности преподавателей вузов во многом еще срабатывают принципы и методы традиционного обучения, основанные на приоритетной роли преподавателя, главная функция которого заключалась в том, чтобы объяснить студентам на занятии содержание своей дисциплины. При таких методах в основном реализуется модель субъектно-объектного обучения.

Применение методов и форм обучения, ориентированных на развитие самостоятельности и самодетельности, включающих личность студентов в образовательный процесс во всей насыщенности его потенциала и личностных смыслов, стимулирует процесс саморазвития. Решению этих задач

способствует замена объективных отношений преподавателя и студентов на субъективно-субъектные, изменение позиции и роли преподавателя и студента в их совместной учебно-познавательной деятельности, чтобы повысить уровень саморегулятивного поведения саморазвивающейся личности студента в системе самоуправления им собственной учебно-познавательной деятельностью.

Исходя из психологической трактовки понятия «самостоятельность», нами определены также педагогические условия в вузе, способствующие проявлению этих качеств у студентов, стимулирующие здоровый личностный рост по пути самоактуализации, которая будет проявляться как тенденция в сторону усиления личностной автономии.

Назовем условия продуктивного педагогического влияния на развитие самостоятельности студентов:

- осознанность принятия самостоятельной работы каждым студентом выполняющим ее, возможность претворить в жизнь результаты самостоятельной подготовки, что чрезвычайно важно для формирования деятельностного отношения к окружающему миру и «возбуждения собственного самобытного процесса в сознании воспитуемого» (П.Ф. Каптерев);

- поощрение у студентов движения к пониманию самих себя (самопознанию), признанию своих способностей; индивидуального отношения к учебной задаче как задаче на открытие, понимание себя и нахождения своего места в различных областях познания;

- предоставление студентам возможности самостоятельно производить выбор в интересах развития своей личности, выбор на основе осознанного и ответственного отношения к различным сторонам действительности, становиться субъектом собственной жизни, развивать свои субъективные личные качества, которые проявлялись бы в «произвольной осознанной активности, обеспечивающей достижения принимаемых человеком целей» (О.А. Конопкин);

- построение учебных занятий на принципах «рациональной самоорганизации» (О.А. Конопкин), т.е. умении студента без систематического внешнего контроля, без помощи и стимуляции со стороны преподавателя самостоятельно и рационально планировать и организовывать свою учебную деятельность;

- развитие потребности и способности к саморегуляции, как процессу сознательного, целеустремленного управления своей деятельностью и поведением на основе рефлексии групповой и личностной; постепенный переход от внешних регуляторов к внутренним; готовность правильно воспринимать требования других и предъявлять требования к себе; готовность к анализу собственных возможностей, затруднений и поиск путей их преодоления.

Идея развития самостоятельности, как важнейшего средства личностного саморазвития, опирается на новую образовательную парадигму, в которой студент должен учиться сам, педагоги могут осуществлять только мотивированное управление его образованием строить учебный процесс на принципах самоорганизации, актуализировать, стимулировать стремления студентов к самостоятельности, изучать их активность, создавая условия для самодвижения.

Сущность идеи заключается в том, что студент самостоятельно (или с определенной дозой помощи) достигает конкретных целей учебно-познавательной деятельности, максимально задействуя свой личностный потенциал (отношения, смыслы, ценностные ориентации), развивая свои личностные функции (мотивацию, рефлекссию, критику, самоактуализацию и др.). А для этого необходимо обеспечить перевод обучения с преподавания на мотивацию самостоятельной учебно-познавательной деятельности.

При решении проблемы мотивации самостоятельной учебно-познавательной деятельности необходимо опираться на следующее понимание «самостоятельности»: это такая деятельность, которую студенты совершают по внутреннему побуждению, находя смыслы, цели и средства деятельности, самостоятельно мыслят, решают проблемы, используют актуализированные знания и приобретают новые, чаще путем самообразования, осваивая новые способы человеческой деятельности в социокультурной среде.

Учебный процесс необходимо организовать так, чтобы студент работал максимальное количество времени самостоятельно, учился целеполаганию, самопланированию, самопониманию, самоконтролю, самооценке. Это дает ему возможность осознавать себя в деятельности и самому определять уровень самоизменений. Задача преподавателей должна заключаться в том, чтобы помочь выстроить в «своем знании» новые понятия и новые смыслы образования, личностного роста, помочь организовать свою учебную деятельность и применить полученные знания для решения различных задач, в том числе и жизненных.

Мы рекомендуем создавать разнообразные учебные позиции и роли, отвечающие индивидуальным склонностям студентов, которые вызовут индивидуальное отношение к учебным задачам как

задачам на открытие, понимание себя, позволят найти свое место в той или иной дисциплине. Для студентов, рекомендуем использовать такие творческие задания, как доклады и рефераты о необычных явлениях, описание действия законов в жизни, что позволит многим студентам самореализовываться на занятии.

Мотивируя студентов на самостоятельную учебно-познавательную деятельность, мы рекомендуем исходить из необходимости соединить воедино объективное и субъективное начала. Студент должен идти от оперирования фактами к оперированию смыслами, от логики высказывания к гармонии смыслов, от постижения истины к постижению идеи. Только при этом условии приобретаемые им знания будут для него теми «живыми знаниями» (понятие, используемое С.Л.Франком, А.Н. Леонтьевым, В.П. Зинченко), которые важно не только усваивать, но и прочувствовать, осмыслить. Это станет основой более глубокого самопознания, самоопределения в культуре, жизни, основой для личностного саморазвития.

Преподаватель должен работать в сфере мотивации, управляя процессом формирования этой мотивации. Степень этого управления может быть различной: жесткой, гибкой, личностной. Чем выше степень самостоятельности и самоопределения студента в целеполагании им своей деятельности, тем выше степень личностного управления, которая возрастает по мере взросления студентов и на старших курсах должна приобрести всеобщий характер.

Функции контроля, наставления, привлечения и т.п., выполняемые преподавателем, необходимо заменить на функции обучения навыкам самостоятельного и ответственного действия, а изучение мотивов, отношений, самооценки личности студента, на создание педагогических ситуаций (выбора, принятия решений, оперирования смыслами, опорой на субъективный опыт студента).

Задачи и роль преподавателя заключаются в развитии внутренней мотивации учения, как самостоятельной учебно-познавательной деятельности, которая происходит при смещении внешнего мотива на внутренний, более близкий не только к цели высшего образования, но и к личностно значимым целям. На занятиях педагоги не должны дифференцировать студентов на группы по способностям, преодолевая стереотип одномерности и бинарности мышления «плохой – хороший», «сильный – слабый». Необходимо предлагать многовариантные задания с различной степенью сложности, студент должен сам выбрать посильный вариант и нести ответственность за результаты выбора. Основной функцией преподавателя должна стать педагогическая поддержка (в том смысле, в каком она представлена в работах О.С. Газмана), которая дает возможность установления такого типа отношений, при котором студент остается в ответственной позиции по отношению к своим проблемам и может получить помощь педагога, когда собственных усилий уже недостаточно.

Развитие самостоятельности и самостоятельности студентов вуза является важным средством саморазвития личности студентов и их личностно-образующих процессов – меняющихся отношений, индивидуально-личностных смыслов, целенаправленного личностного самоуправления, самоопределения во внутреннем самоотношении и в проблемных ситуациях, самореализации, самоактуализации.

Самостоятельность нужна студенту чтобы: глубже познать себя, испытать свои силы, развивать свои способности, осмысленно и ответственно управлять своим поведением, развивать самоконтроль, самооценку, эмоциональную, волевую и интеллектуальную саморегуляцию. Суть понятия «самостоятельность» вытекает из семантики слов «сам делаю», «собственно моя деятельность». Значит, самостоятельность есть деятельность по собственному почину, личной инициативе, а это предполагает самовыражение личности, являющееся средством ее самоактуализации.

Для усиления психологического и личностно-смыслового аспекта обучения и повышения уровня саморегулятивного поведения саморазвивающейся личности необходимо изменить позиции, роли преподавателя и студента в их совместной деятельности и перевести обучение с преподавания на мотивацию самостоятельной учебно-познавательной деятельности. Для этого необходимо:

- способствовать поиску смыслов изучаемых предметов, развитию умений и навыков самостоятельно или с определенной дозой помощи вырабатывать ближайшие цели своей деятельности, планировать, принимать решения и оценивать свою работу; перенести акцента освоение способов деятельности студента в социокультурной среде;

- создавать ситуации свободного и ответственного выбора, как способа развития творческой мысли студента и самостановления его личности, и наряду с традиционным обучением использовать элементы развивающего обучения, то есть обучения, которое строго не регламентируется рамками стандартов, а дополняется и модифицируется, где студенты могут свободно планировать свою дея-

тельность и иметь возможность выбирать уровень освоения предмета, который отвечает его способностям, интересам, индивидуальности;

•цели высшего образования, задаваемые внешним образом, должны стать собственными личными целями студентов, а для этого программа высшего образования и учебный план вуза должны отвечать потребностям студентов и возможности самостоятельно оценивать результаты своей исследовательской, учебной работы на основе критериев, связанных с конкретной сферой интересов.

При таких педагогических условиях личность студента попадает как бы в перекрестье социокультурного и свободного пространства среды вуза, основанного на выборе, самостоятельности и самодетерминации, поиске уникальных смыслов и включается в педагогическую систему вуза во всей насыщенности его потенциалов, отношений и личностных смыслов, способствующих саморазвитию.

Литература.

1. Выготский Л.С. Педагогическая психология. М., 2008.
2. Гершунский Б.С. Философия образования для XXI века /В поисках практико-ориентированных образовательных концепций. М., 2007.
3. Газман О.С. Гуманизм и свобода. /Гуманизация воспитания в современных условиях. М., 2009.
4. Дусавитский А.К. Формула интереса. М., 2009.
5. Конопкин О.А. Психологическая саморегуляция произвольной активности человека//Вопр.психол.– 2005. №1.
6. Леонтьев А.П. Деятельность, сознание, личность. М., 2007.
7. Маслоу А. Самоактуализация //Психология личности. Тексты. М., 2009.
8. Мясисев В.И., Психология отношений /Под. ред. А.А. Бодалева, Воронеж, 2005.
9. Чечель И.Д. Управление исследовательской деятельностью. М., 2008.

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ СТУДЕНТОВ ЮТИ ТПУ

Т.И. Зорина, студент гр. 17В20, С.В. Соколова, доцент кафедры ЮТИ ТПУ

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (8-384-51)5-35-90

E-mail: svetlanaeno@mail.ru

Целью нашей работы является выявление закономерности между творческим потенциалом и индивидуально-психологическими особенностями студентов младших курсов ЮТИ ТПУ посредством статистической обработки данных исследования.

Задачи:

- Изучить литературные источники по обозначенной теме.
- Провести анкетирование.
- Обработать анкеты и обобщить результаты статистическими методами.
- Провести сравнительный анализ результатов.
- Дать интерпретацию данных.

Значение творческого и. мышления быстро растет.

Скоро оно будет рассматриваться наравне с другими важнейшими ресурсами, такими как финансы, сырье и рабочая сила. Как только организация достигает вершин развития технологии, дальнейшее преимущество может быть достигнуто только за счет более сильных концепций. Жизнь в эпоху научно-технического прогресса становится все разнообразнее и сложнее. И она требует от человека не шаблонных, привычных действий, а подвижности, гибкости мышления, быстрой ориентации и адаптации к новым условиям, творческого подхода к решению больших и малых проблем.

Творчество можно с успехом применять где угодно.

У каждой прочно стоящей на ногах организации имеется большой потенциал, но он растрачивается понапрасну, если организация не предпринимает ничего для постоянной реализации новых сильных идей.

Не менее важно творческое мышление для тех организаций, которые еще только пробивают себе путь вверх. Повышение качества, снижение себестоимости и постоянное совершенствование - все эти программы требуют творческого подхода.

Очень многое зависит от привычек, тренировки и ожиданий. Для творчества не нужны сверхъестественные умственные способности. Этому может научиться каждый, обладающий определенным базовым уровнем интеллекта.

Мы провели анкетирование студентов 1 и 2 курса бакалавриата «прикладная информатика» по следующим показателям: творческий потенциал, логичность, уровень интеллекта, пространственное и образное мышление, функциональная симметрия–асимметрия полушарий головного мозга, стили мышления. Рассмотрим взаимосвязь стилей мышлений с остальными показателями. Творческий потенциал и логичность преобладает у синтезаторов, пространственное и образное мышление – у прагматиков, уровень интеллекта – у аналитиков.



Рис. 1. Взаимосвязь стилей мышления с другими показателями

Мы провели корреляционный анализ результатов, по итогам которого видно, что на творческий потенциал больше всего оказывает влияние логичность и образное мышление, на логичность – интеллект и образное мышление, а на интеллект – пространственное мышление.



Рис. 2. Корреляционный анализ показателей

По полученным результатам корреляционного анализа можно сделать вывод: сущность творческого потенциала будущего молодого специалиста заключается в интегративной целостности. Творческий потенциал имеет положительную корреляцию со всеми показателями, которые мы вынесли для сравнения: логичность, интеллект, пространственное и образное мышление.

Сравнивая результаты тестирования группы 17В20 в 2012 и 2014 годах, можно проследить изменение творческого потенциала, логичности и стилей мышления студентов.

Это говорит о том, что человек постоянно меняется; и если человек, например, сейчас реалист, то это не означает, что он таким будет всегда.

Заключение.

В данной работе провели статистическую обработку данных тестирования индивидуально-психологических особенностей. Для этого изучили статистический аппарат, были рассмотрены проблемы творчества, творческой деятельности, мышления, интеллекта, интеллектуальной одаренности, рассмотрено творческое мышление.

Творческие возможности человека неограниченны и неисчерпаемы, а творческая деятельность является одним из главных определений человеческой сущности. Именно способность к творческой деятельности характеризует человека, подчеркивает превосходство и своеобразие его психики. Человек создал настолько сложные и совершенные машины, что стали поговаривать о возможности построения машины, которая могла бы превзойти самого человека, которая оказалась бы в состоянии мыслить и творить. Но творить, создавать новое машина не в состоянии. Способность к творчеству присуща только человеку.

Развитие науки и техники, темпы научно-технического процесса таковы, что совершенно необходимо «снабжать» науку и технику новыми идеями, строить новые проекты, поэтому, в связи со стоящими перед обществом задачами, вопрос о природе творческих способностей приобрел огромную практическую значимость.

Сегодня творчество становится необходимым инструментом профессионального и бытового существования.

Литература.

1. <http://www.allbest.ru/>
2. http://revolution.allbest.ru/pedagogics/00014240_0.html
3. Соколова И.Ю., Кабанов Г.П. Качество подготовки специалистов в техническом вузе и технологии обучения. Учебное пособие для педагогов, аспирантов, магистрантов. Томск: Изд-во ТГПУ, 2003. 203 с.
4. Боно Э. Серьезное творческое мышление / Э. Боно // Пер. с англ. Д. Я. Онацкая.— Мн.: «Попурри», 2005.—416 с.:ил.
5. <http://referats.qip.ru/referats/preview/91557/2>
6. <http://azps.ru/handbook/o/obra358.html>
7. http://www.scholar.ru/tag.php?tag_id=914

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

Т.Т. Куанышев, студент

Карагандинский государственный технический университет

100027, Республика Казахстан, г. Караганда, Бульвар Мира, 56

E-mail: kuantore@gmail.com

В нынешнее время успех процесса формирования информационной компетентности любого специалиста и преподавателя, в частности, зависит от общеобразовательной компьютерной подготовки и гарантии высокой профессиональной мобильности в условиях жесткой конкуренции на рынке труда. В Казахстане идет становление новой системы образования, ориентированной на вхождение в мировое образовательное пространство. Этот процесс сопровождается существенными изменениями в педагогической теории и практике учебно-воспитательного процесса. Происходит смена образовательной парадигмы: предлагается иное содержание, иные подходы, иное право, иные отношения, иное поведение, иной педагогический менталитет. Об этом свидетельствует Послание Президента страны Н.А.Назарбаева народу Казахстана «Казахстан-2030». Постановка задачи в таком ракурсе требует новых подходов в системе образования в условиях информатизации.

Целями использования в обучении информационных технологий являются:

- формирование исследовательских умений, умений принимать оптимальные решения;
- формирование умений работать с информацией, развитие коммуникативных способностей;
- подготовка личности «информационного общества»;
- возможность дать студенту так много учебного материала, как только он может усвоить.

Обучаемый должен стремиться использовать компьютер именно в своей профессиональной сфере и обладать высоким уровнем психологической и функциональной готовности к успешному применению новых информационных технологий. Речь пойдет об информационной компетентности, как о необходимой и достаточной значимой части профессиональной подготовки преподавателя спец. дисциплин и профессиональных модулей.

Формирование информационной компетентности преподавателя предполагает следующие этапы решения задач:

1. Определение целей деятельности, т.е. постановка задачи.
2. Целенаправленное применение знаний, умений и навыков в их строгом соответствии с проблемой, поставленной в данной задаче.
3. Интерпретация промежуточных и конечных результатов.

Рассматривая образовательный процесс среднего специального учебного заведения и процесс освоения новых компьютерных информационных технологий на социальном уровне, следует отметить, что требования современного информационного общества к своим членам заключается, прежде всего, в знании информационных технологий и умении их применять. Информационные технологии – это совокупность средств и методов сбора, хранения, переработки, поиска и т.д. информации. Компьютер выступает как техническое средство этих процессов.

Создание и развитие информационного общества предполагает широкое применение информационно-коммуникационных технологий в образовании, что определяется рядом факторов.

Во-первых, внедрение информационно-коммуникационных технологий в образование существенным образом ускоряет передачу знаний и накопленного технологического и социального опыта человечества не только от поколения к поколению, но и от одного человека другому.

Во-вторых, современные информационно-коммуникационные технологии, повышая качество обучения и образования, позволяют человеку успешнее и быстрее адаптироваться к окружающей среде и происходящим социальным изменениям. Это дает каждому человеку возможность получать необходимые знания как сегодня, так и в будущем постиндустриальном обществе.

В-третьих, активное и эффективное внедрение этих технологий в образование является важным фактором создания системы образования, отвечающей требованиям информационного общества и процессу реформирования традиционной системы образования в свете требований современного индустриального общества.

Применение компьютеров в образовании привело к появлению нового поколения информационных образовательных технологий, которые позволили повысить качество обучения, создать новые средства воспитательного воздействия, более эффективно взаимодействовать педагогам и обучаемым с вычислительной техникой. По мнению многих специалистов, новые информационные образовательные технологии на основе компьютерных средств позволяют повысить эффективность занятий на 20-30%. Примером успешной реализации информационно-коммуникационных технологий стало появление Интернета – глобальной компьютерной сети с ее практически неограниченными возможностями сбора и хранения информации, передачи ее индивидуально каждому пользователю. Первые шаги по внедрению Интернета в систему образования показали его огромные возможности для ее развития. Вместе с тем, они же выявили трудности, которые требуется преодолеть для повсеместного применения Сети в образовательных учреждениях. Это значительно большая стоимость организации обучения по сравнению с традиционными технологиями, что связано с необходимостью использования большого количества технических (компьютеры, модемы и т.п.), программных (поддержка технологий обучения) средств, а также с подготовкой дополнительных организационно-методических пособий (специальные инструкции учащимся и преподавателям и др.), новых учебников и учебных пособий и т.п. Следует отметить, что современный этап применения Интернета в образовании, особенно в Казахстане, является экспериментальным. Идет процесс накопления опыта, ищутся пути повышения качества обучения и новых форм использования ИКТ в различных образовательных процессах. Трудности освоения ИКТ в образовании возникают из-за отсутствия не только методической базы их использования в этой сфере, но и методологии разработки ИКТ для образования, что заставляет преподавателя на практике ориентироваться лишь на личный опыт и умение эмпирически искать пути эффективного применения информационных технологий. Таким образом, на пути движения Казахстана к информационному обществу и внедрения информационно-коммуникационных технологий в образование можно выделить три этапа:

- начальный, связанный с индивидуальным использованием компьютеров, в основном, для организации системы образования, ее административного управления и хранения информации о процессе управления;

- современный, связанный с созданием компьютерных систем, Интернета и конвергенцией информационных и телекоммуникационных технологий;

- будущий, основанный на интеграции новых ИКТ с образовательными технологиями.

Анализируя проблемы использования информационно-коммуникационных технологий в образовании при движении Казахстана к информационному обществу, следует, в первую очередь, отметить процесс внедрения информационно-коммуникационных технологий в систему образования, обеспечение учебных учреждений, школ и вузов компьютерной техникой, развитие телекоммуникаций, глобальных и локальных образовательных сетей.

Новым направлением повышения эффективности внедрения ИКТ является интеграция информационно-коммуникационных технологий и технологий обучения. В качестве первых и необходимых шагов, способствующих ускоренному внедрению этого процесса в систему образования, рекомендую:

- создание условий для стимулирования развития интернет-услуг, связанных с применением новых ИКТ;

- организацию семинаров и учебных курсов для администрации и сотрудников учебных заведений по применению в обучении новых ИКТ;

- разработку методологических и методических основ системного анализа и информационных технологий в образовании, методов оценки обучения и образования на их основе.

Литература.

1. Intel ® «Обучение для будущего» (при поддержке Microsoft): Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. – М.: Русская редакция, 2003. – 368 с.
2. Лапчик М.П. Информатика и информационные технологии в системе общего и профессионального образования: Монография. Омск: Изд-во ОмГПУ, 1999. – 294 с.
3. Роберт И.В. Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы; перспективы использования. М.: Школа-Пресс, 1994.

ГОТОВНОСТЬ КАК РЕЗУЛЬТАТ НЕПРЕРЫВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ

М.А. Лоцилова, ст. преподаватель, Т.А. Стрековцова, студент гр. 17А10

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

E-mail: marisha20@bk.ru

Пристальное внимание к инженеру, его личностному и профессиональному развитию всегда было характерно для российской науки и практики. Акцентирование внимания в третьем тысячелетии на формировании активной, познающей, творческой и конкурентоспособной личности будущего инженера не вызывает сомнения.

Целью непрерывной профессиональной подготовки является формирование профессиональной готовности будущего инженера к управлению целостным техническим процессом [1].

Исследователи рассматривают готовность как результат освоения опыта деятельности, формирование на его основе положительного отношения и стремления к новому, системы личностных качеств, степень сформированности которых обеспечивает результативность деятельности.

Для выполнения любого вида деятельности необходимо, чтобы человек был подготовлен к этой деятельности. Именно готовность к деятельности является одной из главных предпосылок ее осуществления.

Понятие профессиональной готовности употребляется в нескольких значениях, а также отождествляется с профессиональной подготовкой.

Термины «подготовка» и «готовность» трактуются не как синонимы, хотя они тесно связаны, взаимозависимы и взаимообусловлены. Это объясняется тем, что качество готовности специалиста во многом определяется именно подготовкой, которую он проходил.

Под термином «подготовка» понимается динамический процесс, конечной целью которого является формирование такого личностного качества, как готовность к профессиональной деятельности [2].

Анализ словарных определений позволяет заключить, что термин «подготовка» обогащает понятие «готовность», указывая на то, что подготовка к деятельности есть не что иное, как формирование готовности к ней.

Проблема готовности к разным видам деятельности уже достаточно давно привлекала к себе внимание ученых, и к настоящему времени этот феномен получил широкое освещение в самых различных аспектах: педагогическом, историческом, экономическом, социологическом, философском и др.

Наиболее значимыми признаются психологический и педагогический аспекты феномена готовности.

В философском плане готовность рассматривается как объективный процесс, в основе которого лежат определенные закономерности:

- обусловленность системы общепедагогической готовности потребностями социально-педагогического и духовного развития общества, задачами в области формирования личности;
- соответствие содержания, форм и методов общепедагогическому уровню развития педагогической науки и практики, характеру и содержанию педагогического труда;
- воспитание и развитие личности в процессе общепедагогической подготовки;
- взаимосвязь целей, функций, содержания и методов общепедагогической готовности учителя;
- зависимость качества общепедагогических знаний, умений и навыков от характера, содержания, форм и методов организации учебно-познавательной, учебно-практической, самостоятельной практической деятельности педагогов;
- зависимость содержания и методов общепедагогической готовности от индивидуальных способностей.

Проблема готовности к деятельности с различных точек зрения рассматривалась в отечественной психолого-педагогической науке. Специальные исследования феномена готовности проводятся с конца 50-х годов XX века. Первоначально готовность изучалась в рамках психологической науки. Некоторые вопросы, связанные с феноменом готовности, рассматривали Б.Г.Ананьев, С.Л.Рубинштейн, А.Н.Леонтьев, Л.С.Выготский, Д.Н.Узнадзе, К.К.Платонов, Л.И.Божович и др. При этом каждый из них по-своему подходил к определению понятия «готовность», определял ее место в структуре личности.

Профессиональная готовность - не только результат, но и цель профессиональной подготовки, начальное и основное условие эффективной реализации возможностей каждой личности (М.И.Губанова, В. А. Сластенин, С. Н. Чистякова и др.).

В последние годы находят пути решения проблема профессиональной готовности к профессиональной деятельности (О.А.Абдулина, Е.П.Белозерцев, К.М.Дурай-Новакова, М.И.Дьяченко, Л.А.Кандыбович, Н.Э.Касаткина, Л.В.Кондрашова, Н.В.Кузьмина, Н.Д.Левитов, Л.М.Митина, Б.П.Невзоров, С.А.Николаенко, Л.Н.Садыкова, В.А.Сластенин, С.Н.Чистякова, Т.И.Шалавина, А.И.Щербаков и др.).

К.М.Дурай-Новакова [3] профессиональную готовность рассматривает как систему интегративных переменных, включающих и психологические (свойства и качества личности), и практические (знания, навыки, качества личности) компоненты.

Рассматривая готовность к профессиональной деятельности, Г.Н.Жуков определяет ее как интегративное динамическое качество личности, являющееся системообразующим фактором будущей профессиональной деятельности [4].

Н.Э. Касаткина готовность определяет как потенциальное состояние личности, предшествующее выполнению каких-либо осознанных действий в любом процессе на когнитивном и эмоционально-волевом уровнях, и как интегративное качество личности, соединяющее в себе мотивационно-ценностный, когнитивный и операционально-деятельностный компоненты [5].

Готовность - это состояние личности, которое можно формировать, и при обеспечении специальных условий «готовность - состояние» переходит в «готовность - качество». Подобное понимание готовности позволяет нам представить как деятельностные, так и личностные характеристики в их динамике и взаимозависимости, выделить уровни данного феномена.

Предпосылкой высокого уровня психологической готовности личности к выполнению профессиональных обязанностей целый ряд исследователей считает стрессоустойчивость (М.И.Дьяченко, Л.А.Кандыбович, А.А.Деркач, В.С.Мерлин, Л.Е. Сикорская и др.).

Стрессоустойчивость — способность человека преодолевать напряженные ситуации и их последствия без существенных искажений профессиональной деятельности и без снижения ее продуктивности [6].

В качестве ситуаций, вызывающих стресс и напряженность, исследователи (М.И.Дьяченко, Л.А.Кандыбович и др.) называют опасность, новизну, непосильность задачи, наличие физических (погода, местность, сильный шум и т. п.), материальных, организационных, психологических и других препятствий на пути достижения цели (в частности нарушение взаимоотношений в коллективе, недостаток необходимых качеств, опыта и т. д.).

Так, для инженеров, работающих на производстве, характерны следующие условия деятельности: высокая мера ответственности, повышенный уровень психотравматических событий, которые становятся источником эмоционального стресса. Фактором, усугубляющим ситуацию, является низкая социальная защищенность этой категории специалистов.

Различные подходы к определению сущности понятия «готовность» в психолого-педагогических исследованиях отражены в таблице.

Таблица 1

Готовность в психолого-педагогических исследованиях

Название	Концептуальная сущность	Авторы
Готовность в фило-софии	объективный процесс, в основе которого лежат определенные закономерности.	М.С.Коган В.Н.Сагатовский
Готовность в психо-логии	наличие у человека способности к определенному виду деятельности	Б. Г. Ананьев С. Л. Рубинштейн
	качественное новообразование, определяющее направленность на конкретную деятельность	Л.С.Выготский
	качество личности	К. К. Платонов
	установка на совершение определенной деятельности, направленной на удовлетворение актуальной потребности	Д.Н.Узнадзе
	активизация психических функций для деятельности, различая ситуативную (относительную) готовность и длительную (сформированную заранее, проявляющуюся постоянно)	Н.Д.Левитов
	интегративное качество личности, включающее знания, умения, навыки, настрой на конкретные действия	М.И.Дьяченко
Готовность в педаго-гике	устойчивая характеристика личности, синтез ее свойств и как психическое состояние, превращающееся в устойчивое качество личности в процессе деятельности	В.А.Сластенин
	интегративное динамическое качество личности, являющееся системообразующим фактором будущей профессиональной деятельности	Г.Н.Жуков
	потенциальное состояние личности, предшествующее выполнению каких-либо осознанных действий в любом процессе на когнитивном и эмоционально-волевом уровнях	Н.Э.Касаткина

Таким образом, анализ работ позволяют заключить, что в целом готовность рассматривается как: активное состояние личности, вызывающее деятельность; качество, определяющее установки на профессиональные ситуации и задачи предстоящей деятельности; предпосылка к целенаправленной деятельности, ее регуляции, устойчивости, эффективности либо как результат и следствие деятельности [4].

Под готовностью будем понимать совокупность профессионально важных свойств и качеств личности будущего инженера, которые необходимы для выполнения следующих видов профессиональной деятельности: производственно-технологической; организационно-управленческой; научно-исследовательской; проектно-конструкторской.

В рамках целостного и системного процесса непрерывной профессиональной подготовки будущего инженера к профессиональной деятельности формируется готовность к этой деятельности как цель, процесс и результат. Этот процесс включает такие составляющие, как мотивация и ориентация на данный вид деятельности, развитие профессионально значимых психофизиологических свойств личности, формирование социально и профессионально важных качеств личности и профессиональная подготовленность. Несмотря на некоторые совпадения в интерпретации понятия готовности и ее структуры, она трактуется во всех исследованиях как первичное и обязательное условие предстоящей успешной деятельности или результат деятельности.

Литература.

1. Лобанов Н.А. Непрерывное образование: указатель научной литературы /под науч. ред. В.Н.Скворцова. – СПб: Изд-во «Файндер», 2003. – 60с.
2. Жуков Г.Н. Общая и профессиональная педагогика: учебник/ Г.Н. жуков, П.Г. Матросов. – М.: Альфа-М: ИНФРА –М, 2013. – 448 с. С.54.
3. Дурай-Новакова, К. М. Формирование профессиональной готовности студентов к педагогической деятельности [Текст] : автореф. дисс...д-ра. пед. наук / К. М. Дурай-Новакова. — Москва, 1983. — 60 с.
4. Жуков Г. Н. Формирование готовности профессионально-педагогической деятельности будущих мастеров производственного обучения [Текст] : автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.08. — Екатеринбург, 2005. - 48 с.
5. Касаткина Н. Э. Теория и практика формирования профессионального самоопределения молодежи в условиях непрерывного образования [Текст] : автореф. ... д-ра. пед. наук / Н. Э. Касаткина. — Москва, 1995. - 38 с.
6. Сикорская, Л. Е. Психологическая готовность социального работника к реабилитации подростков группы риска [Текст] : автореф. дис.. канд.псих. наук. — Москва, 1997. — 28 с.

НЕПРЕРЫВНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ В ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ И ПРАКТИКЕ

М.А. Лоцилова, ст. преподаватель

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

E-mail: marisha20@bk.ru

Сфера инженерного образования приобретает решающую роль в обеспечении устойчивого социально-экономического развития и должна быть ориентирована на конкретный регион. Развитие региональной экономики заключается в поиске источников и направлений эффективности на основе роста материального благосостояния и становления личности граждан по критерию качества жизни населения в регионе. Модернизация экономики региона должна опираться на человеческий капитал и реализовываться при одновременно осуществляемой модернизации инженерного образования как основного условия качественной подготовки трудовых ресурсов. При этом главной целью деятельности высших учебных заведений становится подготовка квалифицированных инженерных кадров в объеме и по направлениям, востребованных экономикой конкретной территории[1]

Инновационное инженерное образование – это процесс и результат целенаправленного формирования определенных знаний, умений, а также комплексная подготовка специалистов в области техники и технологии для инновационной инженерной деятельности за счет обновленного содержания, методов и технологий обучения.

Особенности модернизации технического образования в значительной степени определяются уровнем и степенью занятости выпускников учреждений профессионального образования на рынке труда, которая представляет собой процесс их приспособления к новым реалиям и требованиям, связанным с началом трудовой деятельности, и определяет трудоустройство в соответствии с полученной специальностью, оптимальные условия труда, уровень заработной платы, социальные гарантии, возможность карьерного роста на производстве

Новые социально-экономические требования к системе российского профессионального образования актуализируют осмысление профессиональной подготовки высококвалифицированных специалистов различного уровня (бакалавров, магистров, инженеров), конкурентоспособных, готовых к творческой и профессиональной деятельности, способных комплексно сочетать исследовательскую,

проектную и предпринимательскую деятельность, посредством реализации новой парадигмы образования – «образование через всю жизнь» [1]

Концепция «обучение на протяжении всей жизни» (lifelong learning) трансформированная в теорию «непрерывное образование», сегодня актуальна и принята во всем мире. Эта идея была представлена на конференции ЮНЕСКО в 1965 году известным теоретиком непрерывного образования П. Ленграндом. Позднее в 1972 году был опубликован доклад международной комиссии по развитию образования, в котором было предложено принять ведущую концепцию, так называемое «непрерывное образование» для будущих нововведений во всех странах мира (доклад Э.Фора «Учиться, чтобы быть: мир образования сегодня и завтра») [2]

Изучению особенностей и возможностей позитивного изменения современной образовательной среды, позволяющей осмысленно и профессионально саморазвиваться, быть востребованными на рынке труда будет способствовать определение содержательного многогранного ключевого понятия «непрерывная профессиональная подготовка будущих инженеров».

С этой целью были рассмотрены и выявлены сущностные дефиниции: «*профессиональное образование*», «*непрерывное образование*», «*непрерывное профессиональное образование*», «*готовность*», «*профессиональная готовность*» в различных психолого-педагогических исследованиях.

Обратимся к базовой дефиниции «непрерывное образование», рассматриваемой в современной литературе, в которой представлено множество определений. Развитие концепции и практики непрерывного образования было связано с дискуссией относительно разных трактовок этого понятия: непрерывное образование как образование на протяжении всей жизни; непрерывное образование как образование взрослых; непрерывное образование как непрерывное профессиональное образование.

В самом широком смысле это понятие используется для обозначения образования на протяжении всей жизни с учетом институализированных и неинституализированных форм [3].

«Непрерывное образование» как образование взрослых, акцентирует внимание на предыдущем образовании, специфике запросов взрослых, а также технологии их обучения, имеющих опыт образовательной деятельности и навыки практической работы. Акцентируя значимость непрерывного профессионального образования, тем самым подчеркивается функциональная специфика знаний и необходимость их постоянного обновления [4]

Неоднозначное значение феномена «непрерывное образование» свидетельствует о многогранности и глубине этого понятия, его смысловая сущность близка к таким сложным философским понятиям, как «бесконечное развитие», «развитие в течение длительного времени», «целостное развитие человека» и др.

Однако в работах многих ученых предприняты попытки конкретизировать понятие «непрерывное образование». С этой целью дефиниция исследуется как представленная двумя ее составляющими: непрерывность и образование.

Понятие «непрерывность» рассматривается в научной литературе как некий процесс, характеризующийся отсутствием промежутков в его протекании, переходе от одного качественного состояния в другое, в противоположность прерывности (дискретности), то есть пространственно-временной разграниченности элементов и состояний объекта; как свойство объекта, устанавливающее определенную взаимосвязь и взаимообусловленность его элементов и состояний [5].

Категория «образование» трактуется многозначно:

- получение систематизированных знаний, умений и навыков, обучение, просвещение, совокупность знаний, полученных в результате обучения (категория обозначающая деятельность);
- процесс развития и саморазвития личности, связанный с овладением социально значимым опытом человечества, включающим в себя знания, умения, творческую деятельность и эмоционально-ценностное отношение к миру (процесс развития) [6]
- рождение, формирование, получение определенного вида, формы, образа, приобретение новых качественных характеристик и преобразование существующего состояния в новые парадигмы (результат обучения) [7].

Наиболее общая точка зрения в психолого-педагогических исследованиях по изучению сущности непрерывного образования представлена следующими позициями: для общества **непрерывное образование** является средством расширенного воспроизводства его интеллектуального и культурного потенциала; для государства – фактором ускорения социального и научно-технического прогресса, обеспечения стабильного развития производства; для **каждого человека** – условием готовности к профессиональной деятельности при быстром изменении технологий.

Таким образом, **непрерывное образование** – это целенаправленный образовательный процесс раскрытия мотивов, интересов, посредством участия в разных видах деятельности на протяжении всей жизни для подготовки конкурентоспособных специалистов на рынке труда.

В российской педагогике идея непрерывности образования получила свою интерпретацию, в связи с формированием новой системы образования в России после 1917 года, с появлением новых форм и видов образовательных учреждений (для образования взрослых, повышения квалификации работающих). Однако к концу 60-х годов XX века концепция непрерывного образования не была реализована, а ее содержание не стало центральной парадигмой в отечественном образовании.

Точкой отсчета в разработке концепции непрерывного образования в нашей стране Г.П. Зинченко считает 1979 г., Суть непрерывного образования по его мнению, это всеохватывающее по полноте, индивидуализированное по времени, темпам и направленности, предоставляющее каждому возможности реализации собственной программы его получения. Закономерен вывод, что при таком подходе целью непрерывного образования будет становление и развитие личности как в период ее физического и социально-психологического созревания, расцвета и стабилизации жизненных сил и способностей, так и в период старения организма, когда на первый план выдвигается задача компенсации утрачиваемых функций и возможностей.

Непрерывное образование в России рассматривалось вначале как образование для взрослых людей, его предназначение - компенсация недостатков, упущений предшествующей подготовки или пополнение знаний, в связи с новыми требованиями жизни и профессии. Новая парадигма российского образования, в которой философские и педагогические аспекты образовательного процесса рассматриваются в контексте смысловых целей личности, направлена на непрерывное образование.

Конкретизируя это определение в контексте цели исследования, мы соглашаемся с точкой зрения М.М.Поташника: «Непрерывность образования состоит из последовательно возвышающихся ступеней специально организованной учебы» [8], дающей человеку возможность гармонизации своей профессиональной деятельности. Ученый утверждает, что преемственная связь между отдельными ступенями образования и их интеграция в единое образовательное пространство обеспечивают человеку свободу изменения профессиональной деятельности в соответствии с новыми выборами индивидуальной траектории развития.

Непрерывность профессионального образования в России характеризуется всеохватностью (объединение общей целью образования и вовлечение в этот процесс всего населения, социальных партнеров); преемственностью (продолжение образования и способов его реализации); индивидуализацией (учет потребностей каждого индивидуума) [4]

На основе вышеизложенного можно сформулировать основные признаки непрерывного профессионального образования: увеличение временной протяженности образовательного процесса на весь жизненный цикл; вертикальная и горизонтальная целостность образовательного процесса; ориентация на поступательное формирование и обогащение творческого потенциала личности; формирование готовности к профессиональной деятельности.

Непрерывное образование – это системно организованный процесс образования людей на протяжении всей их трудовой жизни, который позволяет оставаться им востребованными, быть конкурентоспособными и сохранять социальные условия жизни адекватные уровню профессионального рейтинга на рынке труда, творчески реализовывать себя в разных видах деятельности на протяжении всей жизни[4]. Этот процесс состоит из последовательно возвышающихся ступеней специально организованной учебной деятельности, создающих человеку благоприятные условия для изменения его социального статуса.

В России с 30-ми годами связано становление так называемой многоступенчатой системы профессионального образования, которая реализует преемственность программ, относящиеся к определенному виду деятельности человека или к данной отрасли производства и отличающиеся уровнем квалификации. Программы ориентированы на обеспечение профессиональной подготовки обучающихся, образовательная функция подчинена в них профессиональной. После завершения каждого этапа обучающийся получает соответствующий документ, удостоверяющий уровень его квалификации (например, токарь, техник, инженер).

Многоступенчатая система профессионального образования целесообразна и вполне эффективна при жестком долгосрочном закреплении кадров в данной отрасли при подготовке законопос-

лушных исполнителей. Главной целью такой системы является удовлетворение государственного заказа на специалиста.

Сформировавшаяся в стране часть образовательной системы, можно охарактеризовать как моноуровневую и до 90-х гг. она являлась господствующей. Обучающийся, поступив в учебное заведение, не мог закончить свое образование на каком то промежуточном этапе, изменить профиль обучения, выбрать индивидуальную траекторию обучения. Система ориентирована на массовую подготовку специалистов, готовых к репродуктивному воспроизводству информации; унифицирована по срокам обучения в соответствии с жесткими учебными планами. Профессиональная подготовка «под конкретное рабочее место» часто не способствует жизненному успеху обучающихся, приводит к появлению специалистов, знания и умения которых не востребованы обществом. [9]

Основной мировой тенденцией развития современного общества является переход от парадигмы сырьевой и индустриальной экономики к парадигме «новой экономики», называемой «экономикой знаний», «экономикой, построенной на знаниях» (*knowledge based economy*). Приоритет при этом отдается развитию высоких технологий, научным исследованиям, созданию технических университетов мирового уровня, возведению инженерной профессии и труда в разряд самых престижных и высокооплачиваемых [1]

Таким образом, новая социально-экономическая ситуация в стране действует на моноуровневую систему разрушительно, выявляя следующие ее недостатки:

- консервативность (несвоевременное реагирование на запросы общества приводят к появлению «квалификационной пропасти», отсутствию необходимых и востребованных для общества специалистов в условиях быстрого старения информации и смены технологий, увеличивая безработных в экономически неэффективной системе профессионального образования);
- недостаточно демократична, авторитарность преподавания, жесткая регламентация учебного процесса;
- слабо выраженная направленность на самообразование, позволяющая в течение жизни менять профиль деятельности;
- не достаточная обеспеченность для вариативной и профильной дифференциации обучения;
- ориентирована на среднего обучающегося (отсутствие четкого ориентира содержания образования на индивидуальные способности и потребности обучающихся);
- значительная несогласованность в целях, содержании, методах и средствах обучения;
- существенное различие характера и способов познавательной деятельности обучающихся;
- недостаточная сформированность у обучающихся общекультурных и общепрофессиональных компетенций [9].

Появление многоуровневой системы в России в большей степени вызвано потребностями общества и личности, а не запросами государства. Многоуровневая непрерывная система есть результат развития общества и отражение потребностей человека в сфере профессионального образования. В этой связи более естественно говорить не о введении многоуровневой системы, а о трансформации моноуровневой системы в многоуровневую.

Многоуровневая система непрерывного профессионального образования с ее возможностью дифференцированного обучения, усилением индивидуального подхода, четко обозначенными целями и этапами профессиональной подготовки обеспечивает реальную выработку у будущих специалистов необходимых научно-исследовательских навыков, формирует готовность к профессиональной деятельности на рынке труда.

Рассмотрение условий, обуславливающих необходимость перехода на непрерывное профессиональное образование в связи с новой социально-экономической обстановкой, было важно для нашего исследования, поскольку непрерывное образование способствует всестороннему развитию будущего инженера, конкурентоспособного на рынке труда.

Изучение и анализ проблемы непрерывной профессиональной подготовки будущих инженеров, основных ее дефиниций позволили сформулировать ключевое понятие исследования.

«Непрерывная профессиональная подготовка будущего инженера» - это целостный интегративный процесс вовлечения студентов в инженерно-производственную деятельность при сетевом

взаимодействии образовательных организаций и социальных партнеров, направленный на создание условий для личностно-профессионального развития, конечной целью которого является формирование готовности будущих инженеров к профессиональной деятельности на рынке труда.

Литература.

1. Александров А.А. МГТУ им.Н.Э.Баумана:опыт, традиции и инновации в подготовке инженерных и научных кадров //Инженерное образование. № 10.- 2012.- С.6-13.
2. Зинченко В.П. О целях и ценностях образования // Педагогика. – 1997. – № 5. – С. 3-16.
3. Dave R.N. Foundation of Lifelong Education: Some Methodological Aspects. – Hamburg, 1976. – P. 34.
4. Михальцова Л.Ф. Формирование ценностно-смысловых ориентаций будущих педагогов на творческое саморазвитие в условиях непрерывного образования: Дис. ...д-ры пед.наук. Казань, 2012.С.126
5. Мухаметзянова Г.В. Непрерывное профессиональное образование в России // Казанский педагогический журнал. – 2006. – №4 (46). – С. 3-8.
6. Крылов Н.Б. Культурология образования. – М.: Народное образование, 2000. – 270 с.
7. Сазонов Б.В. Институт образования – смена вех // Инновационное движение в российском школьном образовании / Под ред. Э.Д.Днепров, А.Г.Каспаржака, А.А.Пинского. – М.: «Парсифаль», 1997. – С. 76-96.
8. Поташник М.М. Инновационные школы России: становление и развитие. Опыт программно-целевого управления: пособие для руководителей общеобразовательных учреждений. – М.: Новая школа, 1996.-188с.
9. Петров Ю.Н. Региональная система непрерывного многоуровневого профессионального образования : Дис. ... д-ра пед.наук. Н. Новгород, 1996. 220 с.

ДИАГНОСТИКА ТРУДНОСТЕЙ, СВЯЗАННЫХ С ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКОЙ КАК ОБЯЗАТЕЛЬНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ И СТУДЕНТОВ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

Е.В. Полицинский, к.пед.н., доцент

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451)-64432),

E-mail: ewpeno@mail.ru

Решение задач – неотъемлемая составляющая процесса обучения физике, позволяющая формировать и обогащать физические понятия, развивать физическое мышление обучающихся, их навыки и умения применять знания на практике. Однако, что подтверждается многими исследованиями, одной из основных причин неприятия физики, снижения интереса к ней как к учебному предмету, является неумение обучающихся решать физические задачи.

Опыт работы со школьниками, слушателями подготовительных курсов, студентами первокурсниками позволяет среди трудностей, возникающих в процессе решения задач по физике, выполнении тестовых заданий выделить особую группу трудностей, связанную с недостаточным уровнем (а иногда и отсутствием) знаний, навыков и умений по элементарной математике. Часто неспособность решить простую, стандартную задачу, непонимание какого-либо вопроса из курса физики связаны с отсутствием навыков анализа функциональных зависимостей, составлением и решением математических уравнений, неумением проводить алгебраические преобразования и геометрические построения и так далее. С другой стороны имеет место ситуация, когда владеющие математическим аппаратом учащиеся не могут или затрудняются применить свои знания при решении ряда физических задач. В процессе решения задачи не происходит актуализации математических знаний, ученик не догадывается привлечь в ходе решения физической задачи, имеющиеся у него знания из курсов алгебры и геометрии. Например, при решении задач в которых рассматривается прямой проводник как школьники так и студенты часто не догадываются, что его можно рассматривать как цилиндр имеющий длину l и площадь поперечного сечения S , а значит можно выразить его объём как: $V = l \cdot S$.

Среди видов деятельности необходимых для успешного решения задач по физике можно выделить вычислительные навыки и умения, умения выполнять действия с единицами измерения, изображать действия с помощью векторов, проводить расчёты, используя сведения, получаемые из графиков, таблиц, диаграмм, схем и т.д. Данные умения формируются в процессе обучения в курсах

физики и математики. При этом можно отметить, что первокурсники недостаточно хорошо владеют таким, например, общеучебным навыком как округление чисел с указанной точностью, примерно каждый шестой путает такие математические понятия как синус и косинус. Обычно вопрос – «Умеете ли Вы работать с единицами измерения», вызывает и у учащихся старших классов и у студентов улыбку. Однако 60 – 70% студентов первого курса испытывают затруднения, например, при переводе объема от мм^3 к м^3 , 80% и более при переводе в СИ $10^2(\text{А/с.м}^2)$.

Одним из наиболее серьезных препятствий по решению задач по физике студентами является неумение использовать метод дифференцирования и интегрирования. Среди главных причин проблемы связанные с неумением дифференцировать и интегрировать, а иногда при наличии этих умений трудности с их применением при решении конкретных физических задач, можно отметить и непонимание сути самого метода.

В основе метода дифференцирования и интегрирования лежат два принципа: принцип возможности представления закона в дифференциальной форме и принцип суперпозиции (если величины входящие в закон, аддитивны). Большое значение при использовании этого метода имеет знание и понимание границ применимости физических законов. Рассмотрим пример [2].

Имеется кольцо радиусом R . Радиус проволоки равен r , плотность материала равна ρ . Найти силу, с которой это кольцо притягивает материальную точку массой m , находящуюся на оси кольца на расстоянии L от ее центра.

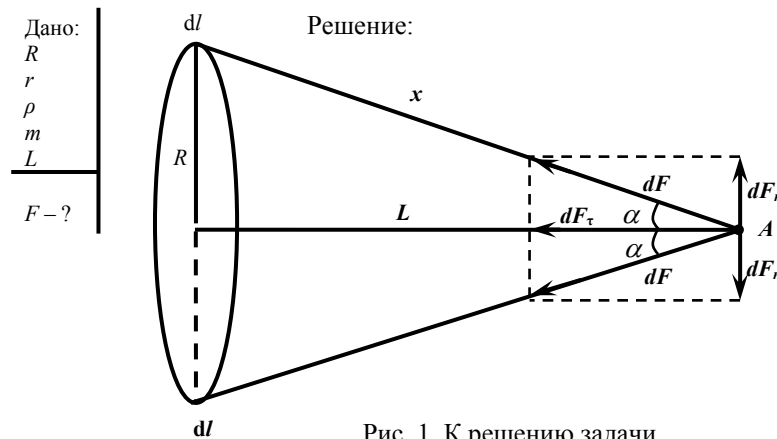


Рис. 1. К решению задачи

Сила гравитационного притяжения может быть найдена по закону всемирного тяготения. Поскольку кольцо нельзя считать материальной точкой закон в виде: $F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ применить нельзя.

Для решения задачи необходимо использовать метод дифференцирования и интегрирования. Возьмем элемент кольца dl (рис. 1). Сила взаимодействия между элементом кольца dl и массой m помещенной в точке A , будет: $dF = G \cdot \frac{m \cdot m'}{x^2} dl$, где m' – масса элемента кольца dl .

$$m = \rho \cdot V = \rho \cdot \pi \cdot r^2 \cdot dl. \text{ Тогда } dF = G \cdot \frac{m \cdot \rho \cdot \pi \cdot r^2}{x^2} dl \quad (1)$$

Сила dF направлена по линии x , соединяющий элемент кольца dl с массой m . Для нахождения силы гравитационного взаимодействия всего кольца и массы m надо векторно сложить все силы dF . Силу dF можно разложить на две составляющие dF_n и dF_r . Составляющие dF_n двух диаметрально расположенных элементов взаимно уничтожаются, поэтому $F = \int dF_r$ (2). Используя рисунок к задаче, находим:

$$dF_r = dF \cos \alpha = \frac{dF l}{x} \quad (3).$$

$$(3) \rightarrow (2): F = \int \frac{L}{x} dF = G \cdot \frac{m \cdot \rho \cdot \pi \cdot r^2 \cdot L}{x^3} \int_0^{2\pi R} dl = G \cdot \frac{m \cdot \rho \cdot \pi \cdot r^2 \cdot L \cdot 2 \cdot \pi \cdot R}{x^3} \quad (5).$$

Учитывая, что по теореме Пифагора: $x = \sqrt{R^2 + L^2}$ (6); (6) $\rightarrow$ (5), окончательно получаем:

$$F = \frac{2 \cdot \pi^2 \cdot G \cdot m \cdot \rho \cdot r^2 \cdot R \cdot L}{(R^2 + L^2)^{3/2}}.$$

Нельзя не согласиться с О.В. Оноприенко в том, что «Обучая одновременно всему и проверяя сразу всё, нельзя достигнуть цели обучения....Только при последовательном переводе учащихся с одной ступени знаний на другую можно быть уверенным, что проделана необходимая работа для предупреждения появления пробелов в знаниях учащихся» [1]. Для организации эффективного обучения преподавателю необходимо получить достоверную информацию об уровне подготовки обучающихся, определить готовность ученика к восприятию и пониманию нового материала, выявить причины отсутствия или недостаточной сформированности отдельных навыков и умений. Для диагностики необходимых для решения физических задач знаний, умений и навыков по элементарной математике можно использовать специально разработанные задания. Ниже приведены примеры таких заданий [3].

Пример 1. Сколько секунд в году, если принять, что 1 год = 365,5сут? Представить числовое значение в стандартном виде.

Пример 2. Округлите представленные ниже (а–г) числа до: 1) сотых; 2) десятых:

- а) 7,892; б) 1,3336; в) 275,556; г) 16,109.

Пример 3. Без использования калькулятора рассчитать:

- а) $\frac{2}{10^{-2}}$; б) $\frac{8 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 10^{-8}}$; в) $2 \cdot (7 \cdot 10^5)^2$; г) $\frac{10^3 \cdot 0,001 \cdot 2 \cdot 10^0}{5 \cdot (10^{-2})^2}$.

Пример 4. Через введенные на рисунке 2 обозначения выразите:

- а) синус угла α ; б) косинус угла α ; в) тангенс угла α ; г) котангенс угла α ; д) синус угла β ;
е) косинус угла β ;
ж) тангенс угла β ; з) котангенс угла β .

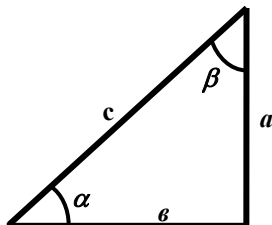


Рис. 2. К примеру 4

Пример 5. Без использования калькулятора рассчитать:

- а) длину окружности радиусом 1 м;
б) площадь прямоугольника со сторонами 1 м и 2 м;
в) объем куба с ребром, имеющим длину 2 м;
г) площадь круга радиусом 1 м;
е) площадь полусферы с радиусом 1 м;
ф) объем шара радиусом 1 м;
г) объем цилиндра высотой 1 м и радиусом 1 м.

Личный опыт работы показывает целесообразность проведения (на подготовительных и выравнивающих курсах) разработанного нами вводного занятия, включающего следующие представленные в таблице 1 вопросы. Для гарантированного усвоения учениками математических основ элементарной физики, без которых невозможно решать физические задачи используются карточки с заданиями. Карточки предлагаются обучающимся исходя из результатов диагностики соответствующих знаний и умений.

Таблица 1

Структура и содержание вводного занятия

1. Физика – наука о природе. Методология физики. Физические величины. а). Что изучает физика. «Опыт – гипотеза – закон – теория» б). Физические величины. в). Виды измерений; г). Единицы измерения и действия с ними. Система СИ.	
2. Математические основы элементарной физики	
2.1. Действия над векторами	Коллинеарные и неколлинеарные векторы; правила сложения; умножение вектора на скаляр; проекция вектора
2.2. Стандартный вид числа	Приведение числа к стандартному виду, действия со степенями
2.3. Округление	Правила округления
2.4. Необходимые математические сведения, формулы	Элементы тригонометрии: прямоугольный треугольник, теорема Пифагора, теорема косинусов, основные тригонометрические тождества. Длина окружности; площади прямоугольника, круга, сферы; объём куба, шара, цилиндра. Табличные производные и интегралы.
2.5. Об использовании табличных и справочных материалов	Таблица Брадиса, таблицы констант, таблицы физических величин.
2.6. О построении и чтении графиков	Функция и график. Анализ функциональной зависимости (прямо и обратно-пропорциональная, квадратичная и т.д.).
3. Методические рекомендации по аудиторной и самостоятельной работе в процессе изучения физики.	

Такая работа позволяет устранить у обучающихся указанные выше пробелы.

Литература.

1. Оноприенко О.В. Проверка знаний, умений и навыков по физике в средней школе: Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1988. – 128с.
2. Полицинский Е.В. Задачи по физике. Руководство к выполнению контрольных работ: учебно-методическое пособие / Е.В. Полицинский. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 236 с.
3. Полицинский Е.В. Задачи и задания по физике. Методы решения задач и организация деятельности по их решению: учебно-методическое пособие / Е.В. Полицинский, Е.П. Теслева, Е.А. Румбешта. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 483 с.

**АДАПТИРОВАННЫЙ ВАРИАНТ МАТЕМАТИЧЕСКОГО БОЯ
ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ**

*А.О. Жуковская, студент IV курса ФПМК
Томский государственный университет
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, (3822) 529-599
E-mail: zhuka157@yandex.ru*

Математический бой – популярная форма командных соревнований по математике. Придуман в середине 60-х годов прошлого века в Ленинграде учителем математики И.Я. Веребейчиком [1]. В настоящее время проводятся Всероссийские турниры математических боев, самый масштабный – Кубок памяти А.Н. Колмогорова [2], и множество региональных соревнований, в частности, Томский региональный турнир математических боёв [3]. Математический бой способствует развитию не только математических навыков у учащихся, но также и коммуникативных. Помимо решения задач, участники учатся объяснять и защищать своё решение, искать ошибки в решениях, строить стратегию игры.

Математический бой – соревнование двух команд, состоящее из двух этапов:

1) Решение задач. Команде (обычно 6 человек) дается от шести до десяти задач и предоставляется несколько часов на их решение, за это время командными усилиями необходимо решить как можно большее количество задач и подготовиться представить найденные решения.

2) Собственно бой. Две команды по очереди вызывают друг друга на обсуждение одной из задач. Вызов может быть принят, тогда команда выставляет докладчика, а вызывающая команда – оппонента, или же может быть сделана, так называемая, проверка корректности, в этом случае докладчика обязана выставить вызывающая команда. Докладчик у доски рассказывает решение своей команды, оппонент ищет в нём недостатки и пытается «завалить» докладчика. После окончания дискуссии жюри по определённым правилам распределяет баллы между командами и происходит следующий вызов.

Подробнее правила математических боев можно посмотреть на сайте [4].

В Томске Региональный турнир математических боёв для учащихся 8-11 классов проходит уже на протяжении семи лет, завоёвывая всё большую популярность. Однако часть команд не имеет подготовки в области олимпиадной математики, что приводит к трудностям. Также процесс этого соревнования слишком сложен для учеников средних классов. При работе с неподготовленными участниками, особенно с учениками 5-6 классов, возникают следующие проблемы:

1) Непонимание условий задач. Чтобы бой был интересным, необходимо выбирать нестандартные задачи, где в решении есть, что обсудить. Обычные школьные задачи и задачи на придумывание конструкций в этом случае не подходят (можно включить лишь несколько таких задач).

2) Неадекватное понимание слова «доказать». Например, зачастую докладчик считает, что «у нас не получилось» – это достаточное обоснование того, что некоторая конструкция невозможна.

3) Неспособность построить стратегию игры из-за слишком сложной системы вызовов. Стратегия – важная часть игры для опытных команд, и нередко бывает, что команда, решившая меньшее количество задач, выигрывает благодаря правильной стратегии. Но новички зачастую не способны разобраться в правилах сразу.

4) Неумение оппонировать. При игре неопытных команд оппоненты очень часто соглашались с неверными решениями. В основном это происходит, когда оппонент не совсем понял решение, но не может сформулировать вопрос или стесняется его задать.

5) Недовольство команды, когда она не может представить своё решение, потому что правильное решение данной задачи рассказали соперники (особенно в случае, когда команда имеет иное решение).

В связи с этим предлагается адаптация математического боя для неопытных команд и школьников среднего звена. Автор рекомендует внедрить следующие изменения:

1) Формулировать задачи понятным для школьников, никогда не имевших дело с олимпиадной математикой, образом. С осторожностью следует относиться к задачам с вопросами: «Можно ли...?», «Существует ли ...?» (особенно, если правильный ответ отрицает такую возможность), «Всегда ли верно, что...?», «Найдите наименьшее (наибольшее)...» (так называемые, задачи на оценку + пример). Так же следует быть внимательным к слову «доказать». Такие формулировки характерны для математических олимпиад и классических математических боёв. Полностью отказываться от них необязательно, однако при использовании этих и подобных формулировок желательно заранее разъяснить участникам предполагаемую логику ответа.

2) Использовать систему подсказок. К каждой задаче можно составить одну или несколько подсказок, наталкивающих на верный путь. Вместе с задачами выдавать участникам некоторые задания игрового характера (например, ребусы, шуточные задачки), возможно, разной сложности. За каждое решённое задание дать команде право получить одну подсказку к любой задаче. Во-первых, такая система подсказок эффективно обучает решению нестандартных задач, во-вторых, позволяет участникам отвлекаться от основных заданий на более лёгкие и весёлые и чувствовать себя увереннее.

3) Заменить вызов на, так сказать, «самовывоз», то есть разрешить команде выбирать, какую задачу рассказывать. Команда соперников не принимает никакого решения, а просто выставляет оппонента, то есть проверка корректности исключается. Очередность вызовов, естественно, сохраняется. Какая команда будет первой, можно определить в начале боя с помощью конкурса капитанов, как и в классическом варианте боя. Можно обойтись без конкурса капитанов, воспользовавшись жребием или учитывая некоторые параметры, например, – количество взятых командой подсказок. Такая система упростит понимание правил и обдумывание стратегии игры.

4) Докладчик рассказывает решение, после чего оппонент обязан задать 3-5 вопросов. Докладчик должен отвечать на вопросы. После этого, если у оппонента больше нет вопросов, он выносит вердикт, то есть, признаёт решение соперника правильным или нет. Даже если решение признано

правильным, оппонент имеет право рассказать иное решение или часть решения, по которому уже докладчик может задавать вопросы и выносить вердикт.

Нужно иметь в виду, что такой порядок усложняет процедуру начисления баллов, и жюри необходимо заранее обсудить критерии оценки команд.

Представленный адаптированный вариант математического боя уступает классической процедуре по остроте хода боя и по объективности оценки сил команд, поэтому использовать его в соревнованиях для опытных команд нежелательно. Так же некоторую трудность впоследствии будет представлять переход с адаптированного варианта на классический вариант.

Адаптированный вариант практиковался в школьных математических боях среди учащихся 6-х классов в 2013 году и хорошо проявил себя. Для участников мероприятие оказалось весьма понятным и интересным. Планируется проведение математических боев по адаптированным правилам в математических кружках г. Томска в качестве итогового мероприятия и в качестве подготовки команд к последующим турнирам. Также возможно создание «подготовительной лиги» в турнире математических боев.

Литература.

1. Автономная некоммерческая организация «Центр дополнительного математического образования», г. Курган [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://math.kgsu.ru/f2003/history.html> (дата обращения: 07.09.2013).
2. Кировское областное государственное автономное образовательное учреждение дополнительного образования детей – «Центр дополнительного образования одаренных школьников» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cdoosh.ru/kolm/kolm.html> (дата обращения: 07.09.2013).
3. В контакте. Открытая группа «Математические бои» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://vk.com/mathfight> (дата обращения: 07.09.2013).
4. Олимпиады для школьников. Правила математического боя [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://olympiads.mccme.ru/matboi/pravila.htm> (дата обращения: 07.09.2013).

ОБУЧЕНИЕ МАТЕМАТИКЕ ЧЕРЕЗ ЗАДАЧИ

*О.Г. Князева, ст. преподаватель, А.В. Тищенко, ст. преподаватель
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (8-384-51)-6-16-62*

Метод обучения математике через задачи базируется на следующих дидактических положениях:

1. Наилучший способ обучения учащихся, дающий им сознательные и прочные знания и обеспечивающий одновременное их умственное развитие, заключается в том, что перед учащимися ставятся последовательно одна за другой посильные теоретические и практические задачи, решение которых дает им новые знания.
2. Обучение на хорошо подобранных индивидуальных домашних заданиях, решаемых студентами в основном самостоятельно, способствует вовлечению их в творческую исследовательскую работу, последовательно проводя через этапы научного поиска, развивает логическое мышление.
3. С помощью задач, последовательно связанных друг с другом, можно ознакомить учащихся с довольно сложными математическими теориями.
4. Усвоение материала курса через последовательное решение учебных задач происходит в едином процессе приобретения новых знаний и их немедленного применения, что способствует развитию познавательной самостоятельности и творческой активности студентов.

Можно выделить следующие виды обучения через задачи на самостоятельной работе.

Теоретический материал изучаемого математического курса раскрывается конкретно-индуктивным путем. Студенты, решая самостоятельно задачи, анализируя, сравнивая и обобщая результаты решений, делают индуктивные выводы. Способы решения конкретных задач таковы, что их можно применить при решении обобщенной задачи (теоремы), тем самым учащиеся готовятся к дедуктивным доказательствам, которые они в дальнейшем могут осуществить самостоятельно при выполнении нестандартных упражнений на применение теории и решение задач повышенной трудности.

Весь материал курса раскрывается через задачи в основном дедуктивным путем. Теоремы курса имеют вид задач. Полученные знания находят применение при решении творческих исследовательских задач.

Материал курса раскрывается через задачи комбинированным путем, т.е. как конкретно-индуктивным, так и дедуктивным. В курсе содержатся подготовительные, основные и вспомогательные задачи. Для индивидуальных заданий предусмотрены наряду с простыми задачи повышенной трудности и творческие, исследовательские задачи.

Рассмотрим более подробно каждый из этих видов обучения.

Подготовительные задачи чаще всего располагаются в серии с нарастающей трудностью. Схематично ее можно изобразить так: $A_1-A_2-A_3-...-A_n$, где A_k ($k=1, 2, 3, ..., n$) – подготовительная задача, решение которой способствует самостоятельному решению учащимся задачи A_{k+1} .

Каждая подготовительная задача должна быть небольшой по объему информации, доступной для самостоятельного решения учащимися. Особенно важно это для первых задач серии, так как успех в решении одной задачи стимулирует самостоятельную деятельность студента при решении следующей. Задачи подбираются средней трудности, чтобы быть доступными всем учащимся. Если взять слишком легкие задачи, то у сильных пропадает интерес к их решению. Слишком же трудные задачи исключают самостоятельность решения для всех учащихся. При возникновении затруднений преподавателем должна быть оказана индивидуальная помощь.

В ходе решения задач обязательно их письменное оформление, чтобы можно было, охватив решения всех задач серии, проследить пути к решению основной задачи-проблемы, сделать необходимые обобщения. Если первые задачи серии окажутся для кого-то слишком легкие, он может по своему усмотрению начать письменное оформление решений с промежуточной задачи.

Решения задач обсуждаются коллективно, анализируются различные способы решения, проводится обобщение полученных результатов, формулируется учебная проблема и намечается способ ее решения. Всюду поощряется самостоятельность суждений, отстаивание учащимися собственного мнения.

Идея использования вспомогательных задач возникла на основе наблюдений психологов о том, что при решении сложной задачи учащиеся обычно ищут, под какой из уже известных типов задач можно было бы ее подвести. При этом они, анализируя условие задачи, осуществляя поисковые пробы, пытались воспользоваться такими данными, которые способствовали бы переносу уже имеющегося в их опыте общего или частного метода, способа или приема решения другой.

Вспомогательные задачи являются своеобразными указаниями к самостоятельной деятельности студента при решении основной задачи. Они отличаются от указаний и готовых решений, имеющих в большинстве пособий по математике.

Опыт применения вспомогательных задач при самостоятельной работе студентов показывает, что студенты, научившись самостоятельно решать задачи с помощью вспомогательных задач, предложенных преподавателем, замечают, что среди задач имеются и такие, которые либо уже были решены ими ранее, либо решаются способами (приемами), уже известными им. Это наталкивает учащихся на мысль, что при решении новой следует самостоятельно отыскивать среди уже решенных ранее задач родственные данной и использовать их в качестве вспомогательных. Так воспитывается умение при самостоятельном решении задач возвращаться к своему опыту и применять его при продвижении вперед. Последнее является важным звеном умения решать задачи, умения самостоятельно приобретать новые знания.

Курсы, построенные на задачах, не содержат деления материала на теоретическую и практическую части. Сами задачи – это и есть изучаемый курс. Поэтому и содержание задачи, и способы решения их направлены как на вооружение студентов теоретическими знаниями, так и на выработку умений и закрепление навыков. Рассматриваемые определения обычно включаются в содержание задач. Возможна формулировка определений и отдельно от задач. Теоремы имеют тоже вид задач. Если теорема большая или сложная, то она разбивается на последовательность таких задач, что решение предыдущей облегчает решение последующей, а совокупность этих решений дает доказательство теоремы.

Любая тема курса состоит из серии задач, которые должны быть полностью решены каждым студентом, так как только в этом случае достигается полное усвоение определенной математической теории. Однако в индивидуальные задания могут быть включены задачи подготовительные, вспомогательные или задачи для самоконтроля, которые не обязательны для всех студентов.

Перед изучением темы организуется пропедевтическая работа, ставящая своей целью подготовить студентов к самостоятельному активному изучению материала. В частности, здесь выявляются и ликвидируются пробелы в знаниях и формируются необходимые предварительные представления.

Основным этапом занятий является самостоятельное решение студентами задач. Студентам в процессе самостоятельной работе разрешается пользоваться справочниками и конспектами, поскольку

ку необходимо умственное развитие, умение самостоятельно решить возникающие задачи. Индивидуальная помощь преподавателя носит характер не подсказки, а направления на верный путь решения, для чего используются вспомогательные задачи. Расположение задач в серии по принципу нарастающей трудности стимулирует развитие самостоятельности студентов. Обучение с использованием серии вспомогательных задач строится по принципу от сложного к простому, от трудного к более легкому, что способствует формированию элементов творчества, стимулирует поиски учащимися способов решения, побуждает их мыслить.

Как показал опыт, обучение через задачи обеспечивает развитие самостоятельности и творческой активности студентов, способствует приобретению прочных и осознанных знаний, развивает умение сравнивать, обобщать, делать творческие выводы из решенных задач, поддерживает интерес к математике.

К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

П.Д. Сорокин, студент гр. 17Г30

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (8-384-51)-6-16-62

Одной из основных целей, стоящих перед инженерным образованием на современном этапе, является обновление качества образования и улучшение качества подготовки специалистов. Быстро-развивающаяся наука и быстроизменяющаяся промышленность, непрерывное техническое переоснащение производства требуют от специалиста высокой профессиональной мобильности, умения самостоятельно ориентироваться в потоке научно-технической информации и пополнять свои профессиональные знания. И потому необходимо, чтобы учебный процесс в вузе был организован так, чтобы будущий специалист мог научиться свободно ориентироваться в информационном пространстве, используя при этом новые информационные технологии.

Актуальным в этом плане по отношению к обучению в высшем учебном заведении является компетентностный подход. Главной идеей этого подхода является усиление практической ориентации образования. Здесь качество подготовки будущего инженера в вузе понимается как некоторый комплекс его ключевых, общепрофессиональных и специальных компетентностей и характеризуется на основе оценки результативности его действий, направленных на разрешение определенных значимых задач.

Компетентностный подход выдвигает на первое место умения разрешать проблемы, возникающие в познании и объяснении явлений действительности и личностного характера при освоении будущей профессиональной деятельности. С позиций этого подхода качество математической подготовки будущего инженера характеризуется его математической компетентностью. Можно выделить три уровня сформированности математической компетентности студентов технического вуза.

Первый уровень: студент знает основные понятия и методы курса математики, на их основе решает задачи курса, при наличии ориентировочной основы решает отдельные профессионально направленные математические задачи, понимает важность математических знаний, но не имеет внутренней установки на их пополнение.

Второй уровень – студент владеет основными понятиями и методами курса математики, на их основе самостоятельно решает задачи курса и отдельные профессионально направленные математические задачи, осознает необходимость приобретения недостающих математических знаний, но делает это по рекомендации преподавателя.

Третий уровень – студент владеет всеми основными понятиями и методами курса математики, на их основе самостоятельно решает задачи курса и профессионально направленные математические задачи; сам осознает необходимость приобретения недостающих математических знаний и приобретает их; оценивает это как основу своей успешной специальной подготовки и новаторской деятельности в будущей профессии.

Анализ дидактических условий реализации профессиональной направленности обучения математике студентов технических вузов, и структуры их математической компетентности позволяет выявить потенциальные дидактические и методические ресурсы профессиональной направленности для формирования этой компетентности студентов. Среди них: актуализация межпредметных связей курса математики и дисциплин специального цикла; моделирование ситуаций из области инженер-

ной деятельности будущего специалиста; приоритеты активных методов и форм обучения; установка на использование субъективного опыта.

Для формирования математической компетентности студентов в вузах, обучение математических дисциплин должно быть профессионально-направленным, которое, может быть реализовано увеличением удельного веса профессионально-направленных задач, решаемых на практических занятиях и излагаемых на лекции и совершенствованием теоретического материала.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ – ПЛЮСЫ И МИНУСЫ

В.П. Юшков, студент гр. 17Г30, О.Г. Князева, ст. преподаватель

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (8-384-51)-6-16-62

Перед высшей школой поставлена задача - готовить специалистов, способных коренным образом изменить социально-экономическую основу нашего общества путем внедрения новых технологий. Решение этой задачи заключается, прежде всего, в развитии творческих способностей студентов на всех этапах обучения, повышении их интеллектуального потенциала, активности и самостоятельности.

Одной из фундаментальных дисциплин, составляющих основу инженерного образования, является математика. Математика развивает логическое мышление у студентов, умение применять математические понятия в различных приложениях. Без умения производить вычисления, решать уравнения и неравенства, строить и читать графики функциональных зависимостей невозможно полноценно применять математическую структуру в других областях науки и техники.

В ЮТИ ТПУ по учебным планам на самостоятельную работу студентов по дисциплине математика из года в год выделяется все большее количество часов. Это говорит о том, что формирование творческой личности будущего специалиста является актуальной проблемой современного общества. Именно самостоятельная работа студента формирует готовность к самообразованию. Но нужно отметить, что такое количество часов самостоятельной работы достигается путем уменьшения часов аудиторных занятий (были урезаны часы лекционных и практических занятий).

Кафедра естественнонаучного образования, с одной стороны, обязана обеспечить усвоения студентами фундаментальных знаний, являющихся основой для обще-профессиональных и специальных дисциплин, с другой стороны, вынуждена работать со студентами 1-ого и 2-ого курсов, значительная часть которых недостаточно готова к самостоятельной, а тем более творческой работе. В связи с этим формы самостоятельной работы студентов на младших курсах предусматривают поэтапное формирование и развитие у студентов умений и навыков самостоятельного выполнения учебных заданий по дисциплине. Перед преподавателем поставлена задача - максимально используя особенности предмета, помочь студенту эффективно организовать свою учебную деятельность, рационально планировать и осуществлять самостоятельную работу, а также обеспечить формирование умений и навыков самостоятельной деятельности. Говоря о значении самостоятельной деятельности нельзя не вспомнить слова Н.Д. Ушинского: «Самостоятельная голова учащегося – единственное, прочное основание всякого плодотворного учения».

Для успешного усвоения дисциплины, более глубокого изучения теоретического материала необходима серьезная подготовка студентов, но следует заметить, что интеллектуальный уровень студентов одного потока и одной группы различный. К сожалению, студентов с высоким и даже средним уровнем 10-15% потока, более 30% студентов обучающихся на платной основе, что представляет для преподавателя серьезную проблему, которую он должен преодолеть и строить учебный процесс так, чтобы он отвечал познавательной потребности наиболее одаренных студентов с уже сформированным складом мышления и содействовал выработке потребностей к занятиям у студентов средних способностей, а за ними тянулись и остальные.

Методическая работа по дисциплине высшая математика строится так, чтобы при необходимом информационно и техническом оснащении самостоятельной работы студентов содействовать развитию у студентов творческой активности с учетом индивидуальных способностей и склонностей студента. Для этого в начале семестра для определения типа индивидуальности и оценки уровня подготовки по математике студентам 2-х групп из потока предлагалось ответить на вопросы тестов и выполнить контрольные задания по школьному курсу математики. По результатам тестов и оценки

уровня до вузовской математической подготовки были выделены 4 уровня подготовки студентов к обучению по дисциплине и их готовности работать самостоятельно.

Первый уровень характеризуется отличной школьной подготовкой по математике, высоким уровнем интеллекта, самостоятельностью. Студенты этого уровня умеют работать с научной и учебной литературой, выделять основные объекты, их признаки, находить связь между новыми объектами и уже изученными. У них адекватная самооценка и они умеют ставить цели.

Второй уровень – это студенты, которые хорошо подготовлены по математике. Этому уровню свойственна стереотипность мышления, отсутствие творческого подхода к решению задач. Этим студентам необходимо предусмотреть такие виды деятельности, которые обеспечивали бы не только систематическое изучение предмета, но и требующие внесения в работу элементов творчества: написание рефератов, участие в конференциях и т.д.

Студенты третьего уровня сталкиваются с проблемой конспектирования текста, написания рефератов, не умеют работать с литературой, слабо подготовлены по предмету. Но следует отметить, что такие студенты отмечаются усердием и старанием. Для таких студентов следует создавать такие психолого-педагогические условия, в которых возможно формирование мотива достижения и тогда они могут подняться до второго уровня.

Четвертый уровень – студенты не умеющие работать самостоятельно. Они очень слабо подготовлены по школьному курсу. Математики, не умеют планировать свою учебную деятельность, не уверены в себе и в своих собственных силах. Пассивны. Для этого уровня, как и для третьего, необходимо формирование мотива достижения, привлекать их к творческой работе – написание рефератов, выступление с докладами.

Обучение студентов всех уровней проходит по индивидуальному пакету заданий с учетом уровня подготовки, склонностей, способностей и интересов. Для студентов, выполнивших полностью задания, учитывая уровень, предлагается пакет заданий повышенного для них уровня сложности. Для студентов второго, третьего и четвертого уровня предлагаются темы рефератов, докладов по всем разделам курса.

Все это позволяет получить первоначальные навыки для дальнейшего творчества. И именно самостоятельная работа студентов формирует готовность к самообразованию, создает базу непрерывного образования (образования через всю жизнь), возможность постоянно повышать свою квалификацию, а если нужно, переучиваться.

ВЫСШЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Полянская, студент гр. 17Б20, научный руководитель: Березовская О.Б.

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451)6-44-32

E-mail: madam.poljanskaja@yandex.ru

Современное высшее профессиональное образование в нашей стране организовывается в соответствии с Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации». В соответствии со статьей 10 данного закона устанавливаются следующие уровни профессионального образования:

1. среднее профессиональное образование;
2. высшее образование - бакалавриат;
3. высшее образование - специалитет, магистратура;
4. высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации.

Высшее профессиональное образование - верхний уровень профессионального образования, следующий после среднего общего или профессионального образования. Включает в себя совокупность систематизированных знаний и практических навыков, которые позволяют решать теоретические и практические задачи по профессиональному профилю, используя и творчески развивая современные достижения науки, техники и культуры. Под термином «Высшее образование» понимается также подготовка специалистов высшей квалификации для отраслей экономики, науки, техники и культуры в различного типа высших школах.

В системе профессионального образования Кузбасса активно идет реализация приоритетного национального проекта «Образование».

Региональным компонентом национального проекта являются региональные целевые программы:

1. «Развитие профессионального образования Кемеровской области»;
2. «Содействие профессиональному становлению выпускников учреждений профессионального образования Кемеровской области»;
3. «Региональный заказ на научные исследования и проектно-исследовательские работы»;
4. «Патриотическое воспитание граждан в Кемеровской области».

Реализация этих программ направлена, прежде всего, на повышение доступности и качества подготовки специалистов и рабочих кадров, а также информатизацию образовательных учреждений, развитие социального партнерства, рост уровня трудоустройства выпускников системы профобразования Кузбасса, реструктуризацию образовательных учреждений в соответствии с потребностями регионального рынка труда, обеспечение безопасности учебного процесса, повышение эффективности расхода бюджетных средств.

Система высшего профессионального образования Кемеровской области в настоящее время включают в себя 10 самостоятельных высших учебных заведений, имеющих 16 филиалов в городах Кузбасса:

- Кемеровский государственный университет,
 - Кузбасский государственный технический университет,
 - Кемеровский технологический институт пищевой промышленности,
 - Сибирский государственный индустриальный университет,
 - Кузбасская государственная педагогическая академия,
 - Кемеровская государственная медицинская академия,
 - Кемеровский государственный университет культуры и искусств,
 - Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт,
 - Кузбасский педагогический институт,
 - Кузбасский институт федеральной службы исполнения наказаний России
- 3 крупных структурных подразделения государственных вузов:
- Филиал Российского государственного торгово-экономического университета,
 - Филиал Российского заочного института текстильной и легкой промышленности,
 - Юргинский технологический филиал-институт Томского политехнического университета.
- 3 аккредитованных негосударственных вуза:
- Кузбасский институт экономики и права (г. Кемерово),
 - Кемеровский филиал Современной гуманитарной академии (г. Москва),
 - Сибирский филиал Международного института экономики и права (г. Новокузнецк).

Помимо этого, на территории Кемеровской области осуществляют образовательную деятельность еще 65 обособленных структурных подразделений вузов других регионов страны, из них 33 филиала, 32 представительства.

Сеть образовательных учреждений ВПО за последние 10 лет возросла. По сравнению с 1995 годом число государственных вузов увеличилось на 20%, негосударственных - на 200%. Однако если взять данные последних лет, можно проследить динамику снижения функционирования ВПО (диагр. 1). Это связано с объединением филиалов вузов, признанных неэффективными по результатам мониторинга Минобрнауки РФ. в единое высшее учебное заведение.

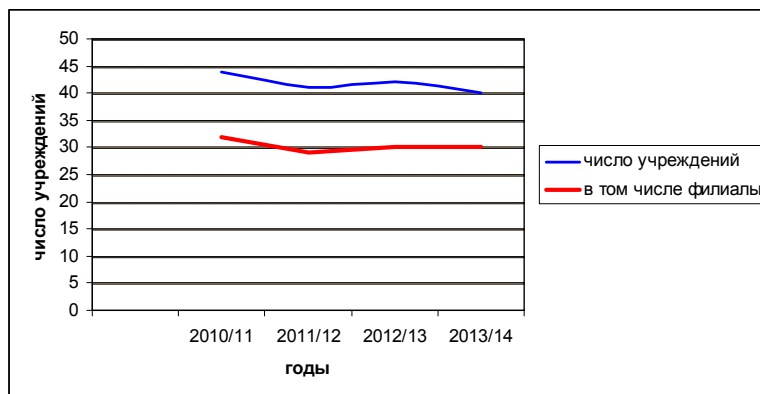


Рис. 1. Число образовательных учреждений высшего профессионального образования Кемеровской области

В течение последних 10 лет система высшего профессионального образования Кемеровской области развивалась достаточно динамично: число образовательных учреждений и структур высшего профессионального образования возросло с 11 до 93, число студентов - в 2,3 раза, в соответствии с потребностями региона совершенствовалась структура специальностей и направлений подготовки, формировалась система непрерывного профессионального образования, включая дополнительное профессиональное, разрабатывался и осваивался механизм многоканального финансирования (средства федерального, областного бюджета, федеральной службы занятости населения, предприятий-заказчиков, грантовая поддержка и др.).

Общее количество студентов составляет 80 тыс. чел. По сравнению с 2010 г. отмечается уменьшение общего контингента обучаемых в 1,3 раза (диагр.2).

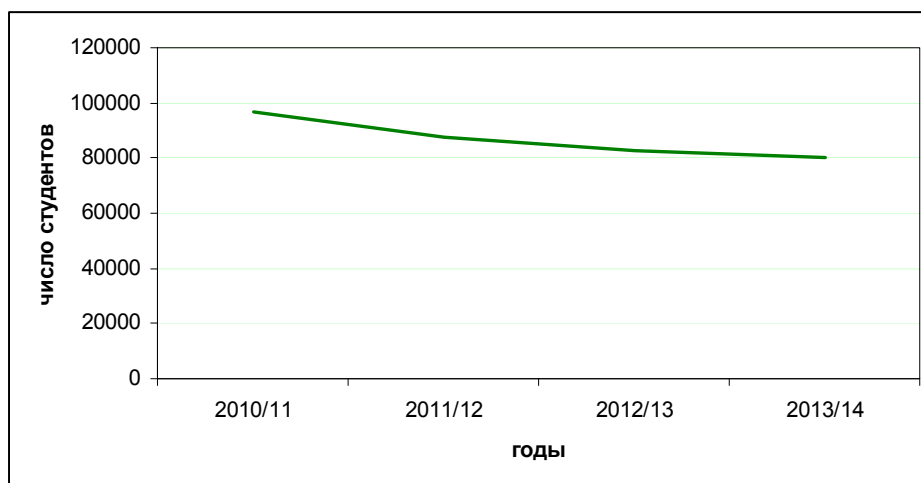


Рис. 2. Число студентов обучающихся в высших образовательных учреждениях Кемеровской области

Доля обучающихся по очной форме соответствует средним показателям по России - 50%. Подготовка ведется по 214 направлениям и специальностям ВПО. Общий уровень трудоустройства выпускников вузов составляет 85-90%.

Литература.

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ
2. Департамент образования и науки Кемеровской области. «Сведения об образовательных организациях Кемеровской области» [Режим доступа: <http://образование42.рф/documents/stat/>].
3. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области. Официальная статистика [Режим доступа: <http://kemerovostat.gks.ru/>].

РЕАЛИЗАЦИЯ ТРЕБОВАНИЯ ФГОС НА СТУПЕНИ ОСНОВНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВСЁ ПОЗНАЁТСЯ В СРАВНЕНИИ»

О.В. Конюкова, учитель математики

*МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №1 города Юрги
имени Героя Советского Союза А.П. Максименко»
652050, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Колхозная, 21*

Цель: анализ образовательной среды по математике в условиях ФГОС и Федерального компонента государственного стандарта.

Вступление

В настоящее время в отечественном школьном образовании сложилась непростая ситуация: современная школа не отвечает запросам семьи, общества и государства.

Много негативных факторов: низкий уровень функциональной грамотности наших школьников, чрезмерная учебная нагрузка, широкий спектр учебных предметов, низкий уровень здоровья детей. Учитывая эти и другие факты, ориентируясь в первую очередь на потребности семьи, лич-

ность ребенка, а также на запросы общества и государства, при разработке федерального государственного образовательного стандарта сделана попытка изменить ситуацию в школьном образовании.

Школьный курс математики

Специфика математики как школьного курса заключается в том, что она изучается на протяжении всех одиннадцати лет обучения, с 1 по 11 класс. При этом математика является опорным предметом для предметов естественно - научного цикла, а некоторые аспекты математической подготовки, например навыки логического мышления, важны и для изучения гуманитарных предметов.

Новый базисный учебный (образовательный) план на изучение математики в основной школе отводит 5 учебных часов в неделю в течение каждого года обучения, всего 875 уроков. Учебное время может быть увеличено до 6 и более уроков в неделю за счет вариативной части Базисного плана.

Согласно новому проекту Базисного учебного (образовательного) плана в 5—6 классах изучается предмет «Математика» (интегрированный предмет), в 7—9 классах параллельно изучаются предметы «Алгебра» и «Геометрия».

На первый взгляд результаты обучения прежние. Материал, изучаемый ранее, не претерпел каких-либо изменений. В чём же **принципиальное отличие** новой программы по математике от прежней? По всей видимости, в основополагающих целях и в ожидаемых результатах. Вспомним известную фразу: «Всё познаётся в сравнении», и сравним цели и требования к результатам обучения и освоению содержания курса двух программ.

Таблица 1

**Отличия в целях и результатах
двух Федеральных государственных программ**

	Федеральный компонент государственного стандарта	Федеральный государственный общеобразовательный стандарт (ФГОС)
Изучение математики в основной школе направлено на достижение следующих целей:	• овладение системой математических знаний и умений, ...	1) в направлении личностного развития • развитие логического и критического мышления, культуры речи, <u>способности к умственному эксперименту</u>; ...
Требования к результатам обучения и освоению содержания курса	В результате изучения математики ученик должен знать/понимать: существо понятия математического доказательства; приводить примеры доказательств;...	в личностном направлении: 1) умение ясно, точно, грамотно излагать свои мысли в устной и письменной речи, понимать смысл поставленной задачи, выстраивать аргументацию, приводить примеры и контрпримеры;...

Чем отличается новый стандарт от предыдущих?

Отличительной особенностью нового стандарта является его деятельностный характер, ставящий главной целью развитие личности школьника. На уроках сейчас основное внимание будет уделяться развитию видов деятельности ребенка, выполнению различных проектных, исследовательских работ. Важно не просто передать знания школьнику, а научить его овладевать новым знанием, новыми видами деятельности.

Первое отличие ФГОС от его предшественников – опора на результаты выявления запросов личности, семьи, общества и государства к результатам общего образования.

Вторым принципиальным отличием ФГОС является их ориентация на достижение не только предметных образовательных результатов, но, прежде всего, на формирование личности учащихся, овладение ими универсальными способами учебной деятельности.

Третье принципиальное отличие новых стандартов от предшествующих версий - это отличие в структуре.

Меняется программа, меняется ученик, но в первую очередь должен измениться учитель.

Таблица 2

Характеристика основных изменений в деятельности педагога, работающего по федеральным государственным образовательным стандартам

	Традиционная деятельность учителя	Деятельность учителя, работающего по ФГОС
Подготовка к уроку	Учитель пользуется жёстко структурированным конспектом урока. ...	Учитель пользуется сценарным планом урока. ...
Основные этапы урока	Большое количество занимает речь учителя. ...	Самостоятельная деятельность обучающихся (более половины времени урока)
Главная цель учителя на уроке	Успеть выполнить всё, что запланировано.	Организовать деятельность детей ...
Формирование заданий для обучающихся	Формулировки: решите, спешите, сравните, найдите и т.д.	Формулировки: проанализируйте, докажите(объясните) ...
Результаты обучения	Предметные результаты. Основная оценка – оценка учителя. ...	Не только предметные результаты, но и личностные, метапредметные. Ориентир на самооценку обучающегося,...

Учитель, его отношение к учебному процессу, его творчество и профессионализм, его желание раскрыть способности каждого ребенка – вот это всё и есть главный ресурс, без которого новые требования ФГОС к организации учебно-воспитательного процесса в школе не могут существовать. Много зависит от желания и характера учителя и от уровня его профессиональной подготовки. Если человек сам по себе открыт для нового и не боится перемен, начать делать первые уверенные шаги в новых условиях он сможет в более сжатые сроки.

Учителя смогут реализовать новый стандарт без проблем, в основном за счет своего умения быстро перестраиваться.

Вывод

Введение СТАНДАРТА во многом изменит школьную жизнь ребенка. Речь идет о новых формах организации обучения, новых образовательных технологиях, новой открытой информационно-образовательной среде. Именно поэтому в стандарт, например, введена Программа формирования универсальных учебных действий, а учебные программы ориентированы на развитие самостоятельной учебной деятельности школьника (на такие виды учебной и внеурочной деятельности, как учебное проектирование, моделирование, исследовательская деятельность, ролевые игры и др.).

Оцениваться будет не то, что запомнил ребенок, а то, как он понял изученный материал и может ли его применить в разных ситуациях.

MOODLE – ПОМОЩНИК ПРЕПОДАВАТЕЛЯ И СТУДЕНТА

К.В. Вик, студент, К.А. Полосухин, студент

Томский государственный архитектурно-строительный университет

634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, тел. (3822) 65-93-58

E-mail: capitan-america@yandex.ru, konstantinalimpus@mail.ru

В начале третьего тысячелетия происходит переход от индустриального к информационному обществу, в котором знания и информация становятся основными производительными силами. В информационном обществе существенным образом изменяется стратегия образования, причем важнейшей его чертой является широкое использование информационных технологий.

Быстрый прогресс в области информационных технологий позволяет использовать персональные компьютеры в качестве эффективного средства обучения. Автоматизация процесса обучения осуществляется с использованием компьютерных обучающих программ и электронных учебников, которые используются не только с применением магнитных носителей (лазерных дисков), но и с применением локальных и глобальных компьютерных сетей. В последнем случае происходит фор-

мирование специализированной информационно образовательной среды, позволяющей реализовать современные технологии обучения. Для наполнения информационно образовательной среды, а также для эффективного использования локальных и глобальных компьютерных сетей необходима оперативная разработка систем дистанционного обучения высокого качества, отвечающих современному состоянию науки в данной предметной области.

Желание использовать компьютер в качестве «электронного учителя» появилось давно – несколько десятков лет назад. В начале 80-х годов прошлого века число разнообразных автоматизированных обучающих систем – АОС – измерялось тысячами. Некоторые из них были действительно полезны, другие оказались лишь модной игрушкой. Однако быстрая смена поколений вычислительной техники, переход аппаратного и программного обеспечения на принципиально новый уровень привели к тому, что даже наиболее удачные варианты АОС оказались «не у дел».

Тем не менее, АОС первого поколения сыграли очень важную роль. Во-первых, они показали, что компьютерное обучение – дело вполне реальное. Во-вторых, накопленный опыт позволил выявить проблемы в создании обучающих программ. Основные из них:

- до начала применения обучающей программы в некоторой предметной области практически невозможно прогнозировать эффективность этой программы;
- учебный материал по некоторым дисциплинам сложно представить в достаточно формализованном виде;
- при изучении некоторых дисциплин (или отдельных тем) необходим личный контакт («глаза в глаза» – eyes-in-eyes) между учителем и учеником;
- далеко не всегда можно подобрать адекватные критерии оценивания знаний и навыков обучаемых: в некоторых случаях субъективная оценка учителя оказывается более объективной, чем оценка, вычисленная по формальным правилам.

Второе рождение компьютерных обучающих систем связано с распространением персональных компьютеров, снабженных графическим пользовательским интерфейсом и способных воспринимать и воспроизводить мультимедийные данные в различных форматах. Сейчас уже вряд ли кого-нибудь удивит тем, что ученик может видеть на экране учителя и слышать его голос.

Возможность работы с мультимедийными данными (графикой, видео и звуком) обеспечила создание обучающих программ и тренажеров нового поколения, вполне адекватно воспроизводящих реальные устройства и объекты. Известно, например, что сегодня подготовка летчиков не обходится без применения соответствующих имитаторов, воспроизводящих как органы управления самолетом, так и воздушную обстановку.

Для технологий обучения, основанных на использовании компьютерных обучающих систем второго поколения, чаще всего применяется термин Computer Based Training (CBT) – компьютерное обучение. Характерной особенностью таких систем было то, что они обычно распространялись на компакт-дисках (одна из причин — весьма большой объем мультимедийных приложений).

Еще более широкие возможности по использованию компьютерных обучающих систем открылись благодаря Интернету. Отпала необходимость пересылать задания и результаты их выполнения по почте или собирать студентов для проведения семинара в одном месте в определенное время. Обычную почту с успехом заменяет электронная, а обмен мнениями или обсуждение некоторой проблемы вполне можно провести в виде телеконференции.

Именно благодаря «выходу» обучающих программ в Интернет появился термин eLearning – «электронное обучение» (по аналогии с eCommerce – «электронная коммерция» и eBusiness – «электронный бизнес»).

То есть в последнее время под электронным обучением понимается такая его форма, при которой обучаемые и преподаватель отдалены друг от друга в пространстве и при работе над учебным материалом используют сервисы Интернета. Другое, более традиционное наименование такой схемы образования — дистанционное (или удаленное) обучение, Distance Learning.

На сложном этапе развития нашего общества, когда появляются, казалось бы, неразрешимые проблемы, особенно ощущается недостаток квалифицированных специалистов в различных областях нашей жизнедеятельности. Подготовка квалифицированных специалистов для нашей страны - это проблема, которую в самое ближайшее время необходимо решать с помощью системы образования.

К тому же при всем разнообразии форм обучения нельзя с полной категоричностью утверждать, что все они используются максимально эффективно и являются доступными для каждого потенциального субъекта. Возможность получить образование и реализовать свой интеллект должна

быть предоставлена любому желающему. Этим требованиям в системе высшего и дополнительного профессионального образования соответствует система дистанционного обучения.

Сегодня использование Интернет технологий и дистанционного обучения открывает новые возможности для непрерывного обучения специалистов и переучивания специалистов, получения второго образования, делает обучение более доступным.

Под дистанционным обучением следует понимать такую организацию обучения, при которой обучаемый получает доступ к учебно-методическим материалам и консультациям преподавателя в любое время суток, семь дней в неделю и в том месте, где он находится. Актуальность использования дистанционного обучения в настоящее время уже не вызывает сомнений.

Применение дистанционного обучения дает целый ряд преимуществ, к которым обычно относят следующее:

- возможность комбинирования различных форм представления информации (текстовой, графической, анимации, видео, аудио);
- применение упражнений «обучения на собственном опыте (learning by doing);
- возможность адаптации курса к индивидуальным особенностям обучаемых;
- предоставление обучаемым права управлять размером и очередностью выдачи порций учебного материала;
- обеспечение технологической основы для гибкого взаимодействия между обучаемыми и преподавателями;
- эффективное обучение выполнению «механических» операций.

Дистанционное обучение работает там, где трудно организовать любое другое. Традиционно с его помощью на предприятиях решают вопросы массового обучения сотен сотрудников. Крупной корпорации дистанционное обучение позволяет организовать одновременную подготовку и переподготовку кадров во всех своих филиалах независимо от их удаленности от главного офиса.

Дистанционное обучение, как никакое другое, легко адаптируется к специфике деятельности конкретной организации и даже к уровню индивидуальной подготовленности каждого сотрудника. Система тестирования подскажет новому слушателю, с какого раздела ему стоит начать обучение. Если обновляется технология или версия курса, то систему можно быстро адаптировать к таким изменениям. Таким образом, дистанционное обучение позволяет избежать устаревания знаний и потери квалификации специалистов компании, что важно в условиях динамично меняющихся технологий.

В связи с распространением систем дистанционного обучения становится все более важной еще одна проблема: можно ли считать студента, прошедшего виртуальный курс, полноценным дипломированным специалистом. То есть достоин ли он, собственно, получения этого самого диплома. Например, можно ли допустить к работе диспетчера аэропорта, освоившего профессию исключительно с помощью электронных учебных курсов?

Окончательного ответа на подобные вопросы пока нет, но уже сейчас некоторые учебные центры считают возможной (по крайней мере, для некоторых специальностей) выдачу полноценного документа о высшем образовании человеку, обученному через Интернет.

Главной целью дистанционного обучения является развитие профессиональной компетентности специалистов, а также их переучивания, получение второго образования.

Итак, основными достоинствами дистанционного обучения являются: снижение стоимости обучения, существенное увеличение эффективности учебного процесса, массовость, постоянная актуальность, гибкое расписание.

Литература.

1. Гуляев А.К. Macromedia Authorware 6.0 Разработка мультимедийных учебных курсов. – СПб. КОРОНА принт, 2007. – 400 с.
2. Практика электронного обучения с использованием Moodle /А.В. Андреев, С.В. Андреева, И.Б. Доценко – Таганрог: Изд-во. ТТИ ЮФУ, 2008.– 146 с.
3. Открытые технологии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.opentechnology.ru> (дата обращения: 02.09.2014).
4. Выбор бесплатной LMS. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://i-elearning.ru/wordpress/tag/efront> (дата обращения: 02.05.2014).
5. <http://i-elearning.ru/wordpress/tag/efront> (дата обращения: 02.05.2014).

ИНТЕГРАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ И ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

В.В. Барсуков, учитель

МБОУ «Новоромановская основная общеобразовательная школа»

В настоящее время идет активный поиск возможностей обновления и качественного улучшения форм обучения детей младшего школьного возраста. В учебных учреждениях формирование элементарных математических представлений должно осуществляться так, чтобы дети видели, что математика существует не сама по себе, что математические понятия отражают связи и отношения, свойственные предметам окружающего мира.

На практике условия для применения у младших школьников математических знаний существуют в разных видах деятельности — в трудовой, изобразительной, двигательной, когда ставится задача отсчитать нужное количество предметов, сравнить их по форме или величине. В настоящей публикации рассматривается вопрос организации обучения детей математике в комплексе с физическим воспитанием. Такой подход к организации занятий, с одной стороны, позволит детям лучше осознать математические представления, а, с другой стороны — поможет решить проблемы двигательной активности детей.

В последнее время медики и педагоги с тревогой отмечают, что современные дети ведут малоподвижный образ жизни. Общеизвестно, что без движений ребенок не может вырасти здоровым.

Доказано, что чем разнообразнее движения, тем больше информации поступает в мозг, тем интенсивнее интеллектуальное развитие школьника. Чем разнообразнее по используемым видам деятельности и дидактическому материалу будут занятия, тем больший эффект они дадут. Чем полнее информация, получаемая ребенком от своих органов чувств, тем успешнее и разностороннее его развитие.

Существуют следующие варианты организации обучения детей математике в комплексе с физическим развитием:

- наполнение математическим содержанием занятий по физкультуре;
- увеличение двигательной активности детей на занятиях по математике;
- комбинирование умственной и физической нагрузки в ходе физкультурно-математических праздников и занятий-путешествий.

Остановимся подробнее на каждом из трех вариантов организации обучения детей математике в комплексе с физическим воспитанием.

Существует множество возможностей наполнения математическим содержанием занятий по физкультуре. В ходе почти всех физкультурных занятий дети встречаются с математическими отношениями: необходимо сравнить предмет по величине и форме или распознать, где левая сторона, а где правая и т. д. Поэтому, предлагая детям различные упражнения, нужно не только давать им физическую нагрузку, но и обращать внимание на разные математические отношения. Для этого в формулировке упражнений нужно делать акцент на специальные слова, побуждать детей использовать их в речи. Необходимо учить сравнивать предметы по величине (дуги, мячи, ленты и др.), побуждать детей считать движения в процессе выполнения упражнений, а также предлагать считать упражнения, определять, сколько раз его выполнил тот или другой ребенок, находить предметы указанной формы. Надо побуждать детей учитывать левую и правую стороны тела и предлагать выполнять упражнения не по образцу, а по устной инструкции.

Можно составить много заданий комплексного характера для решения каждой пары программных задач (математика — физкультура). Варьировать задания можно в трех направлениях: учитывать все варианты физических упражнений, предусмотренные программой, а также все способы и приемы выполнения математической части заданий, менять оборудование.

Для наполнения занятий по физкультуре математическим содержанием необходимо так формулировать задания для выполнения физических упражнений, чтобы они обеспечивали параллельное решение программных задач и по физкультуре, и по математике.

Рассмотрим второй вариант организации обучения детей математике в комплексе с физическим воспитанием. Повысить двигательную активность детей можно на занятиях по математике, включая в них такие игры и упражнения, которые предполагают решение программных математических задач в подвижной форме. Подвижные компоненты занятий по математике можно сгруппировать в следующие серии.

Первая серия включает в себя упражнения на счет движений. Например, наклониться столько раз, сколько учитель (или на один раз больше). Можно предложить выполнить движения (прыжки, наклоны, повороты, упражнения для рук или ног) по названному числу или показанной цифре.

Вторая серия содержит упражнения на познание величины предмета и сравнение конкретных протяженностей через двигательный анализатор. Например, понятие «ширина» более естественно познается ребенком не с помощью специально вырезанных абстрактных бумажных полосок, а путем перешагивания (или перепрыгивания) «ручейка». Детям предлагается сравнить ширину «ручейка» в разных местах и определить, в каком месте «ручеек» труднее перешагнуть, почему.

В третью серию входят упражнения на ориентировку в пространстве: для рук, ног, плечевого пояса, по бросанию мяча в указанном направлении, на движения в заданном направлении, на ориентировку по схеме, на развитие глазомера (например, сбить ту кеглю, которая стоит слева от названного ребенка).

Четвертая серия включает задания-эстафеты, в ходе которых ребенку предлагается как можно быстрее определить количество предметов либо провести группировку по форме, либо сравнить предметы по величине. Например, каждому участнику команды по очереди надо допрыгать на правой ноге до обруча, положить в него пять четырехугольников, бегом вернуться назад, стать в конце колонны.

Пятая серия состоит из дидактических игр по формированию математических представлений, которые можно проводить в подвижной форме.

Каждое занятие по математике может включать упражнения и игры не менее чем из трех серий. Таким образом дети получают возможность активно двигаться в течение минимум половины каждого занятия по математике.

Рассмотрим третий вариант организации обучения детей математике в комплексе с физическим воспитанием. Стимулировать двигательную активность детей можно на занятиях-путешествиях, в ходе физкультурно-математических праздников и конкурсов, которые проводятся в подвижной форме и могут проходить в классе, в спортивном или в актовом зале, на пришкольном участке. Такие занятия-путешествия включают в себя ряд заданий, объединенных одной темой. Детям предлагается в ходе «путешествия» преодолевать различные препятствия, проявляя сообразительность, упражняясь в быстроте, ловкости, меткости и т. д. «Путешествовать» можно по сказке или нескольким сказкам. Тогда сюжет сказок наполняется различными заданиями математического характера.

Физкультурно-математические праздники или конкурсы могут быть сюжетными или бессюжетными. Для бессюжетных мероприятий каждой команде детей предлагаются комплексы эстафет, конкурсов, в ходе которых закрепляются знания детей по математике и двигательные умения.

В процессе комплексных занятий дети не устают, так как часто меняют виды, темп, амплитуду движений, место их выполнения. В ходе занятий по математике разнообразная двигательная активность снимает утомление, активизирует память, мышление. Комплексные занятия организованы так, что дети в основном не сидят за столами, а находятся в движении и через комплексные задания постигают математические отношения и свойства объектов окружающего мира. На занятиях такого типа обучение математике органически сочетается с движениями.

Итак, интеграция процессов формирования элементарных математических представлений и физического воспитания детей необходима для увеличения двигательной активности школьников, повышения интенсивности их интеллектуального развития, активизации процесса познания и осознания необходимости ознакомления детей с математическими отношениями и свойствами окружающего мира.

РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ – КАК ЭЛЕМЕНТ КОМФОРТНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

*С.Е. Иванов, А.В. Габдулганиев, студенты гр. 10А21, научный руководитель: Пашкова Л.А., к.т.н
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел.(8-384-51) 6-22-48
E-mail: l-pashkova@inbox.ru*

За последнее десятилетие перечень средств обучения значительно увеличился, в основном за счет электронных образовательных ресурсов. Кроме того, следует отметить интенсивное и широкое внедрение в образовательный процесс средних и высших учебных заведений элементов личностно-

ориентированных и интерактивных педагогических технологий. Эти два фактора сделали экспертную четырехбалльную оценку знаний еще более «тесной».

Низкая дифференциация экспертной системы оценки знаний особенно сильно ощущается в средних и высших учебных заведениях. Безусловно, экспертная оценка привычна и проста. Но она не инициирует личностное включение студента в учебный процесс, когда компоненты учебной деятельности им самим направляются и контролируются. Такую организующую способность имеет рейтинговая система, которая изначально была предложена как альтернатива обычной экспертной системе.

Многолетний опыт использования рейтинговой системы подтверждает ее актуальность и жизнеспособность. Условно можно выделить два направления: рейтинговую систему *обучения* и рейтинговую систему *оценки знаний*. В том и другом виде рейтинговая система может быть применена как комплексно, т.е. для всего учебного заведения, так и для какой-то отдельной дисциплины. *Максимально учитывать не только все виды учебной и творческой деятельности студентов, но и их отношение к этой деятельности, позволяет **рейтинговая система обучения**.* Анализ публикаций по данному вопросу показывает, что большинство разработок посвящено рейтинговой системе *оценки знаний и умений* и основано на довольно формальном ее применении. В них нет четкого разграничения заданий по уровню сложности и уровню усвоения, по их значимости для целостного процесса подготовки специалиста. Такой подход не может реализовать всех возможностей этой системы. Она отличается от экспертной лишь большей дифференциацией самой оценки. Например, по всем дисциплинам устанавливается одинаковое количество баллов (50, 100 или 1000 - за семестр). Этой суммой баллов оцениваются достижения студента и по дисциплинам, которые укладываются в 36 лекционных часов, и по дисциплинам, рассчитанным на 200 часов, в которые входят все виды учебной деятельности – лекции, практические и лабораторные занятия, курсовое проектирование и др. Такой разный удельный вес одного балла не только не позволяет студентам воспринимать рейтинг как единую и объективную систему, но и, в какой-то мере, дискредитирует ее.

При системном подходе применения рейтинговой оценки можно отметить ряд серьезных преимуществ ее перед экспертной:

- она способствует более глубокой дифференциации между студентами по уровню знаний;
- позволяет применять личностно-ориентированный подход в обучении и одновременно исключает субъективный фактор при оценке знаний;
- максимально учитывает все виды учебной и творческой деятельности обучающихся;
- дает им реальный стимул для ритмичной и самостоятельной работы;
- обеспечивает в значительной мере снятие элементов случайности при сдаче экзаменов и зачетов;
- при гласности рейтинга стимулирует студентов, повышает уровень здоровой конкуренции между ними;
- кроме того, рейтинговая система не имеет такого травмирующего психологического воздействия, как экспертная, так как в ней не предусматриваются отрицательные оценки, способствует созданию комфортной образовательной среды.

Как было сказано выше, рейтинговая система обучения может быть внедрена на отдельной дисциплине, на специальности или во всем учебном заведении. В любом случае разработка рейтинговой шкалы у каждого педагога происходит своеобразно, в зависимости от объема часов, отведенных программой на данную дисциплину, от специфики самой дисциплины и особенности обучаемых, от места и значимости дисциплины в общей профессиональной подготовке, наконец, от профессиональной компетенции самого преподавателя.

Процесс организации обучения по рейтинговой системе условно можно разделить на следующие этапы:

1. Структурирование учебного материала - по темам и видам учебной деятельности, по уровням сложности
2. Определение приоритетов – т.е. определение практической значимости каждого учебного элемента с точки зрения вклада в профессиональную подготовку специалиста, внутриспредметной, межпредметной значимости того или иного учебного элемента. Выделить те виды деятельности, и те темы, без которых, по мнению преподавателя, положительно оценить работу студента за отчетный период нельзя. Именно эти структурные модули (или учебные элементы) должны иметь максимальный удельный вес в суммарном рейтинге по дисциплине.
3. Выбрать критерии оценки, т.е. составляющие всех видов деятельности
4. Оценить согласно выбранным приоритетам все виды учебной деятельности. Здесь может быть два подхода: исходить из определенной суммы или набирать какую-либо (иногда заранее неизвестную) сумму баллов.

Оценка, в данном случае, должна быть не только количественным показателем степени правильности и точности выполнения задания, но и учитывать долю самостоятельности обучаемого в работе над заданием, его активность и ритмичность работы. Количественная оценка результатов обучения является квалитетической оценкой, (т.е. уровень знаний нельзя измерить с помощью каких-либо приборов), учитывающей многочисленные, влияющих на нее, факторы.

К сожалению, при расчете кумулятивного индекса, так же как и при экспертной оценке, в значительной мере приходится полагаться на педагогический опыт и педагогическую интуицию. Единых рекомендаций нет и, скорее всего, не будет. Однако, рейтинговая система позволяет связать и соотносить между собой разные по требуемому уровню усвоения виды учебной деятельности студентов, количественную оценку - с конкретными учебными целями и задачами.

Опросы, проведенные среди студентов и преподавателей высшего учебного заведения (ЮТИ ТПУ) и среднего (ГОУ СПО ЮТК) показали, что большинство студентов и преподавателей (около 80%) принимают рейтинговую систему, считают ее более справедливой, объективной и психологически комфортной. Для студентов рейтинг - это свобода выбора и возможность планирования своей учебной деятельности, т. к. заранее известны все задания, их объем, количество баллов, соотношенное с оценкой, срок сдачи каждого задания. Кроме того, есть выбор по уровню сложности; возможность проверить свои силы, возможность работать по индивидуальному плану. Рейтинг для преподавателя – это сравнительно новая технология обучения, требующая больших трудовых затрат, много времени, определенную психологическую подготовку. Среди недостатков использования рейтинговой системы оценки респонденты отмечали полуофициальность этой системы: т.е., не смотря на то, что весь семестр студенты «зарабатывают баллы», в зачетную книжку они получают обычные, нивелированные оценки, стипендию им платят тоже в зависимости от этих оценок, а не пропорционально набранным за семестр баллам. Поэтому рейтинговая система выглядит как игра, а не как полноправная образовательная технология. Так же, отмечается различный подход преподавателей к распределению баллов по структурным единицам дисциплин при низком информационном обеспечении.

Для того чтобы рейтинговая система имела все выше перечисленные достоинства, действительно стала эффективным средством повышения комфортности образовательной среды, необходимо выполнение некоторых условий. Во-первых, необходим глубокий разносторонний, неформальный анализ всех междисциплинарных связей с целью выявления удельного веса каждой дисциплины в общепрофессиональной подготовке специалистов и бакалавров – если рейтинговая система применяется в учебном заведении. Если в формате одной дисциплины - то целью такого анализа является выделение разделов дисциплины и видов учебной деятельности студентов, имеющих большую значимость в дальнейшем обучении. Во-вторых, необходимо разработать такую систему оценки, которая позволяла бы учитывать не только все виды деятельности обучающихся, но и их отношение к этой деятельности, инициативность и творчество, уровень самостоятельности и ритмичность организации своего процесса обучения. И, наконец, для оперативного расчета кумулятивного индекса необходима программа, позволяющая не только суммировать баллы на момент промежуточной или итоговой аттестации, но и отражать успехи каждого студента на любом этапе обучения, учитывая при этом сроки выполнения, уровень сложности, коэффициент участия и др.

При выполнении этих условий рейтинговая система будет способствовать созданию комфортной образовательной среды, станет залогом интересной творческой работы преподавателей и студентов, что в свою очередь является мощным стимулом для повышения эффективности педагогического процесса, реализующего идеи педагогического сотрудничества. Наконец, при неформальном, взвешенном и творческом подходе при разработке и применении рейтинговой системы обучения - это возможность качественно повысить уровень подготовки специалиста.

Литература.

1. Н.В. Надеина «Мотивирующее оценивание знаний студентов на основе рейтинговой системы» СПО №8 2006, с.127
2. Альбекова З.М. ГОУ СПО «Ставропольский колледж связи им. В.А. Петрова»: «Использование информационных технологий в обучении по модульному принципу в ГОУ СПО «Ставропольский колледж связи им. В.А. Петрова». Всероссийская научно-практическая конференция «Технологии электронного обучения: возможности, перспективы». – Кемерово 2008г. 213 с.:
3. Захарова И.Г. Информационные технологии в образовании. – М.: Академия, 2003, - 188 с.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ КАК СРЕДСТВО АКТИВИЗАЦИИ МЫСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ

С.А. Горева, учитель математики

МБОУ «СОШ №8 г. Юрга»

652057, г. Юрга, пр. Кузбасский 12, кв. 82

E-mail: svegora@list.ru

Основополагающим требованием общества к современной школе является формирование личности, которая умела бы самостоятельно творчески решать научные, производственные, общественные задачи, критически мыслить, вырабатывать и защищать свою точку зрения, свои убеждения, систематически и непрерывно пополнять и обновлять свои знания путем самообразования, совершенствовать умения, творчески применять их в действительности.

Степень развитости ученика измеряется и оценивается его способностью самостоятельно приобретать новые знания, использовать в учебной и практической деятельности уже полученные знания.

Самостоятельная работа как метод обучения может использоваться на всех этапах процесса обучения математике.

Целью данной работы является изучение организации самостоятельной работы школьников и условий ее успешной реализации. Для рассмотрения данной цели я покажу какие функции выполняет самостоятельная познавательная деятельность учащихся и почему она так необходима для формирования зрелой личности.

Работая над темой по самообразованию «Формирование у школьников самостоятельности» я поставила перед собой задачи:

- научить обучающихся самостоятельно овладевать знаниями;
- научить обучающихся самостоятельно применять в практической деятельности имеющиеся знания.

Главными направлениями в моей работе являются:

- личностный подход, педагогика успеха;
- обучать математике – значит обучать решению задач;
- органическая связь индивидуальной и коллективной деятельности;
- соединение обучения, воспитания и развития.

Главным в своей педагогической практике я считаю научить ученика понимать смысл своей деятельности. В процессе преподавания приучаю учащихся к самостоятельной работе мысли, к поиску нетрадиционных решений. Поощряю каждую самостоятельную мысль, каждый новый прием решения. Математика дает огромные возможности пользоваться величайшим даром природы – способностью мыслить.

Содержание самостоятельной работы, форма и время её выполнения должны отвечать основным целям обучения данной теме на данном этапе. Также должны вызывать интерес учащихся, желание выполнить работу до конца.

Назначение самостоятельной работы – развитие познавательных способностей, инициативы в принятии решения, творческого мышления.

Самостоятельные работы организую так, чтобы они вырабатывали навыки и привычку к труду.

1. Организация самостоятельной деятельности учащихся.

Основная задача учителя – организации учебной деятельности ученика, направленная на формирование познавательной самостоятельности, развитие и формирование способностей.

«Знание только тогда знание, когда оно приобретено усилиями своей мысли, а не памятью», – эти слова Л.Н.Толстого являются смыслом работы учителя.

Самостоятельная работа – это такое средство обучения, которое в каждой конкретной ситуации усвоения соответствует конкретной дидактической цели и задаче;

-формирует у обучающегося на каждом этапе его движения от незнания к знанию необходимый объём и уровень знаний, умений и навыков для решения определенного класса познавательных задач и соответственного продвижения от минимального (ученического) к творческому уровням мыслительной деятельности;

-вырабатывает у учащихся психологическую установку на самостоятельное систематическое пополнение своих знаний и выработку умений ориентироваться в потоке научной информации при решении познавательных задач;

-является орудием педагогического руководства и управления самостоятельной познавательной деятельностью обучающегося в процессе обучения.

Выделяется четыре уровня самостоятельной продуктивной деятельности учащихся:

- копирующие действия учащихся по заданному образцу. Идентификация объектов и явлений, их узнавание путем сравнения с известным образом. На этом уровне происходит подготовка к самостоятельной деятельности.

- репродуктивная деятельность по воспроизведению информации о различных свойствах изучаемого объекта в основном не выходящая за пределы уровня памяти. Однако на этом уровне уже начинается обобщение приемов и методов познавательной деятельности, их перенос на решение более сложных, но типовых задач;

- продуктивная деятельность по переносу знаний при решении задач, выходящих за пределы известного образца, требующая способности к индивидуальным и дедуктивным выводам;

- самостоятельная деятельность по переносу знаний при решении задач в совершенно новых ситуациях, условиях по составлению новых программ принятия решений.

Переход с одного уровня на другой должен осуществляться постепенно, только когда учитель убежден, что учащийся справится со следующим уровнем самостоятельности. Иначе в атмосфере спешки и нервозности у ученика возникают проблемы в знаниях.

2. Классификация видов самостоятельной работы учащихся

зависимости от целей, которые ставятся перед самостоятельными работами, они могут быть: обучающими, тренировочными, закрепляющими, повторительными, развивающими, творческими.

Дам небольшую характеристику каждому виду самостоятельной работы, которые я применяю в своей педагогической деятельности.

1. Самостоятельные работы по формированию знаний проводятся на этапе подготовки к введению нового содержания, а также при непосредственном введении нового содержания, при первичном закреплении знаний. Так как самостоятельные обучающие работы проводятся во время объяснения нового материала или сразу после объяснения, то их немедленная проверка дает учителю четкую картину того, что на самом деле происходит на уроке, какова степень понимания учащимися нового материала на самом раннем этапе его изучения. Цель этих работ не контроль, а обучение, поэтому отводится на уроке много времени.

2. К тренировочным относятся задания на распознавание объектов и их свойств. В тренировочных заданиях часто требуется воспроизвести или непосредственно применить теоремы, определения, свойства тех или иных математических объектов. Самостоятельные тренировочные работы состоят из однотипных заданий, содержащих существенные признаки и свойства данного определения, правила. Конечно, эта работа мало способствует умственному развитию детей, но она необходима, так как позволяет выработать основные умения и навыки и тем самым создать базу для дальнейшего изучения математики. При выполнении самостоятельных тренировочных работ учащимся ещё необходима помощь учителя. Можно пользоваться и учебником, и записями в тетрадях. Всё это создаёт благоприятный климат для слабых учащихся. В таких условиях они очень легко включаются в работу и выполняют её. К таким работам можно отнести выполнение заданий по разноуровневым карточкам.

3. К закрепляющим относятся самостоятельные работы, которые способствуют развитию логического мышления и требуют комбинированного применения различных правил и теорем. Они показывают, насколько прочно, осмысленно усвоен учебный материал. По результатам проверки заданий данного вида учитель определяет, нужно ли ещё заниматься данной темой.

4. Очень важны повторительные работы. Перед изучением новой темы учитель должен знать, подготовлены ли школьники, есть ли у них необходимые знания, какие проблемы смогут затруднить изучение нового материала, т. е. происходит входной контроль.

5. Самостоятельные работы развивающего характера – это работы требующие умения решать исследовательские задачи. Также к ним относятся домашние задания по составлению докладов на определенные темы, подготовка к олимпиадам, проведение в школе «декады математики», сочинение математических сказок, кроссвордов и др.

6. Большой интерес вызывают у учащихся самостоятельные творческие работы, которые предполагают высокий уровень самостоятельности. Здесь учащиеся открывают для себя новые стороны уже имеющихся у них знаний, учатся применять эти знания в новых неожиданных ситуациях. Это задание на поиск второго, третьего и т. д. способа решения задачи.

Сущность самостоятельной работы состоит в том, что она выполняется учеником без непосредственного участия учителя, но по его заданию и под его управлением и контролем. Существуют

разные подходы к классификации самостоятельных работ. По виду деятельности следует выделить следующие самостоятельные работы:

- работа с учебником и со справочной литературой;
- решение упражнений: по образцу, по инструкции и алгоритму, по готовым схемам, чертежам и графикам, вариативные, с промежуточными записями, на перфокартах.
- математические диктанты;
- тестовый опрос;
- опрос-игра;
- сочинения;
- творческие работы;
- выполнение практических и лабораторных работ;
- домашние опыты и наблюдения.

3. Организация самостоятельной работы на уроке

Умелое применение таких видов самостоятельной работы, правильное их планирование помогает не только углублять, совершенствовать имеющиеся знания и навыки, но и развивать творческую активность учащихся, самостоятельность решения.

На протяжении всего учебного процесса с учащимися снимаются какие бы то ни были психологические перегрузки. Взаимное уважение, доброжелательная помощь учителя создают доверительную психологическую атмосферу учебного процесса, которая является одним из решающих факторов успешной учебной деятельности учащихся.

Овладение умениями самостоятельно приобретать знания осуществляется на основе работы с учебником. Начиная с пятого класса, учу детей работать с учебником, который помогает учащимся учиться самостоятельно мыслить, выбирая главное, основное, важное. При объяснении нового материала привлекаю учащихся использовать текст учебника для нахождения новых понятий, заостряя их внимание на том материале, который нужно обязательно выучить. Учу ребят составлять конспекты. Объясняю им, что составить конспект - это не просто переписать текст учебника, а выделить новое и основное. И в дальнейшем конспект будет им помощником при сдаче зачёта. Изучив несколько тем, мы на уроке проверяем конспект, чтобы ребята могли дополнить свои записи. Учимся правильно формулировать мысли. Такая работа ребятам нравится, тем более что она является новой для них. Набирая пятый класс, я сталкиваюсь с проблемой неумения учащимися выделить главное. Поэтому мы пишем конспекты, а также всегда начинаем решение задачи с написания краткого условия и по нему ещё раз пересказываем задачу. К каждому действию пишем пояснение. Такой подход к решению задач даёт осмысленное её решение и учит ребят логически мыслить, рассуждать.

Я учу школьников, анализируя условие задачи, делать различные попытки решения, используя имеющиеся у них в запасе методы и приемы. При этом поощряю самостоятельные находки учеников, обращаю на них внимание класса. При решении задач только одним способом у учащихся единственная цель – найти правильный ответ. Если же требуется применить при этом несколько способов, учащиеся стараются отыскать наиболее оригинальное, красивое, экономичное решение. Для этого они вспоминают многие теоретические факты, методы и приемы, анализируют их с точки зрения применимости к данной в задаче ситуации, накапливают определенный опыт применения одних и тех же знаний к различным вопросам. Иногда, решая в классе задачу одним или двумя способами, задаю на дом поиск других способов. Систематическая, планомерная работа в привитии учащимся навыков в отыскании различных способов решения задач, способствует развитию логического поиска, который, в свою очередь, развивает исследовательские способности учащихся.

Для ребят с низким уровнем самостоятельности применяю задания по инструкции, по алгоритму. Это обучающая самостоятельная работа применяется для закрепления изученного материала. Например, при решении системы уравнений, уравнений, где каждый шаг выполнения работы прописан.

Очень эффективна работа по готовым схемам, чертежам и графикам. Она позволяет проводить устные самостоятельные работы, экономит время на запись условия, формирует графическую культуру учащихся. Учащиеся должны ответить на поставленные вопросы, выбрать рисунки, соответствующие определённым критериям, а при решении задач чертеж способствует лучшему пониманию условия. Можно применять при изучении, например, решении задач на движение, на части, проценты, решении геометрических задач, исследовании функции. Составляя задачи по чертежам, учащиеся развивают свою мыслительную деятельность.

При выполнении самостоятельных работ использую задания с кодированными ответами (буквами). При правильном выполнении задания, у учащихся получается слово, например, «молодец», «правильно». С большой эффективностью выполняется учениками вариативная (управляемая) самостоятельная работа, где решение каждого последующего примера опирается на результат предыдущего. Учащийся, решив первый пример, сверяет результаты с ответами ко всем примерам. Если ответ не совпадает ни с одним, то учащийся возвращается к решению, исправляет ошибки и только тогда приступает к решению второго примера. Такие работы развивают внимательность и самоконтроль. Они позволяют учителю экономить время, отводимое на контроль знаний, повышают интерес у учащихся.

Самостоятельная работа с промежуточными записями содержит решение упражнения или доказательство теоремы с пропусками. Учащиеся путём рассуждений должны восстановить недостающие записи. Такие работы можно использовать при проверке знаний по данной теме. Очень хорошо при таком виде работы использовать тетради с печатной основой.

Одним из эффективных средств осуществления обратной связи в процессе выполнения самостоятельной работы является перфокарта. С ее помощью можно одновременно проконтролировать всех учащихся класса. Использование перфокарты даёт представление о знаниях каждого учащегося и экономит время для выполнения и проверки задания. При работе с перфокартами индивидуальные задания вызывают у учащихся чувство ответственности, повышается активность учащихся, так как каждый работает самостоятельно. Такой способ проверки применяется там, где не надо делать больших вычислений. Можно использовать при сравнении чисел, при сложении и вычитании дробей с одинаковыми знаменателями, при округлении чисел, при измерении углов.

Начиная со среднего звена, провожу математические диктанты. Это давно оправдавшая себя форма письменной проверки знаний учащихся. Математический диктант – это набор вопросов, которые, с одной стороны, проверяют усвоенность обязательного минимума полученных ранее знаний, а с другой стороны, требуют очень краткого ответа. Существенно, что в работе принимают участие все учащиеся. Темп чтения диктанта должен быть спокойным, неторопливым. Задания лучше читать два раза, но не более, чтобы приучить ребят быть внимательными, воспринимать задания на слух с первого раза. Следует помнить, что математический диктант проверяет не сообразительность учащихся, а их знания. И если учащийся при ответе на вопрос диктанта надолго задумался, то, следовательно, он просто не знает ответа и последующий повтор или долгая пауза ему не поможет. В тех случаях, когда текст диктанта трудно воспринимать на слух, на доске я делаю соответствующие записи, рисунки. Важно правильно организовать проверку диктанта. Ребенок жаждет узнать результаты своей работы непосредственно после ее выполнения. Учитывая это, надо организовать проверку правильности выполнения заданий математического диктанта непосредственно после его завершения. Организовать проверку можно, например, так: учащиеся пишут диктант под копирку, сдавая один экземпляр учителю, а копия остается у ученика, что позволяет ребятам самостоятельно проверить свою работу на уроке, сверив свои ответы с ответами, записанными на доске и оценить свой труд самому. Весьма важно обучить детей правильной проверке своих математических диктантов. Учащиеся самостоятельно оценивают результаты диктанта по указанным мною критериям.

Иногда я организую взаимопроверку. После слов «диктант окончен» учащийся передает свой листок не учителю, а товарищу, писавшему тот же вариант. Они меняются оригиналами, а копии оставляют себе. Теперь каждый сверяет ответы не только в своем листке, но и в листке товарища. И отметки ставит в обоих листках. После завершения проверки я называю фамилию ученика, который сообщает поставленную им себе отметку и сразу же называет поставленную ему отметку товарищ, проверявший данную работу. Если отметки совпадают, то я ставлю ее в журнал, если возникли разногласия, то проверяю ее сама. Я считаю, что такая проверка воспитывает в учениках честность.

Самым важным в организации проверки диктанта сразу же после его завершения является то, что появляется возможность сразу обсудить все те вопросы, которые вызвали затруднения. Учеников, которые только что написали математический диктант, интересует не только отметка, но и обоснование решения.

Среди способов проверки знаний, умений и навыков выполнения самостоятельной работы особое место занимает тестовый контроль, так как в школах перешли на ЕГЭ. Тесты могут быть:

- на установление истинности (ложности) утверждения;
- с выбором верного ответа из нескольких заданных;
- на заполнение пропусков в истинном предложении.

В отличие от других видов контроля, тест позволяет при минимальных затратах времени проверить усвоение учебного материала большого объема. Я считаю, что если вести работу с использованием тестов с 5 класса, то к 11 классу у них трудностей с выполнением ЕГЭ будет значительно меньше.

Увеличение умственной нагрузки на уроках математики заставляет задуматься над тем, как поддержать у учащихся интерес к изучаемому материалу, их активность на протяжении всего урока. Чтобы для учащихся опрос был интересным, я ввожу элементы игры. Например, когда ведется опрос теоретического материала на уроках - зачетах в среднем звене, я выбираю учителей из состава учащихся. Сначала класс проверяет их компетентность, то есть будущие учителя отвечают на вопросы учащихся и тот, кто прошел испытание, то есть ответил на пять – тот и учитель. Такая игра ребятам нравится и на следующий урок каждый из них старается подготовиться лучше, чтобы побыть в роле учителя. Так же провожу опрос в виде соревнования по рядам или же разбиваю класс на группы. Игровые приемы, использующие программный материал, вызывают у учащихся активизацию умственной деятельности, способствуют возникновению внутренних мотивов учения.

Для развития навыков самостоятельности в работе я предлагаю учащимся написать домашнее сочинение по математике по пройденной теме. Можно дать примерный план написания, но учащегося не ограничивать в количестве материала, дать ему свободу действия. Например, можно взять темы: «Углы», «Что я знаю о тригонометрической функции?» (взять одну на выбор), «Уравнения», любую тему о многоугольниках. Существует большое разнообразие тем. Такие сочинения развивают творческие способности учащихся и приводят в систему знания по изученной теме. Так же учащиеся выполняют работу по написанию рефератов, докладов, с которыми выступают на конференциях, ученических чтениях.

При изучении математики имеются возможности для развития творческих способностей учащихся. Ученики всегда живо и с интересом включаются в работу, которая как бы не связана с изучением математики. Одной из таких творческих работ является сказка, но сказка не простая, а математическая. То есть ее героями должны быть математические понятия или фигуры и все, что с ними происходит, должно происходить по математическим законам. Сочиняя сказку, ученики не просто фантазируют, а повторяют изученный материал, используя его в своей сказке. При сочинении сказки математических ошибок не должно быть. Другой творческой работой учащихся является работа по составлению ребусов и кроссвордов. Составляя математические кроссворды и ребусы, ребята используют всю свою сообразительность и выдумку, при этом не забывая об эстетической стороне оформления. Творчество учащихся развивается и при изучении темы в 6 классе «Построение точки по заданным координатам». Ребята строят точки по координатам и последовательно их соединяют. В результате получается рисунок. Каждый учащийся получал индивидуальное задание, так как у меня накоплен большой материал по данной теме. При выполнении данного задания присутствует дух соревновательности, так как каждый хочет как можно больше нарисовать рисунков и выбирал для себя задание с более сложным рисунком. После такой работы у многих возникло желание самому составить рисунок. Фантазии ребят не было предела.

Большие возможности приобретения навыков в прикладной математике предоставляют практические работы учащихся. В процессе их выполнения учащиеся совершенствуют свои знания, вырабатывают умения пользоваться ими, обнаруживают связь математики с жизнью. Практические работы я применяю при вычислении объемов, площадей, нахождение периметра (длина забора), длины окружности (клумба), при составлении плана комнаты по теме «Масштаб». Положительную роль в развитии математического мышления школьников играют лабораторные работы. В процессе их выполнения учащиеся «открывают» и формулируют новые математические понятия.

При изучении некоторых тем, я даю учащимся задание на дом провести опыт. Например, измерить окружность стакана, банки, кастрюли, а так же их диаметр и записать полученные результаты в тетрадь. На уроке ребята делают вывод, что чем больше диаметр, тем больше длина окружности. Затем для каждого случая предлагаю найти отношение длины окружности к длине диаметра. Ученики замечают, что оно одно и то же для разных окружностей. Я ввожу обозначение данного отношения греческой буквой π и мы записываем формулу для нахождения длины окружности. Такой же эксперимент можно провести и с суммой углов треугольника.

При проведении некоторых практических работ требуются модели фигур и поэтому я даю задание ребятам выполнить некоторые модели. В младших классах это могут быть виды различных углов, треугольников, четырехугольников, а в старших классах – модели объемных фигур.

На современном этапе большое внимание уделяется применению ИКТ на уроках: применяю презентации, видео уроки, учу ребят самостоятельно пользоваться интернет ресурсами.

4. Влияние самостоятельной работы на качество знаний и развитие познавательной способности учащихся

Самостоятельная работа оказывает значительное влияние на глубину и прочность знаний учащихся по предмету, на развитие их познавательных способностей, на темп усвоения нового материала.

Я считаю, что систематически проводимая самостоятельная работа (с учебником по решению задач, выполнению наблюдений и опытов) при правильной ее организации способствует получению учащимися более глубоких и прочных знаний по сравнению с теми, которые они приобретают при сообщении учителем готовых знаний.

При тщательно продуманной методике проведения самостоятельных работ ускоряются темпы формирования у учащихся умений и навыков практического характера, а это в свою очередь оказывает положительное влияние на формирование познавательных умений и навыков.

С течением времени при систематической организации самостоятельной работы на уроках и сочетании ее с различными видами домашней работы по предмету у учащихся вырабатываются устойчивые навыки самостоятельной работы. В результате для выполнения примерно одинаковых по объему и степени трудности работ учащиеся затрачивают значительно меньше времени по сравнению с учащимися таких классов, в которых самостоятельная работа совершенно не организуется или проводится нерегулярно. Это позволяет постепенно наращивать темпы изучения программного материала, увеличить время на решение задач, выполнение экспериментальных работ и других видов работ творческого характера.

Заключение

Школа, давая учащимся знания, необходимые для продолжения учебы в вузе, в то же время должна ориентировать молодежь на общественно-полезный труд. Поэтому полезно повысить научный уровень преподавания и качество знаний школьников и в то же время преодолеть их перегрузку. Нужно, чтобы теория предмета в большей мере способствовала развитию позитивных способностей школьников и их практической подготовке.

В процессе рассмотрения данной проблемы выяснилось, что для эффективной организации самостоятельной работы школьника учитель должен уметь спланировать познавательный процесс учащегося и правильно выбрать способ решения задачи, при этом большое значение уделяется подборке учебного материала.

Система моей педагогической деятельности позволяет учащимся работать самостоятельно, тем самым они учатся самоорганизации, самоконтролю и самооценке

Литература.

1. В.Ф.Шаталов. «Куда и как исчезли тройки»
2. А.П.Карп. «Даю уроки математики».
3. М.Я.Антоновский, Г.Г.Левитас. «Учебное оборудование на уроках алгебры»
4. А.А.Окунев. «Спасибо за урок, дети!».
5. Е.И.Перовский. «Проверка знаний учащихся в средней школе».
6. М.В.Волович. «Математика без перегрузок»
7. С.Д.Шевченко. «Школьный урок: как научить каждого».
8. Ёсипов Б.П. «Самостоятельная работа учащихся на уроках». – М.: Учпедгиз, 1961.
9. Жарова Л.В. «Управление самостоятельной деятельностью учащихся» - Л., - 1982.
10. Нильсон О.А. «Теория и практика самостоятельной работы учащихся» - Тал., 1976.
11. Орлов В.Н. «Активность и самостоятельность учащихся» - 1998.
12. Пидкасистый П.И. «Самостоятельная познавательная деятельность школьников в обучении.» — М, 1980.

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖЕНЕРНО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ
ПРИКЛАДНЫХ БАКАЛАВРОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ
«МАШИНОСТРОЕНИЕ»**

А.А. Дронов, аспирант, Л.А. Потапова, доцент

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (8-384-51) 5-39-23

E-mail: aa-dronov@mail.ru

Проектирование, изготовление и эксплуатация машин, механизмов связаны с изображениями: эскизами, чертежами, схемами. Это ставит перед графическими дисциплинами ряд важных задач. Они должны обеспечить будущим бакалаврам, знание общих методов построения и чтения чертежей; решения большого числа разнообразных инженерно-геометрических задач, возникающих в процессе проектирования, конструирования и эксплуатации различных технических объектов.

Подготовка таких специалистов возможна на основе непрерывного развития творческих начал уже с первых дней учебы. Инженерно-графические дисциплины составляют фундамент подготовки бакалавров машиностроения, способствуя развитию пространственного представления, без которого невозможна конструкторская, технологическая и изобретательская деятельность [1 – 5].

Хорошо ориентироваться и быть востребованным в этом мире может специалист, обладающий необходимой суммой знаний, умеющих самостоятельно взаимодействовать с инновационно-развивающимся миром профессиональной деятельности и разрешать нестандартные ситуации. На современном этапе развития общества появилась необходимость в учебном процессе использовать информационные технологии, которые оказывают существенное влияние на качество подготовки выпускников вузов. Без компьютерных технологий современный мир уже немыслим, а, следовательно, немыслимо и современное образование. Использование таких технологий повышает у студентов интерес к получению знаний, мотивацию обучения, способствует формированию необходимых профессиональных компетенций. При этом облегчается труд преподавателя, сокращается время для проведения контрольных тестов, улучшаются условия для индивидуальной работы со студентами. Кроме того внедрение в образовательный процесс компьютерных технологий является одной из главных идей реформирования высшего образования. Пренебречь использованием информационных технологий – это верный путь сделать выпускника института невостребованным на рынке труда.

Использование информационных технологий на кафедре горно-шахтного оборудования:

- на лекционных и практических занятиях;
- при разработке электронных учебных пособий;
- при тестировании;
- в научной работе студентов;
- при выполнении индивидуальных домашних заданий;
- при проведении студенческих олимпиад.

Лекционные и практические занятия. Мультимедийные технологии, объединяющие высококачественные изображения, в том числе видео и анимацию, со звуковым сопровождением позволяют ярко и наглядно представить информацию без применения устаревших плакатов, диафильмов, слайдов. На кафедре разработаны презентации по всем темам учебных курсов, включающим не только чертежи и рисунки, но также справочные данные и положения стандартов. На интерактивной доске можно вносить изменения и пояснения по ходу занятий. Считаем недопустимым для преподавателя чтение текста презентаций. Это быстро утомляет студентов и делает занятие скучным. Для достижения поставленных целей необходимо сочетать применение различных образовательных технологий.

Электронные учебные пособия. В условиях снижения объемов аудиторной нагрузки внимание должно уделяться самостоятельной работе студентов. Ее правильная организация возможна при наличии учебно-методической литературы. Обеспечение каждого студента учебниками и пособиями в бумажном исполнении является зачастую невыполнимой задачей. Кроме того, в последнее время наблюдается некоторое их отторжение студентами. На наш взгляд, наиболее приемлемый вариант в современных условиях - электронные учебные пособия. Их «тиражирование» в необходимых объемах не вызывает трудностей. Такие пособия, используя возможности информационных технологий, позволяют объединить в себе свойства источника информации (теоретические сведения, справочные данные, индивидуальные задания) и экзаменатора. На кафедре разработаны несколько таких пособий

по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике, которые являются востребованными студентами

Тестирование студентов. Эффективный контроль работы студентов со стороны преподавателя, с одной стороны, и самоконтроль студентов, с другой стороны, являются важнейшими условиями успешного формирования знаний, умений и компетенций обучающихся, успешности всего учебно-воспитательного процесса. В настоящее время характерны тенденции использования компьютеров такого контроля. Полагаем, что полная компьютеризация этого процесса будет являться ошибкой. Студента при оценке знаний нельзя полностью лишать общения с преподавателем. Фонд оценочных средств, разработанный на кафедре, включает как машинные тесты, так и «ручные» варианты контроля. Только при их правильном сочетании возможно усвоение студентами учебного материала.

Научная работа студентов. Важной формой организации самостоятельной работы является научно-исследовательская работа студентов (НИРС), которая позволяет познакомить наиболее способных студентов с современными научными достижениями прикладной геометрии, ввести их в курс научных проблем, научить осуществлять научный поиск решения прикладных задач. Участвуя в НИРС, студенты приобретают навыки, которые пригодятся в течение всей жизни: самостоятельность суждений, умение концентрироваться, постоянно обогащать собственный запас знаний, обладать многосторонним взглядом на возникающие проблемы, целенаправленно и вдумчиво работать. Однако НИРС будет эффективной при условии использования современной компьютерной техники и программной продукции. В последние годы на кафедре студенческие научные исследования проводятся по следующим направлениям:

- моделирование сложных технических форм на основе нелинейных инволюций;
- моделирование фрактальных структур;
- твердотельное моделирование технических объектов.

Использование компьютерной техники в научной работе позволяет ускорить получение результатов, сделать исследования интересными и более достоверными.

Индивидуальные задания. До настоящего времени при выполнении графических заданий в вузах использовались традиционные чертежные инструменты, в то время как на производстве используются высокотехнологические системы автоматизированного проектирования (САПР), обеспечивающие возможность автоматизации проектно-конструкторских работ. В связи с этим молодой выпускник должен уметь пользоваться графическими редакторами, что существенно повышает его профессиональный уровень. В качестве такого редактора при изучении инженерной графики был выбран КОМПАС, что объясняется следующими причинами:

- пакет ориентирован на выполнение чертежей в полном соответствии со стандартами ЕСКД;
- имеются возможности для настройки рабочей среды и использования библиотек различного назначения: библиотеки материалов, технологических и конструктивных элементов, библиотеки типовых расчётов и построений;
- библиотеки содержат необходимую информацию, представленную в удобном для использования виде.
- при работе со всеми библиотеками в качестве графической подосновы могут использоваться материалы, выполненные средствами других САД-систем;
- пакет имеет русскоязычный интерфейс и справочную поддержку на уровне языка разработчика;
- пакета используется в качестве основного на базовом предприятии ООО «Юргинский машиностроительный завод».

Инженерно-графическая подготовка студентов, обучающихся по направлению «Машиностроение», предусматривает изучение инженерной графики в течение двух семестров. В первом семестре, когда рассматриваются теоретические основы построения чертежей, студенты выполняют графические работы в основном без использования компьютеров. В индивидуальном порядке с наиболее подготовленными студентами проводятся дополнительные занятия, посвященные использованию компьютеров при выполнении чертежей. Во втором семестре рабочей программой предусмотрены лекции и практические занятия по компьютерной графике. Выполнение аудиторных работ позволяет студентам получить навыки работы с графическим пакетом, которые используются при выполнении сборочного чертежа и детализировании чертежа общего вида.

Студенческие олимпиады. Традиционными на кафедре стали олимпиады по компьютерной графике, которые способствуют творческой активности и мотивации учебной деятельности студентов в области инженерно-геометрических дисциплин. В университетской системе управления каче-

ством обучения результаты предметных олимпиад выполняют функцию достаточно весомых индикаторов деятельности кафедр. В последние годы у студентов появился материальный стимул: победители олимпиад поощряются премиями. Олимпиады по компьютерной графике проводятся на завершающем этапе изучения инженерной графики в конце второго семестра. К участию в олимпиаде допускаются студенты, успешно выполнившие обязательную программу курса. Участники олимпиады должны выполнить рабочий чертеж и твердотельную модель детали по чертежу общего вида. Опыт проведения таких олимпиад показывает, что победителями становятся те студенты, которые не только хорошо владеют приемами компьютерной графики, но также знают теоретические основы построения чертежа и имеют хорошее пространственное представление.

Таким образом, стремительное развитие вычислительной техники определило необходимость использования компьютерных технологий в инженерно-графической подготовке. Вряд ли современный специалист мыслим без компьютеров. Но и преувеличивать их значение опасно. На наш взгляд компьютеры не должны заслонять собой учебную дисциплину. Отрицательных примеров, когда студент хорошо владея вычислительной техникой, не может без нее выполнить простейшие вычислительные операции, достаточно много. Неразумное использование компьютера поможет рукам, но нанесет огромный вред голове. Компьютер, являясь **инструментом**, должен помогать в усвоении дисциплины. Их использование в инженерно-графической подготовке поможет избежать рутинных графических операций и сделать процесс составления конструкторских документов творческим. Напротив, умелое применение информационно-компьютерных технологий сделает учебный процесс более совершенным, что позволит существенно улучшить качество подготовки специалистов.

Литература.

1. Боровиков И.Ф., Потапова Л.А. Инженерно-графическая подготовка студентов в условиях модернизации образования // Научная индустрия европейского континента - 2008: Материалы IV Международной научно - практической конференции - Прага, Чехия, 27 нояб. – 5 дек. 2008. - Прага, Чехия: Education and Science, 2008. - с. 15-17.
2. Боровиков И.Ф., Потапова Л.А. Некоторые направления научно-исследовательской работы студентов по начертательной геометрии // Альманах современной науки и образования, 2008. - № 12 -с. 37-39.
3. Боровиков И.Ф., Потапова Л.А. Инновационные технологии в преподавании инженерно-графических дисциплин // Модернизация инженерного и общего образования: проблемы и перспективы: Труды VII Всероссийской научно-практической конференции - Юрга, ЮТИ ТПУ, 12 нояб. 2009. - Томск: Изд. ТПУ, 2009. - с. 252-254.
4. Боровиков И.Ф., Потапова Л.А. Начертательная геометрия и инженерное образование // Машиностроение и инженерное образование, 2009. - № 1 -с. 62-67.
5. Боровиков И.Ф., Потапова Л.А. Организация научно-исследовательской работы студентов по начертательной геометрии // Динамика современной науки: Материалы 5-й Международной научно-практической конференции - Болгария, София, 17–25 июля 2009. - Болгария, София: БялГРАД - БГ, 2009. - с. 71-73.

ИЗУЧЕНИЕ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ ПЕРВОКУРСНИКОВ КАК ФАКТОРА, ВЛИЯЮЩЕГО НА УСПЕШНОЕ УСВОЕНИЕ МАТЕМАТИКИ

В.В. Литвиненко, студент гр. 10730, научный руководитель: Гиль Л.Б.

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. 8(384-51) 6-44-32

E-mail: gilen@mail.ru

В современном агрессивном мире человек стремится занять более высокую рейтинговую позицию в соответствии с объективными требованиями различных жизненных ситуаций (в том числе учебных и профессиональных). Примером такой ситуации может служить сдача ЕГЭ или экзаменов в ВУЗе. Не секрет, что многие во время сдачи экзамена или собеседования испытывают состояние крайнего дискомфорта и повышенного напряжения. Причиной такого состояния, по мнению психологов, является стресс [8].

А способность подавлять его и впоследствии выполнять действия (познавательные, профессиональные и др.) в подобных условиях, называют *стрессоустойчивостью* [1].

Одним из ученых, работающих в данном направлении, является немецкий ученый психолог Ганс Селье. Он выдвинул теорию о том, что в жизни человека существует общая неспецифичная ре-

акция организма на любое вредное воздействие. Её задачей является активизация защитных сил организма. И назвал её стрессом. При воздействии неблагоприятных факторов в организме запускается механизм «тревога» и целый ряд биохимических реакций [4].

В учебно-познавательной деятельности стресс также оказывает на обучающихся разное влияние: одни мобилизуются и эффективно решают поставленные задачи, другие впадают в депрессию и не могут выполнить простейших действий, что в некоторых случаях доводит до суицида. Официальной статистики самоубийств из-за перенагрузки или несданной сессии не ведётся, «...однако известно, что за последние 10 лет количество молодёжных суицидов выросло в 3 раза» [5].

Для изучения уровня стрессоустойчивости и риска дезадаптации в стрессе студентов-первокурсников мы использовали методику оценки нервно-психической устойчивости (НПУ): «Прогноз» [6].

На основе диагностики уровня нервно-психической устойчивости испытуемых условно разделили на 4 группы по уровню нервно-психической устойчивости (рис. 1):

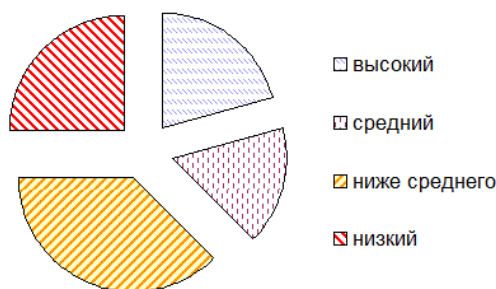


Рис. 1. Уровни стрессоустойчивости студентов-первокурсников

- «высокий» уровень НПУ(13 и менее баллов) – 10 человек. Испытуемые легко принимают любые перемены, поэтому они к переменам всегда готовы, а кризисные ситуации преодолевают достаточно легко;
- «средний» (14-20 баллов) – 8 человек.

Испытуемые к изменениям как будто готовы, но к окружающей обстановке адаптируются постепенно. При повторении стрессовых ситуаций с каждым разом реагируют на них всё более спокойно.

- «ниже среднего» (21-28 баллов) – 18 человек. Малейшее развитие событий не по сценарию приводит испытуемых в состояние сильного стресса. Менять свои взгляды, установки и поведение им очень сложно.
- «низкий» (29 и более баллов) – 12 человек. Под воздействием внешней среды меняться не станут, так как стоят на «твёрдых позициях и имеют собственное мировоззрение».

По результатам первого семестрового экзамена по математике была выявлена зависимость итоговой отметки за семестр от уровня развития стрессоустойчивости (ось абсцисс – студенты, сгруппированные по уровням стрессоустойчивости): с ростом уровня развития стрессоустойчивости улучшаются экзаменационные оценки, о чём говорит пунктирная линия, полученная в результате аппроксимации кривой, выражающей эту зависимость.

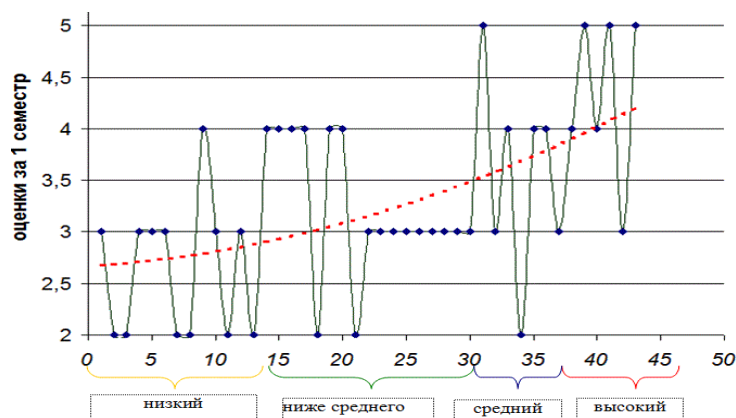


Рис. 2. Зависимость оценки за семестр от уровня развития стрессоустойчивости

Однако разброс индивидуальных результатов (оценок на экзамене) позволяет сделать вывод, что высокий уровень развития стрессоустойчивости, положительно влияя на экзаменационные оценки, не является единственным фактором, определяющим успешность студентов на экзамене – как показателя конкурентоспособности в математической познавательной деятельности [7].

По результатам опроса и анкетирования (рис. 3) представлено изменение уровня стресса среди студентов за август – октябрь 2014 г., из которой видно, что за 3 месяца после поступления в ВУЗ у 49 % первокурсников повысился уровень стресса.

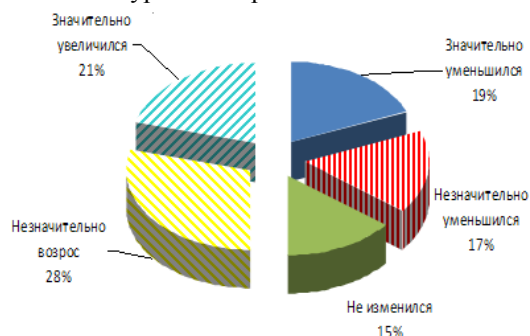


Рис. 3. Изменение уровня стресса первокурсников за август – октябрь 2014 г.

Следовательно, с увеличением нагрузки на студентов и с постепенным приближением сессии, уровень стресса достигает пика, формируя негативное отношение к учёбе. Чтобы предупредить агрессию, необходимо «расслаблять» студента, используя психологические техники или специальные тренинги [3].

Заключение: анализ результатов исследований и выявление положительного коэффициента корреляционной связи ($k=0,51$) между стрессоустойчивостью студентов и экзаменационными оценками по математике, а также увеличение среднего по учебным группам значения коэффициента успешности в усвоении дидактических единиц дисциплины «Математика» от 1,03 до 1,23 (за период ноябрь – апреля 2014 г.) позволяют сделать вывод, что стрессоустойчивость является важным фактором определяющим академическую успешность в познавательной деятельности.

Литература.

1. Аболин, Л. М. Психологические механизмы эмоциональной устойчивости человека. Казань: Изд-во КазГУ, 1987. – С. 47.
2. Андреев, В. И. Конкурентология: учебный курс для творческого развития конкурентоспособности / В. И. Андреев. – Казань: Центр инновационных технологий, 2006. – 470 с.
3. Березин, Ф.Б. Психическая и психофизиологическая адаптация человека. СПб.: Наука, 1998. С. 56.
4. Ганс Селье. Стресс без дистресса [Электронный ресурс] // Библиотека Максима Мошкова URL: <http://lib.ru/PSIHO/SELYE/distree.txt>;
5. «Двойка»? Только через мой труп! [Электронный ресурс] // <http://guapextern.ru/content/view/74/70/>.
6. Елисеев, О.П. Практикум по психологии личности – СПб. 2007. – 512 с.
7. Ильин, Е.П. Оптимальное состояние человека как психофизиологическая проблема// Психологический журнал. 1981. – Т.2. – №5. – С. 13-17.
8. Коган, Б.М. Стресс и адаптация. – М.: «Знание», 1980. – 64 с.

ГОЛОСОВОЕ СОЗДАНИЕ И ВЫПОЛНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ТЕСТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХ-ФОРМУЛ

*С.А. Сивак, магистрант, Т.Н. Сопронюк, канд. физ.-мат. наук, доцент
Черновицкий национальный университет, г. Черновцы, Украина
E - mail: serhei.sivak@gmail.com, sopronyuk@gmail.com*

Введение. WebKit – двигатель вывода для веб-страниц. На основе WebKit работают известные браузеры Apple Safari, Google Chrome и прочие. WebKit обеспечивает набор классов для вывода веб-информации в окнах и реализует функции браузера, такие, как механизм гиперссылок, управление историей посещенных страниц и прочие.

Цель данной работы – расширение основных способов использования и написание математических текстов на сайтах, расположенных на локальных серверах и непосредственно в сети интернет.

В последнее время динамично развиваются технологии, в которых информация вводится с помощью голоса, поэтому основной особенностью работы есть использования этой возможности для представления формул в тексте. Итак, для записи формул в приложении используются следующие устройства ввода информации: клавиатура, манипулятор мышь, микрофон.

Математические тексты (формулы) могут быть представлены в виде: обычных изображений, формул Microsoft Equation, формул MathType, кодов на языке разметки Tex [1,2]. В HTML документах используются изображение, в случае невозможности показа в альтернативный текст картины записывается код на языке Tex.

Недостатком при использовании изображений есть то, что их нельзя просто и быстро изменять. Более того, в случае размещения на сервере большого количества формул (а, значит, изображений) эти методы являются неэффективными. Формулы Microsoft Equation разрешают редактировать формулы визуально, но это не удобно людям, которые привыкли к написанию математических текстов на языке Tex. Tex считается стандартом для оформления математических текстов, поэтому его поддержка в приложениях очень важна.

Цель работы состоит в представлении языка разметки LaTeX [1,2] в стандартах HTML и предоставление возможности пользователю изменять коды формул без установления дополнительного программного обеспечения.

Описание работы web-приложения. Приложение работает в двух режимах – автоматическом и ручном. На панели инструментов сверху страницы есть специальная кнопка, которая позволяет изменить режим. В автоматическом режиме специально зарезервированные слова заменяются непосредственно на символы при голосовом вводе или при нажатии кнопки с изображением лупы.

Ручной режим предоставляет пользователю право изменять код написания формул символами языка разметки LaTeX, их вложенность одну в другую с помощью введения из клавиатуры, а также дает возможность выбрать определенный символ из левого поля и разместить там, где это необходимо.

В верхней части страницы размещается панель инструментов, на которой есть функциональные кнопки. В зависимости от режима, их количество изменяется. По центру находится поле ввода, в которое вводится текст. По правую сторону расположенное меню помощи, в котором, кроме общей информации, содержатся зарезервированные слова и шаблоны формул, при вводе которых из клавиатуры или голосом, в поле ввода записываются соответствующие символы.

Рассмотрим детальнее оба режима и их функционал.

По умолчанию, режим работы приложения является автоматическим, поэтому после полной загрузки веб-страницы выглядит следующим образом:

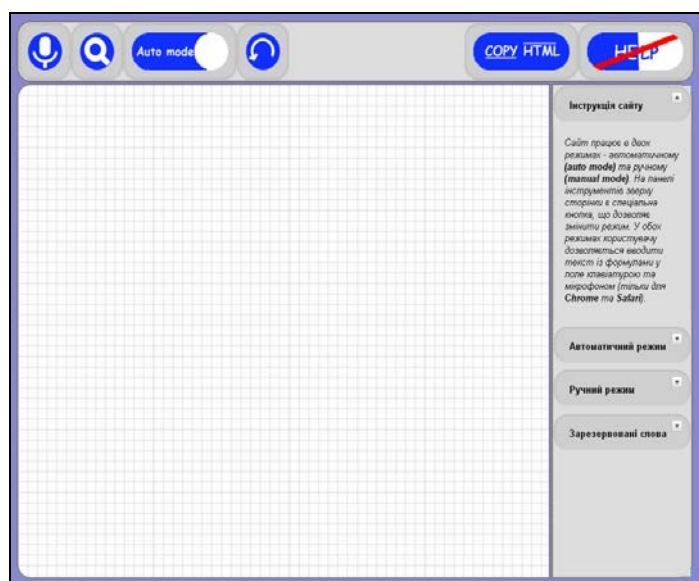


Рис. 1. Автоматический режим работы приложения

В правой панели текст размещен с использованием эффекта «гармошки», т.е. каждый блок текста, который отвечает конкретному заголовку, раскрывается при нажатии на название, причем при этом другие свортываются. По умолчанию открыт первый блок.

Кнопка «HELP», которая находится на панели инструментов над правой панелью, включает или выключает всплывающие подсказки. По умолчанию эта функция отключена.

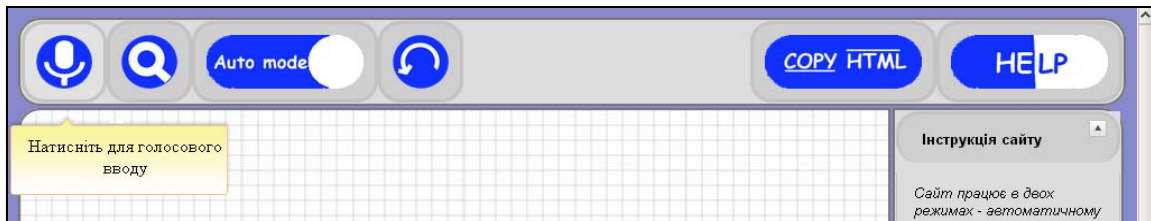


Рис. 2. Пример подсказки для кнопки с микрофоном

При условии подключения микрофона голос пользователя распознается и, после паузы, информация используется в функциях, которые проверяют ее на наличие названий математических символов, которые заменяются самими кодами символов.

Если ввести текст в поле ввода и нажать на кнопку с изображением лупы, то, аналогично, как и с микрофоном, функции проверят и заменят названия символов на коды символов. Список зарезервированных слов можно увидеть на правой панели.

Кнопка с изображением стрелочки возвращает значение поля на один шаг назад (аналог Undo / Ctrl + Z).

Кнопка с надписью «Сору» открывает диалоговое окно, в котором записан HTML код текстового поля. Код можно скопировать и вставить в любую другую страницу.

Ручной режим, или «расширенный», имеет больший функционал, по сравнению с предыдущим. Он включается и выключается соответствующей кнопкой на главной панели. Визуально ручной режим отличается наличием левой панели и большим количеством кнопок в верхней панели.

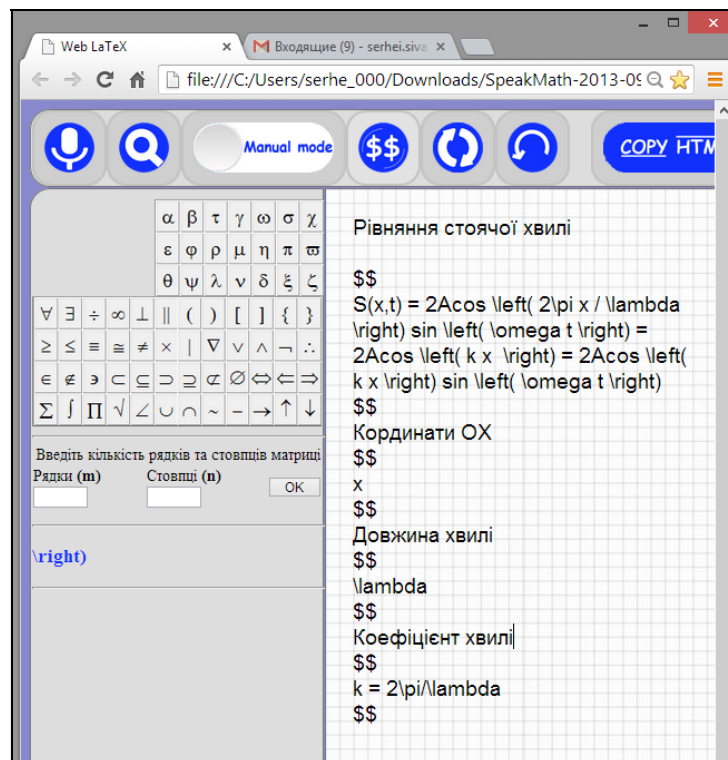


Рис. 3. Пример набора формул в формате Latex в ручном режиме

В левой панели размещены символы, которые можно перенести в поле ввода следующим образом:

- Нажать на кнопку с символами долларов на верхней панели. Это добавит в поле ввода знаки $\$$ $\$$ (между двумя парами долларов, согласно стандартам LaTeX, нужно вставлять коды математических символов и формул).
- Выбрать символ из таблички, или ввести соответствующие значения для матрицы и выбрать «ОК». После этого на данной панели добавится код, который соответствует выбранной формуле.
- Щелкнуть мышью на поле ввода в том месте, где нужно вставить код.
- Внести изменения в формулу и ввести аргументы.
- Нажать на кнопку обновления с соответствующей пиктограммой.

Заметим, что при написании формул разрешается вкладывание одной формулы в другую и добавление текста в конец или на начало.

Для преобразования кодов языка разметки LaTeX подключается скрипт `replacemath.js` [3], который связывается с сервером [<http://replacemath.appspot.com/?tex=>], посылает ему HTML код блока с полем ввода, возвращает код с математическими символами.

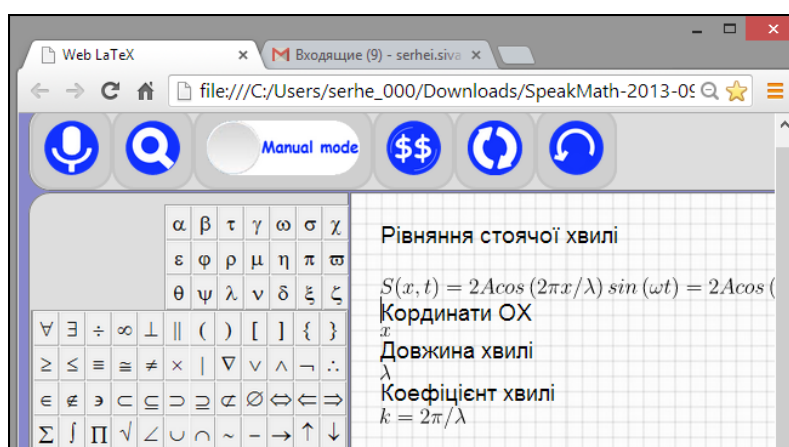


Рис. 4. Пример отображения распознанных формул

Описание приложения “SpeechTests”. Возможность отображения текстов LaTeX в веб-интерфейсе привела к идее создания приложения, которое будет работать как в веб-интерфейсе, так и в десктопном варианте. В основу данного приложения положена разработка тестов, отвечать на которые возможно разными способами. При создании данных тестов пользователь выбирает название, предмет, тип тестов, тип ответов и т.д.

Название приложения – “SpeechTests”. Основная часть проекта написана языком программирования Java [4] с использованием таких фреймворков, как JavaFX, Hibernate ORM. Хранилищем данных приложения является MySQL база данных, которая содержит информацию о тестах, настройке, вопросах и ответах на них. Проект создан в программной среде IntelliJ IDEA 13.0. JavaFX используется для графического представления приложения, Hibernate ORM – для связи между объектами и реляционными структурами [5]. Также в проекте используются такие внешние библиотеки как Gson (для работы по json файлами), JavaFlacEncoder (для конвертирования звуковых файлов) и Simmetrics (для сравнения строк на совпадения с некоторой вероятностью).

Главным отличием от других программ, связанных с созданием и использованием тестов является возможность ответа голосом. Для реализации такой возможности используется Google Speech API [6] – веб-сервис, благодаря которому можно распознавать голос, записанный в формате FLAC продолжительностью не больше 15 секунд с частотой 16кГц. Ответ сервера представляет собой JSON-данные с возможными вариантами распознанного текста и вероятностью, что этот вариант правильный.

На первом этапе разработки было создано консольное приложение, которое записывало голос пользователя в формате WAV и проигрывало записанный звук. После этого звуковой файл конвертировался в FLAC и отправлялся на сервер. Дальше выводилась распознанная фраза.

На втором этапе было создано визуальное приложение с определенными шаблонами тестов, которые сохранялись в формате JSON. Реализована возможность отвечать на эти тесты голосом или, выбирая определенный ответ, в зависимости от настроек теста.

На третьем этапе хранилище тестов было перенесено с json данных в MySQL-базу данных. Мы подключили Hibernate ORM для более простой и безопасной работы с базой данных.

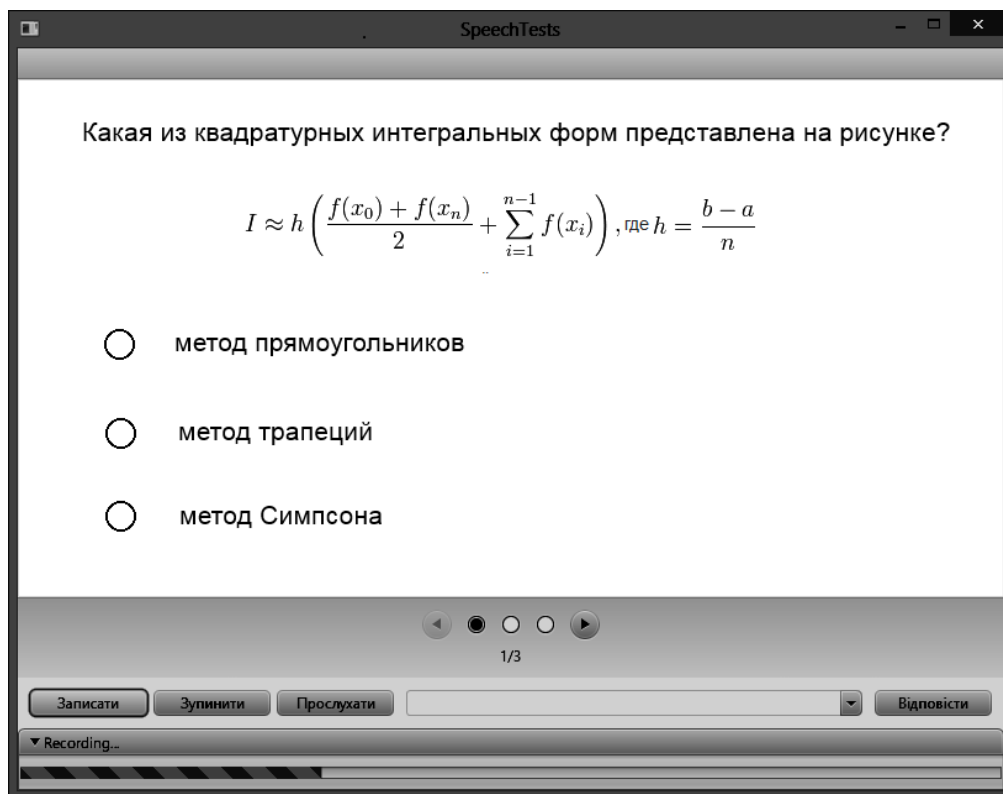


Рис. 5. Пример выполнения тестов

Выводы. В работе создана веб-страница, которая разрешает упростить набор формул с использованием языка разметки LaTeX и размещение их в интернете.

Особенностью работы является интеллектуальное введение информации с помощью микрофона. Пока что поддерживаются английский и украинский языки и ограниченное количество математических знаков.

Использование веб-страницы не нуждается в дополнительном программном обеспечении и дистрибутивах – лишь браузер. Чтобы страница раскрыла весь потенциал, рекомендуется использовать браузер Safari или Google Chrome. Веб-приложение предназначено для создания новых текстов с формулами и для добавления формул на другие веб-страницы.

Создано приложение “SpeechTests”, которое расширяет возможности проводить тестирование, так как предусмотрена возможность ответа голосом и распознавание правильного варианта ответа. Такой вариант тестирования расширяет возможности обучения людей с ограниченными возможностями и ускоряет процесс обучения.

Литература.

1. Львовский С.М. Набор и верстка в пакете LaTeX. Г.: Космос-информ, 1995. - 374с.
2. Кнут Д.Э. Все о Tex. - Протвино, RDTex, 1993. - 593с.
3. Embedding math with replacemath: [Электрон. ресурс]. - Режим доступа: <http://www.replacemath.appspot.com/static/docs.html>
4. Брюс Эккель. Философия Java = Thinking in Java. 3-е изд. - Спб.: Питер, 2003. - 976 с.
5. Linwood, Jeff, Minter, Dave. Beginning Hibernate. - 2nd ed. - Apress, 2010, May 28. - 400 p.
6. Использование Google Speech API для управления компьютером: [Электрон. ресурс]. - Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/144535/>

КОММУНИКАТИВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ФОРМИРОВАНИИ СМЫСЛОВ ПОЗНАНИЯ

А.А. Кулагина, Н.И. Ибрагимова, к.филос.н., доцент каф. БЖД

Сургутский государственный университет

628 408, г. Сургут, ул. Энергетиков, 22, тел. (3462) 76-30-96

E-mail: nailya28@yandex.ru

Многие представители современной науки считают, что кризис образовательной системы и современной науки, - это кризис восприятия. И для его преодоления необходимо фундаментальное изменение нашего мышления и ценностей. По мнению, ученых они должны стать основой для формирования холистической, системной, экологической парадигмы, где свойства частей могут быть поняты из динамики целого, а не наоборот – динамика целого из частей.

Образование должно дать представление о целостной научной картине мира. В процессе обучения мы сталкиваемся с проблемой понимания. С точки зрения, современной парадигмы интерсубъективности - понимание не вписывается в субъект-объектную познавательную схему, так как не познание порождает необходимость в понимании, а потребность в понимании ведет к познанию и является одной из основных мотиваций к успешному обучению. Условием для понимания субъекта выступает раскрепощение мышления в коммуникативно-деятельностных практиках. При таком подходе объяснение мира основывается на конструировании «истинного» знания о реальности, а не представлении об истине, как слепке с объектов данной реальности. Парадигма интерсубъективности связывает ценность современного знания не с абсолютными истинами и фундаментальными законами, а с социальной значимостью, которая проявляется в деятельностно-коммуникативных практиках, формирующих смыслы. Достигнутый уровень понимания непременно накладывает онтологические и интерпретационные ограничения на объекты деятельностного оперирования, оставляя при этом открытыми диалогово-коммуникативные практики, позволяющие выходить за рамки установившихся онтологических представлений и интерпретационных схем.

Коммуникативной средой является практически все, что окружает человека, что составляет его среду обитания. А предметы и явления, составляющие часть этой среды, могут быть использованы в коммуникативной функции, другая же часть – собственно и есть средства коммуникации, для которых передача сообщений является их основным назначением.

Виды коммуникации выделяются по составу коммуникантов:

- интраперсональная коммуникация равна разговору с самим собой.
- межличностная коммуникация как правило связана с идеальной моделью коммуникации и во многом первична, в ней участвуют двое коммуникантов.
- групповая коммуникация: внутри группы, между группами, индивид – группа
- массовая коммуникация происходит в том случае, если сообщение получает или использует большое количество людей, зачастую состоящее из различных по своим интересам и коммуникативному опыту групп.

К выше сказанному нужно добавить, что коммуникация может осуществляться как вербальными, так и невербальными средствами. Вербальная коммуникация для человека является основной – имеется в виду универсальность этого способа для человека, возможность переводить любые другие коммуникативные средства на устные и письменные разновидности языка. Невербальные средства делятся на две группы: первичные языки (система жестов, но не жестовые языки глухонемых, пантомима, мимика) и вторичные языки (азбука Морзе, музыкальная нотация, языки программирования). В процессе обучения учащийся включен во все виды коммуникации.

Теория деятельностного подхода сформировалась в 20–30-х годах 20 века в трудах Л.С. Выготского, С.Л. Рубинштейна, А.Н. Леонтьева, которые считают, что деятельность имеет преобразовательный целенаправленный и культурно-исторический характер. К тому же она неразрывно связана с коммуникацией и имеет социальную значимость. Социальная значимость проявляется в коллективной деятельности, взаимодействующих участников, которая может пониматься как коммуникация. Что предполагает постоянное обсуждение некоторых проблем друг с другом, включение в диалоги и полилоги, что позволяет обрести опыт умения понимать позиции других и выработать в себе качество саморефлексии.

У каждого возраста есть специфика конструирования субъективного мира, которое связано со следующим: накоплением личностного опыта, успешностью и степенью социализации, а также с осознанием смысловых связей между временной и пространственной характеристиками деятельности. Учащиеся высших и среднетехнических учебных заведений в процессе обучения сталкиваются с

фрагментарностью восприятия получаемой информации или непониманием. С точки зрения исследователей (например, Л.А. Осьюмук) фрагментарное восприятие характерно для формирующейся личности с хаотичным восприятием действительности. Непонимание же может трактоваться как психологическая и теоретическая замкнутость, следствие догматическим установкам. Фрагментарное восприятие является основной причиной дислексии и дисграфии, которые влияют на качество коммуникативной деятельности на всех уровнях. Неумение сформулировать мысли как в устной, так и в письменной речи затрудняет успешную социализацию, а, следовательно, нарушаются основополагающие принципы деятельностного подхода: принцип психологической комфортности, принцип вариативности, принцип творчества.

В коллективной деятельности мы проходим процесс интериоризации, когда наблюдается индивидуальное присвоение форм коллективной деятельности, поэтому важно чтобы она была успешной и создавала условия для самореализации. Интерактивные групповые формы работы в коллективах, где имеются учащиеся с затрудненным пониманием учебного материала и не только, позволяют преодолеть фрагментарность восприятия информации и достичь более глубокого понимания. Такая форма работы позволяет реализовать парадигму интерсубъективности, основанную на онтологии единства, когда субъект находится внутри реальности, участвует в её формировании и в свою очередь изменяется сам.

Литература.

1. Осьюмук Л.А. Взаимодействие социальных миров: К проблеме конвенциональности отношений. - Новосибирск: Наука, 2004.- 290 с.

УЧЕБНО-ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ УМЕНИЙ ШКОЛЬНИКОВ

Л.М. Голубева, к.пед.н., доцент

*Красноярский краевой институт повышения квалификации и профессиональной
переподготовки работников образования
660079, г. Красноярск, ул. А. Матросова, 19*

Развитие интеллектуального, творческого потенциала подрастающего поколения, повышение качества обучения, качества подготовки специалистов, качества образования являются основными задачами любой образовательной системы.

В решении этих задач все большее значение приобретают диагностические средства, выполняющие функции обучения, контроля и развития, позволяющие непрерывно отслеживать развитие предметных, интеллектуальных умений и способностей школьников, студентов, их личностное развитие. Одним из таких средств является учебно-диагностический комплекс, разработанный автором (на материалах алгебры 9 класса) и получающий все более широкое признание не только у учителей математики, но и у педагогов других предметных областей.

Учебно-диагностический комплекс (УДК) состоит из трех блоков: обучающего, диагностирующего и развивающего, функционально связанных между собой. Для каждого блока разработан инструментарий, обеспечивающий его функционирование и взаимодействие с другими блоками.

Обучающий блок предусматривает привнесение первичной информации, овладение школьниками базовыми понятиями и типовыми задачами, работу с тестами. Поэтапное вхождение учащихся в содержание темы обеспечивается включением в тестовые задания задач разного уровня сложности. Такие задания, с одной стороны, являются средствами формирования информационной основы деятельности школьников, приемов интеллектуальных умений, а с другой являются средствами достижения первой.

Инструментарий обучающего блока представлен содержательными модулями, предусмотренными программой по математике для общеобразовательной школы, спецификацией тестовых материалов и самими тестами по пяти темам курса алгебры 9 класса. В основу создания тестовых заданий обучающего блока была положена идея диагностики не только предметных умений и навыков, а также интеллектуальных умений школьников. Психологическое и педагогическое измерение, которым возможно осуществить данным инструментарием, позволяет педагогу направлять развитие интеллектуальных способностей школьников.

В тестах использованы задания, имеющие разный уровень сложности:

- информативные - задания, требующие от ученика узнавания известной информации (И);

- репродуктивные - задания, требующие воспроизводства информации и ее преобразования алгоритмического характера (Р);
- базовые – задания, которые требуют понимания существенных сторон учебной информации, владения общими принципами поиска алгоритмов (Б);
- повышенного уровня сложности – задания, требующие от учащихся преобразований алгоритма к условиям, отличающимся от стандартных (П);
- творческие – задания, требующие нестандартных подходов к решению.

С целью сближения интерпретации результатов тестирования разработчика и пользователя, автором разработан «Стандартизированный ключ к тесту школьных достижений», являющийся инструментарием диагностического блока. Он позволяет получить информацию об уровне усвоения школьниками предметного содержания, оценить умения и навыки по алгебре, адекватные возрастному уровню школьников, а также получить информацию о западающих умениях в учебной и интеллектуальной сферах. Результат работы учащегося с тестовым заданием сопоставляется со «Стандартизированным ключом», где фиксируются освоенные учеником новые понятия, проявленные предметные и интеллектуальные умения. Полученная информация является основой для проектирования «траектории» последующей познавательной деятельности каждого школьника.

Предназначение диагностирующего блока – исследовать характеристики ученика, скрытые в глубинах его личностной структуры, но выявляемые путем созданного инструментария. Из всего многообразия характеристик нас, в первую очередь, интересует: способность усваивать материал на разных уровнях, способность применять знания, способность осуществлять мыслительные операции.

Развивающий блок УДК предназначен для целенаправленной работы каждого ученика по ликвидации выявленных затруднений в предметной и умственной сферах. Возможность осуществить педагогическое и психологическое проектирование задач позволяет построить индивидуальный познавательный «маршрут» для каждого школьника по его результатам тестирования.

Этот блок представлен сериями заданий, которые разделены по их оперативной структуре, по операциям, необходимым для их решения:

Задания на узнавание, различение, осведомленность – задачи мнемического характера, содержание которых предусматривает узнавание или репродукцию фактов или целого;

Задания на: понимание, классификацию, простейший алгоритм требуют выполнения простейших мыслительных операций (сравнивать объекты, приводить пример понятий, понимать определения и факты, воспроизводить по памяти информацию, интерпретировать схемы, графики и др.).

Задания на анализ, перенос знаний предполагают сложные мыслительные операции (применять знания для высказывания суждений, конструировать простейшие математические модели, «читать» модели, кодировать язык ситуаций в терминах модели и т.д.).

При этом уровень управляемости этих задач следующий: предполагается индивидуальное решение (хотя не исключено решение в паре и консультирование), результат решения будет контролироваться учителем; консультантом регулярно, либо авторегуляционно (самим учащимся).

Подбор заданий в УДК осуществлялся таким образом, чтобы каждое из них было пространством активных действий учащихся, источником информации об их способностях и ситуацией, в которой можно ощутить приятное весьма вдохновляющее чувство собственной компетенции.

Как было сказано выше, УДК на содержании алгебры 9 класса выполняет функции обучения, диагностики и развития способностей школьников. Каким образом реализуются эти функции?

Роль обучающей функции сводится к понятию «обучение в процессе проверки», что связано с углублением знаний, детализацией представлений, получение дополнительной информации, оперированием знаниями в новой обстановке, переосмысление понятий на главные и второстепенные и т.п., а также к созданию условий для самоподготовки, самообразования через работу, с развивающей частью комплекса.

Диагностирующая функция проявляется через определение пробелов в знаниях учащихся, характер и причины затруднений, состояние сформированности приемов учебной и мыслительной деятельности, подтверждение успешных результатов обучения, планирование последующих этапов обучения, осуществление корректирующих действий в деятельности учащихся и педагога.

Развивающая функция комплекса обеспечена условиями,

создаваемыми применением комплекса в учебном процессе, что требует от учащихся организационной и психологической мобилизации (ответственности, внимания, воли).

Таким образом, использование УДК обеспечивает следующее:

Учащийся становится субъектом, инициатором собственной познавательной деятельности, так как организация обучения носит личностно-ориентированный подход и способствует самопознанию, самоопределению и саморазвитию.

Учащемуся передаются функции управления собственным учением, что обеспечивает переход от внешнего к внутреннему контролю.

Меняется традиционная функция учителя: из ретранслятора знаний он превращается в организатора, собеседника, единомышленника, помощника и советчика в учебной деятельности школьника.

Происходит переход от авторитарного к демократическому стилю взаимодействия (руководства) между участниками образовательного процесса.

Эффективность применения УДК проявляется в том, как комплекс содействует умению учиться, формированию желания учиться, обучает решению задач, развивает интеллектуальные способности школьников.

Повышение уровня мыслительных умений и на их основе интеллектуальных способностей произошло при решении задач разной степени сложности (информативных, репродуктивных, базовых, повышенной сложности). Выполнение задач такого типа по разным темам курса алгебры способствовало увеличению фонда знаний, увеличению скорости формирования познавательных и интеллектуальных умений, проявлению умственной активности, отказу от пассивного восприятия. Это подтверждается результатами повторного тестирования (первого, второго, третьего, четвертого) по каждой теме курса.

Подбор заданий в УДК был осуществлён таким образом, чтобы каждое из них было пространством активных действий учащихся, источником информации об их способностях и ситуацией, в которой можно ощутить приятное весьма вдохновляющее чувство собственной компетенции.

Для обучения школьников математике, автором предложена следующая методика организации учебного процесса с использованием УДК:

1. Использование тестов обучающего блока комплекса предполагается после этапа первичного освоения учениками новой информации. Результаты выполнения тестов сигнализируют: сколько заданий выполнил ученик; задания какого уровня сложности выполнены (или не выполнены); какие исследуемые предметные и интеллектуальные умения продемонстрированы (или не продемонстрированы); причины невыполнения того или иного задания; какие рекомендации предложить учащемуся в дальнейшей учебной деятельности по освоению данного содержания. Данная информация становится очевидной после проверки тестов и соотнесения результатов с таблицей "Стандартизированный ключ к тесту школьных достижений".
2. Следующий этап работы с комплексом предполагает определение для каждого ученика индивидуального «маршрута» деятельности с развивающим блоком комплекса. При этом предполагаются различные формы работы: от индивидуальной до коллективной.
3. Повторное тестирование тем же инструментарием (иной вариант) предполагает выявить приращение в знаниях, умениях, навыках и способах действий, приобретённых учащимися в ходе целенаправленного продвижения по выбранной для каждого траектории.
4. Анализ повторных тестирований предполагает последующие корректирующие действия учебно-познавательной деятельности школьников с развивающим блоком комплекса.
5. Работа с комплексом продолжается в индивидуальном режиме до полного усвоения учащимся содержания темы курса алгебры девятого класса.

Проведённые исследования выявили ряд показателей, позволяющих отследить проявление интеллектуальной активности учащихся в процессе работы с УДК: 1) стремление учащихся по собственному желанию участвовать в деятельности, общении, выражении своего мнения; 2) обращение к справочной, учебной литературе; 3) формулирование вопроса к учителю в процессе деятельности; 4) стремление поделиться усвоенной информацией с одноклассниками, с учителем; 5) готовность продолжить работу.

Эффективность применения УДК характеризуется тем, как комплекс содействует умению учиться, формированию желания учиться, обучает решению задач; развивает интеллектуальные способности школьников.

При разработке методики с применения УДК было акцентировано внимание на то, что проявление интеллектуальной активности и продуктивности школьников не является единственным показателем организации их познавательной деятельности с комплексом. Работа с УДК способствует

эмоционально-положительному отношению ученика к познавательной деятельности, а также саморегуляции, которая проявляется в сосредоточении внимания на изучаемом объекте. В процессе обучения проявляются группы учащихся (отдельные учащиеся) с разной степенью выраженности стремлений преодолеть трудности. Углубляются в самоподготовку те учащиеся, интерес которых связан с самой познавательной деятельностью. Интерес других по-прежнему может быть связан со стимулами внешнего порядка. И в этом случае особенностью методики является предоставление права принятия управленческого решения по ситуации не только учителю, но и ученику.

Таким образом, предложенная методика обеспечивает реализацию обозначенных принципов по разработке и использованию комплекса и создаёт условия для активной и эффективной познавательной деятельности учащихся, их личностному и интеллектуальному развитию.

Главная идея эксперимента заключалась в выявлении динамики развития интеллектуальных умений школьников при работе с названным УДК.

Суть констатирующего эксперимента состояла в определении сложившегося и наличного состояния сформированности приёмов учебной и мыслительной деятельности по результатам первого тестирования.

Организация формирующего эксперимента предполагала продвижение учащихся на более высокий уровень развития их познавательных и интеллектуальных умений и способностей. Элементами педагогического воздействия были задания обучающего и развивающего блоков УДК.

В процессе формирующего эксперимента было проведено 20 срезов. Каждая из исследуемых групп (контрольная и экспериментальная) состояла из 200 учащихся.

Результаты констатирующего и формирующего эксперимента свидетельствуют о повышении уровня мыслительных умений у школьников экспериментальной группы по отношению к их первичным замерам и по отношению к уровням мыслительных умений у учащихся контрольной группы.

Повышение уровня мыслительных умений и на их основе интеллектуальных способностей произошло при решении задач разной сложности (информативных—«и», репродуктивных—«р», базовых — «б», повышенной сложности — «п»). Выполнение задач такого типа по разным темам курса алгебры способствовало увеличению фонда знаний, увеличению скорости формирования познавательных и интеллектуальных умений, проявлению умственной активности, отказу от пассивного восприятия. Это подтверждается результатами повторных тестирований (первого, второго, третьего, четвертого) по каждой теме курса. В качестве примера на гистограммах 1 и 2 приведены результаты первичного и повторного выполнения тестов экспериментальной и контрольной группами по теме «Квадратичная функция».

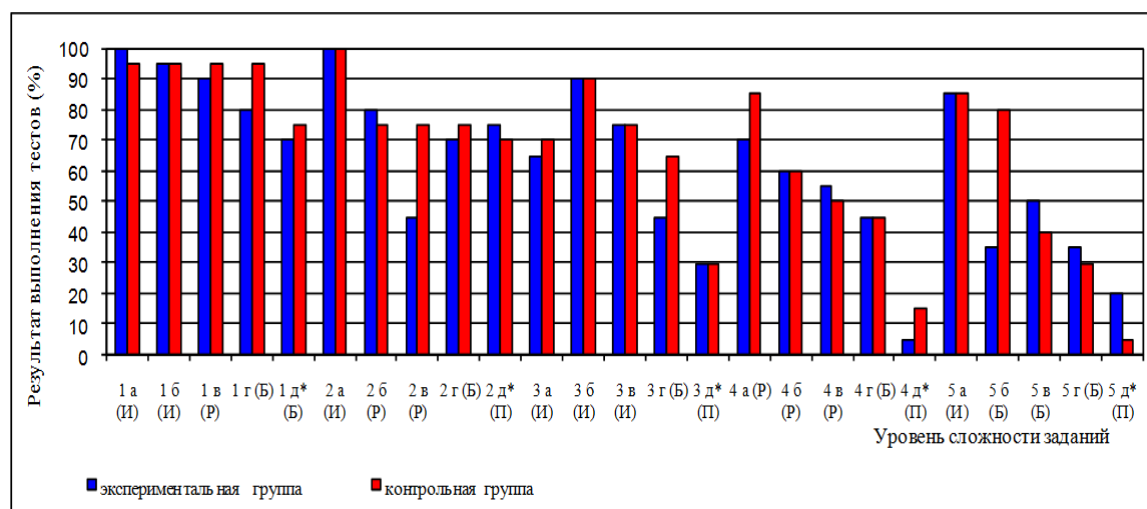


Рис. 1. Гистограмма 1

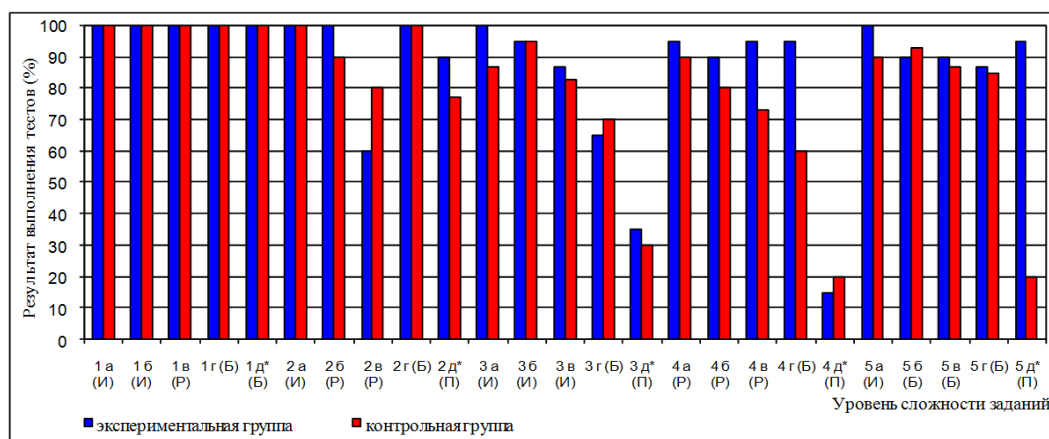


Рис. 2. Гистограмма 2

На гистограмме 3 представлена динамика выполнения всех тестовых заданий по курсу алгебры учащимися экспериментальной и контрольной групп (при четырехразовом тестировании по каждой теме).

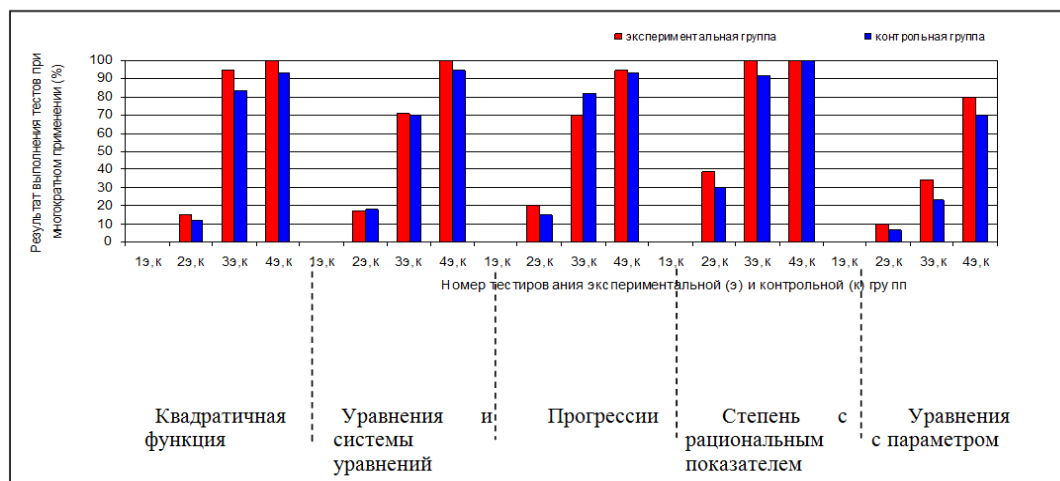


Рис. 3. Гистограмма 3

Наряду со статистической оценкой результатов экспериментального обучения был осуществлен педагогический эксперимент, наблюдение, собеседование, анкетирование учащихся и педагогов, изучение школьной документации.

Эффективность применения УДК была подтверждена результатами выполнения учащимися аттестационных работ по алгебре.

АНАЛИЗ ОТНОШЕНИЯ СТУДЕНТОВ К ИНФОРМАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

*О.Н. Имас, к.ф.-м.н, доцент, В.С. Каминская, студент, А.Н. Харлова, к.ф.-м.н, доцент
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, тел. (3822)-56-37-29
E-mail: onm@tpu.ru*

Среди всего многообразия различных форм образовательного процесса выделяются три основные: классическая или традиционная, когда общение преподавателя и студента происходит в аудитории (на практике, лекции, консультации); дистанционная, позволяющая осуществлять учебный процесс без непосредственного контакта преподаватель-студент; третья – комбинированная, когда взаимодействие преподавателя и студента происходит как в аудитории, так и в электронной среде.

Отметим недостатки первой и второй форм обучения на примере изучения одной из фундаментальных дисциплин – математики. Её роль трудно переоценить, учитывая, что математика – это не только особый метод познания природы («математика это язык, на котором написана книга природы» Г.Галилей), но и важнейший инструмент для изучения других предметов («способный к математике изощрён во всех остальных науках» Платон). В связи с этим математика востребована не только при получении технического образования, но и экономического, гуманитарного и т.д.

Основным недостатком традиционной формы обучения является ограниченный временной ресурс. В последние годы наметилась тенденция к сокращению числа аудиторных часов, отводимых на математику в учебных планах и одновременно увеличению числа часов на самостоятельную работу студента, а также к повышению ответственности этого базового предмета за формирование профессиональных компетенций специалиста. В связи с этим возникают следующие проблемы: а) как компенсировать значительное сокращение объёма лекционных и практических занятий без потери изучаемых разделов математики; б) как наиболее продуктивно организовать самостоятельную работу студента. Эти две задачи взаимосвязаны, а именно, для решения первой необходимо решить вторую. В рамках первой формы обучения только самостоятельная работа может компенсировать изучение материала в необходимом объёме. Теоретически решение этих двух проблем очевидно. Существует множество качественных учебных пособий, решебников, самоучителей и другой литературы по разным разделам математики. Но недостаточно развитая упорядоченность и организованность мышления вчерашних школьников, отсутствие навыков самостоятельной работы и слабая школьная подготовка большинства абитуриентов делает разрешение указанных проблем невыполнимым. В рамках дистанционной формы главной точкой преткновения на сегодняшний день является неэффективный контроль знаний слушателей при их безответственном отношении к своему образованию. Кроме того, достаточно большое число дисциплин в инженерном образовании предполагают работу в лаборатории, и как бы хорошо ни были разработаны симуляторы лабораторного практикума, они не заменяют в полном объёме реально проделанной студентом работы.

На протяжении последних 10 лет Томский политехнический университет внедряет третью – комбинированную форму обучения и ведет работу в направлении создания электронных учебников, модулей и курсов на различных образовательных платформах. Преподаватели-математики принимали участие в этой работе. На сегодняшний день мы можем сделать выводы об отношении студентов к новой – электронной форме обучения и влиянию нововведений на учебный процесс и его результат. Первым опытом сопровождения учебного процесса электронными курсами на платформе WebCT (Web Course Tools) явился раздел математики «операционное исчисление». Электронный ресурс включал в себя учебник, размещенный в html, тесты для самоконтроля, рубежные тесты и глоссарий. Студентам предлагалось по желанию использовать данную форму обучения и заменить часть работы в аудитории (контрольную работу на рубежный тест, лекции на html учебник) на самостоятельную работу с электронной средой. Только 5% студентов решились попробовать предложенную форму, а впоследствии отказались, несмотря на возможность выполнения теста без контроля преподавателя в удобное для себя время. Учебник, размещенный в HTML вообще не сыграл никакой роли, студенты предпочитали работать с традиционной книгой. Тем не менее, были сделаны первые выводы о формировании тестов и банка задач для них, особенностях восприятия учебной литературы с экрана. Мы поняли, что а) уровень предлагаемых задач должен быть много ниже, чем задачи, предлагаемые на контрольной работе, б) заданий должно быть в 2-3 раза больше, в) творческих задач, требующих длительного обдумывания и объемных вычислений должно быть не больше двух в одном тесте, г) прямая замена контрольных работ тестами не эффективна, д) тесты должно проходить по каждой теме, темы должны быть более мелкими, е) визуальная форма организации учебной платформы должна быть более привлекательной и т.д.

В течение последних трех лет ТПУ освоил новую образовательную платформу MOODLE (модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда), на базе которой размещено достаточно много учебных материалов, и студенты активно привлекаются преподавателями различных дисциплин к изучению курсов с использованием данных ресурсов. На сегодняшний день математики предлагают студентам очного обучения две формы: традиционную и комбинированную – сопровождение традиционного обучения (лекции, практики, семинары) электронным курсом. Для более эффективного использования электронного курса в учебном процессе преподавателями-математиками был проведен опрос среди студентов первого курса, не имеющих опыта учебной работы в вузе, и студентов второго курса, которые изучали дисциплины в традиционной и в комбинированной форме. В

качестве метода использовалось массовое анкетирование. В исследовании участвовало 30% студентов второго курса и 70% студентов первого курса. Цель исследования – выяснить отношение студентов к электронному курсу и сравнить «ожидания» первокурсников с мнением второкурсников, имеющим опыт работы с данным инструментом обучения. Поставленная цель достигалась посредством следующих задач: выявить уровень готовности, информированности и степень включенности студентов. А также выявить ожидания студентов 1 курса относительно комбинированной формы обучения.

На рисунке 1 приведена сравнительная диаграмма ожиданий-впечатлений. Для студентов 1-го курса вопрос ставился: «что вы ожидаете, будет ли интересно?»; для студентов 2-го курса: «было ли интересно». Как показал опрос и иллюстрирует диаграмма, 42% второкурсников и 46% первокурсников безразличны к форме учебного процесса. Несмотря на это 76% первокурсников хотели бы обучаться именно по комбинированной форме. Возможно, это результат негативного отношения к традиционной форме школьного образования. Отметим, что работа с электронным курсом привела к большей заинтересованности студентов (50% второкурсников отметили, что им было интересно или очень интересно, в то время, как только 31% первокурсников ожидают этого).

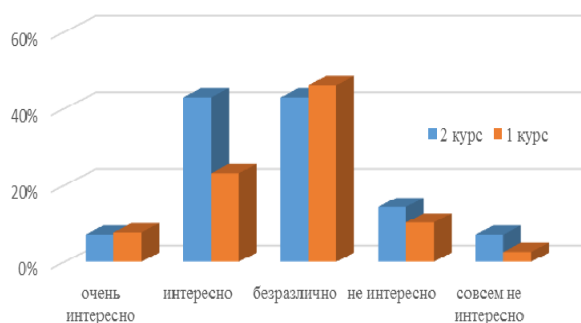


Рис. 1. Отношение студентов к комбинированной форме

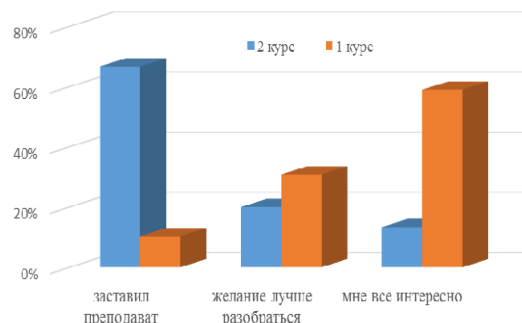


Рис. 2. Мотив использования электронного курса

На рис 2 представлена диаграмма стимулов использования электронного курса студентами. Для второкурсников отношения к комбинированной форме вполне соотносятся с причинами вовлеченности (66% используют электронный ресурс поневоле), в то же время первокурсники пребывают в эйфорическом настроении и демонстрируют интерес ко всему, что им предлагают (59 % – «мне все интересно»), без относительно к последствиям – результатам обучения и экзаменационной оценке.

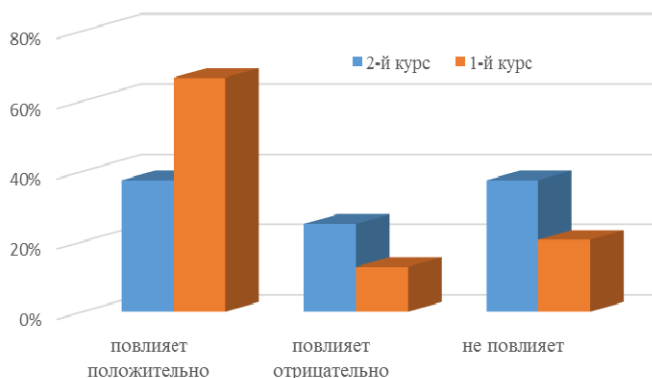


Рис. 3. Ожидание влияния электронного курса на результат

То же самое отношение можно увидеть на диаграмме 3, где приведены результаты ожидания влияния электронного курса на результаты обучения. На основании собственного опыта второкурсники знают, что экзаменационная оценка связана с качеством выполнения элементов электронного курса, 25% студентов, видимо, испытывали затруднения со своевременным выполнением элементов электронного курса. Кроме того, опрос показал, что для 87 % студентов 2 курса электронное сопровождение способствовало упорядочиванию самостоятельной работы, для 38 % использование электронного ресурса позволило сократить время, затрачиваемое на подготовку к занятиям. 86% студен-

тов отмечают степень доступности преподавателя в рамках электронного курса от удовлетворительной до отличной, и в то же время 44% предпочтительной формой общения с преподавателем называют аудиторную.

Весьма важным для дальнейшей разработки и совершенствования комбинированной формы обучения мы считаем мнение студентов относительно востребованности элементов электронного курса, диаграмма которой представлена на рис. 4.

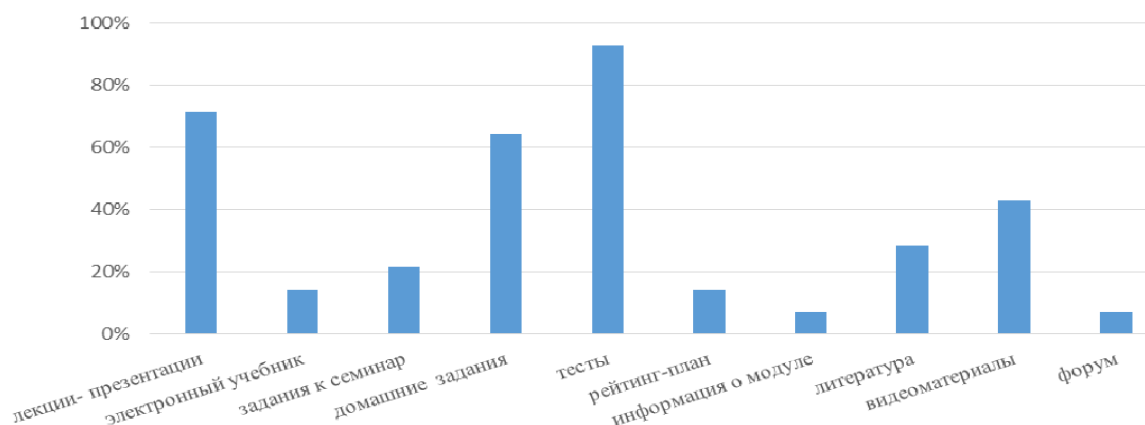


Рис. 4. Востребованность элементов электронного курса

Диаграмма показала, что основным элементом работы с электронным курсом для студентов являются тесты. Это востребование очевидно, так как за выполнение тестов студенты получают оценки и баллы. Благоприятное отношение к лекциям-презентациям и домашним заданиям скорее связано с комфортным ощущением себя на аудиторных занятиях (нет необходимости что-то еще записывать по окончании практики, забыл лекции – можно на планшете с сайта открыть лекцию презентацию, есть уверенность, что задание всегда доступно). Ряд студентов используют лекции-презентации для подготовки к лекционным занятиям, просматривают предстоящий материал, распечатывают презентацию и упрощают для себя процесс конспектирования. Огорчает тот факт, что студенты мало используют учебную литературу, причем как в электронном виде, так и традиционную книгу. Что касается видеоматериалов, то однозначного вывода по единичному исследованию мы делать не беремся. Нужно проводить сравнение востребованности видеоматериалов по различным предметам. Возможно, что востребованность видеоматериалов по гуманитарным предметам будет значительно отличаться от «кино» по математике.

Таким образом, можно сделать вывод, что интерес студентов к комбинированной форме обучения выше, чем к традиционной. Первый опыт введения комбинированной формы в учебный процесс по математике можно считать положительным – студенты относятся к предстоящей работе с энтузиазмом. Результаты влияния электронного сопровождения на результаты обучения мы сможем представить и обсудить по завершению семестрового курса математики.

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МАТЕМАТИКИ В УЧРЕЖДЕНИЯХ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Д.Я. Лиханов, студент гр. 950, З.И. Лежнева, преподаватель математики

ГБОУ СПО Юргинский технологический колледж

652050, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Заводская, 18, тел. 8-904-372-16-06

E-mail: ilyinichna@yandex.ru

Определившись с выбором профессии и поступив туда, где смогут овладеть желаемой специальностью, учащиеся часто искренне начинают считать большинство общеобразовательных предметов незначительными для их личного профессионального и карьерного роста, увлекаясь исключительно дисциплинами профильными.

В отличие от математики в средней школе, где ребенок получает общие знания без профессиональной окраски, и математики в ВУЗе, где студент имеет сильную мотивацию и приходит с уже заложенным осознанием взаимосвязи общих и профессиональных знаний, перед преподавателем

математики в учреждении среднего профессионального образования стоит задача – разъяснить и на практике показать связь уровня владения профессией и базовых математических знаний. Общие фразы и утверждения типа: «Без математики невозможно выжить в современном мире цифровых технологий, высоких скоростей, мобильных тарифных ставок, кредитования и изменения курсов валют» или «Математика – основа и царица всех наук» не работают.

Конечно, рано или поздно, почти все профессионально ориентированные студенты приходят к ясному пониманию необходимости математических навыков для того, чтобы стать конкурентноспособным специалистом. Но часто это происходит уже тогда, когда молодой человек имеет четкое представление обо всех аспектах и тонкостях своей профессии и в процессе практической деятельности убеждается, как не хватает ему математических навыков и основ. А это значит, что время, увы, упущено. Таким образом, для педагога-математика в сфере специального образования на передний план выходит задача: с первых дней обучения показать ученику практическое применение математики именно в данной конкретной специальности, при выполнении конкретных профессиональных заданий и, если можно так сказать, удивить студента, насколько быстрее и проще становится его деятельность в случае, когда он в рабочих ситуациях применяет наработанные математические навыки.

Подборка математических задач и заданий со специальным уклоном входит в обязанности преподавателя математики.

Существует два метода вписать профессионально ориентированные задания в общеобразовательную программу.

Метод первый, **Дедуктивный** (от частного к общему), заключается в немедленной постановке конкретной профессиональной задачи, необходимость выполнения которой очевидна каждому учащемуся, но справиться с которой без владения программной темой невозможно.

Рассмотрим пример применения дедуктивного метода в теме «*Объем тел*» для молодых людей, получающих профессии повар, парикмахер и визажист на отделениях «*Технология продукции общественного питания*» и «*Косметика и визажное искусство*».

Учащимся предлагается рассчитать объем конкретного сосуда цилиндрической формы (кастрюли, ванночки для смешивания краски для волос) для того, чтобы будущие повара и технологи могли определить, подходит ли данная посуда для приготовления блюда заданной в техкарте массы, а будущие визажисты – определить соотношение объема и цены и выгодность приобретения того или иного равноэффективного средства. В процессе обсуждения данной ежедневной рабочей задачи преподаватель вместе со студентами приходит к выводу, что все упирается в формулу объема цилиндра (объема тела вращения).

Разработав и проведя занятия по теме «*Объем тел*» в дедуктивном ключе, я убедилась в безусловной эффективности данного метода. У студентов появляется естественный азарт и гордость от осознания собственных конкурентных преимуществ. Необходимости подыскивать подходящие примеры и объяснять важность формул объемов других геометрических тел у меня больше не было: учащиеся сами завалили меня задачами и сами привели примеры из бытовой и профессиональной жизни для конусов и полушаров, усеченных конусов и тел комбинированной формы.

Дедуктивный метод является наилучшим и наиболее действенным при изучении таких тем на базе неполной средней школы, как: нахождение площади поверхности, объем тел, степени и корни, показательная и логарифмическая функции, графики функций. Этот метод хорошо зарекомендовал себя и при подаче темы «Решение систем линейных уравнений методом Крамера» (для студентов направлений «*Техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронной техники*» и «*Автоматизация технологических процессов и производств*») на базе 11 классов.

Метод второй, **Индуктивный** (от общего к частному), применяется при изучении тем, протекающих одна из другой, где овладение математическим навыком требует долгого закрепления на множестве разнообразных профессиональных задач.

Индуктивный метод, в отличие от дедуктивного, требует от преподавателя скрупулезной работы по адаптации текстов уже существующих программных задач таким образом, чтобы в самой формулировке задачи прослеживалась ее необходимость для данной профессии, а также поиска и разработки дополнительных заданий в рамках общеобразовательной программы, затрагивающих узкоспециальные интересы обучающихся.

Рассмотрим пример индуктивного метода в теме «*Производная*» для молодых людей, обучающихся дизайну, а также для будущих технологов продукции общественного питания.

Безусловно, перед тем, как приступить к объяснению этой объемной темы, стоит отметить ее важность при решении профессиональных задач по экономии расходных материалов, вычислении угла зрения и расчета минимального времени на технологический процесс, в то же время нужно подчеркнуть, что для решения этих задач необходимы математические навыки, которые позволят будущему профессионалу спокойно и без паники взглянуть на поставленные перед ним сложные творческие задания по специальности.

Итак, рассматриваем пример задачи номер 32.28 из задачника по алгебре и началам математического анализа за 10-11 класс (редакция А.Г. Мордкович и др.), решением которой будет являться составление функции $y=f(x)$ (где x – сторона прямоугольника, y – периметр прямоугольника) и исследование этой функции на наименьшее значение с помощью производной.

В случае адаптации данной программной задачи для обучающихся дизайну, показательной и непосредственно затрагивающей их сферу деятельности будет следующая формулировка:

Имеется возможность приобрести часть офисного помещения для последующего переоборудования его в кабинет арт-директора площадью 25 кв.м. Каковы должны быть размеры помещения, чтобы на обработку стен ушло наименьшее количество дорогой венецианской штукатурки?

Для будущих технологов продукции общественного питания эта же задача выглядит так:

Антипригарное дно прямоугольной формочки для мини-пирожного должно быть площадью 25 кв.см. Каковы должны быть размеры пирожного, чтобы на его борта ушло как можно меньше марципановой массы?

Как мы видим даже из этого коротенького примера, для того, чтобы обеспечить студента уже готовыми вариантами профессиональных задач, решаемых при помощи производной, педагогу нужно разобраться в специфике данной деятельности. Тут остается пожелать легких контактов и сотрудничества с коллегами, преподающими спецдисциплины, и благословить существование интернета, обеспечивающего яркие, наглядные и интересные примеры профессиональных задач.

К использованию индуктивного метода при разработке профессионально ориентированных заданий и задач очень располагают темы «Производная и первообразная», *ряды*, «Решение дифференциальных уравнений», «Тригонометрия и элементы теории вероятности».

В заключении хотелось бы заметить, что выбор подхода определяется самим преподавателем, возможны комбинации методов в зависимости от будущей специальности наших обучающихся. Но, как бы много сил и творческих способностей мы ни применяли для оптимизации процесса обучения, как бы сильно ни любили мы свой предмет, в сфере среднего профессионального обучения стоит трезво взглянуть на цели и задачи математики. Нужно строить занятия таким образом, чтобы сложная, нелюбимая в школе, для многих сухая математика, не отпугивала наших студентов. При разработке планов занятий и заданий во главу угла мы должны ставить будущую профессию наших обучающихся, а не священную для нас, преподавателей, великую науку-математику – вещь в себе, и подавать ее как важный инструмент, как помощь в освоении профессии, как средство достижения более быстрых результатов и дополнительный плюс в достижении успехов в выбранном деле.

РАЗВИТИЕ ЛИЧНОСТНОГО ПОТЕНЦИАЛА СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫМ И ТЕХНИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ

И.Ю. Соколова, д.п.н., профессор

Томский государственный педагогический университет

634061, г. Томск, ул. Киевская, 60

E-mail: sokolira@sibmail.com

Подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных, физически и нравственно здоровых, способных к саморазвитию специалистов, бакалавров, магистров требует создания и реализации в вузе психолого-педагогических условий для развития их личностного потенциала и эффективной подготовки к профессиональной деятельности в процессе изучения общенаучных, общепрофилирующих и специальных дисциплин. Среди этих дисциплин особое значение имеет физика, т. К., например, основные физические законы сохранения массы, энергии и количества движения (импульса) – являются теоретическим основанием для вывода уравнений, отражающих частное проявление этих законов в естественнонаучных и технических дисциплинах (гидродинамике, термодинамике и др.).

Сказанное выше позволяет сделать вывод о том, что сформулированные нами с позиций системного психолого-педагогического подхода и представленные ниже психолого-педагогические условия, реализация которых может обеспечить развитие личности (ее личностного потенциала), сохранение здоровья и качество обучения, качества подготовки специалистов, необходимо применять в преподавании любых дисциплин, в т.ч. физики. Но, прежде выясним, что такое личностный потенциал, его компонентный состав, основания и условия развития. Принимая во внимание мнение психофизиологов о том, что природными предпосылкам (задаткам) общих способностей, на основе которых развиваются все другие способности, относятся общие и специально-человеческие свойства нервной системы, а также особенности полушарного взаимодействия [1,106], приходим к следующему выводу. **Личностный потенциал** человека характеризуется различными способностями (познавательными, интеллектуальными творческими, художественными и др.), которые развиваются в процессе активной деятельности личности на основе природных предпосылок (задатков) и психолого-педагогических условий образовательной среды.

Анализ научной литературы и, проводимая нами на протяжении более 20 лет диагностика индивидуально-психологических особенностей школьников, студентов [2,3] позволили выделить наиболее значимые компоненты личностного потенциала (ЛП): интеллектуальный, творческий саморегуляции, самоуправления, саморазвития, самообразования, самореализации, самоактуализации [4]. По мнению психолога М.С. Кагана компонентами личностного потенциала являются – гносеологический (познавательный), аксиологический, творческий, коммуникативный, художественный [5], Как же развивать личностный потенциал учащихся?



Рис. 1. Качество обучения, подготовки специалистов и его обеспечение

Согласно концепции (рис. 1), созданной нами с позиций системного психолого-педагогического подхода:

- качество обучения выпускников школ, качество подготовки специалистов, бакалавров, магистров в системах общего и профессионального образования оценивается с позиций системного

психолого-педагогического подхода по развитию их научного мировоззрения, интеллекта – интеллектуальных способностей и по сформированности психологической готовности школьников к учебной деятельности в последующих образовательных системах или профессиональной сфере, а выпускников ссузов и вузов к профессиональной деятельности на производстве [5, 6];

- качество выпускников – потребителей образовательных услуг обеспечивается посредством разработки и реализации педагогами в преподавании разных дисциплин дидактического обеспечения и 3-х групп психолого-педагогических технологий обучения–исследования, проектирования и организации учебного процесса [6, 7, С. 23–29].

Реализация в образовательном процессе посредством этих технологий предложенных нами принципов системного психолого-педагогического подхода [6] (гуманизации образования, развития, саморазвития и здоровьесбережения личности, основных психологических концепций, дидактических принципов обучения, концепции формирования психологической системы деятельности и учет индивидуально-психологических особенностей студентов, их склонностей к профессиональной деятельности) может обеспечить качество обучения, качество подготовки специалистов в вузе, их интеллектуальное, профессиональное развитие, сохранение здоровья при активной учебно-познавательной деятельности, ее эффективности, обеспечиваемой педагогом. Эти принципы согласуются с принципами личностно-развивающего профессионального образования Э.Ф. Зеера [8], что представлено в таблице 1.

Таблица 1
Сопоставление принципов системного психолого-педагогического подхода И.Ю. Соколовой [6,7] и личностно-развивающего профессионального образования Э.Ф. Зеера [8]

№ п/п	Принципы обеспечения качества обучения, подготовки специалистов, развития личности в профессиональном образовании	Принципы личностно-развивающего профессионального образования Э.Ф. Зеера
1.	гуманизации образования	гуманистической направленности
2.	образование в соответствии со склонностями личности к предметной, профессиональной деятельности	вариативности образования
3.	развития, саморазвития, здоровьесбережения (сохранения здоровья) личности	центрации образования на развитии и саморазвитии личности
4.	личностно-ориентированное и совместное в малых группах, группах-диадах образование	сочетания автономности с коллективными (групповыми) формами образования
5.	обеспечения качества подготовки специалистов, развития, сохранения здоровья личности в образовательных системах	соразвития личности, образования и деятельности
6.	основные психологические концепции и дидактические принципы обучения, концепция формирования психологической системы деятельности	
7.	принципы здоровьесбережения	

Педагогический опыт автора и его аспирантов свидетельствуют о том, что реализация этих принципов в системах общего и профессионального образования способствует актуализации личностного потенциала, развитию интеллектуальных, профессиональных, творческих способностей обучающихся. Не менее важной при этом является проблема сохранения здоровья школьников, студентов в процессе обучения, жизнедеятельности в целом. Этому, по нашему мнению, может способствовать **природосообразное** образование, учитывающее возрастные психофизиологические особенности и сензитивные периоды развития личности, одновременно развитие функций правого и левого полушарий головного мозга учащихся, учитывающее особенности их когнитивных стилей – индивидуальных стилей познавательной деятельности учащихся и **культуросообразное** образование [9], обеспечивающее развитие сознания, мировоззрения, творческого потенциала личности и реализующее в образовательном процессе предложенные нами **принципы здоровьесбережения** – следование законам развития природы, мироздания; гармонии с окружающей средой; гармонии телесной, душевной и духовной природы человека; поисковой активности; аксеологический (ценностные ориентации),

самореализации, самоидентификации – быть самим собой не взирая на обстоятельства (самодостаточности) [10].

Кроме того, с позиций системного психолого-педагогического подхода установлено, что активизации и эффективности познавательной деятельности школьников, студентов [7, С. 124] способствует:

- изменение функций участников образовательного процесса, когда педагог не транслятор знаний, а направляющий познавательной деятельности студентов, а они не пассивные слушатели, а активные преобразователи учебной и внешней информации;
- наличие мотивации познавательной деятельности, вследствие того, что эта деятельность осуществляется в соответствии со склонностями студентов к определенной предметной или профессиональной сфере деятельности;
- обобщение педагогом учебной информации, ее структурирование и систематизация, представление крупными блоками в виде схем: информационных, структурно-логических ориентировочной основы действий, классификационных и по дедуктивному принципу;
- применение проблемных, проектных, активных и интерактивных методов обучения, информационных и ТРИЗ-технологий, обеспечивающих активную самостоятельную и совместную познавательную деятельность студентов в малых группах и группах-диадах.

Как же и за счет чего в процессе обучения можно обеспечить эти условия?

Изменение функций педагога и студентов возможно, если педагог разрабатывает и применяет такие формы, методы технологии и дидактические, программно-методические средства обучения, которые обеспечивают активную самостоятельную познавательную деятельность студентов исследовательского, проектного, творческого характера.

- Автором на основании теоретического анализа установлено, что обобщение учебной информации, ее систематизация, представление в основном по дедуктивному принципу (от общего к частному) и крупными блоками в виде информационных, структурно-логических схем – СЛС способствует активизации психических познавательных процессов: восприятия, внимания, памяти, мышления, воображения и познавательной деятельности в целом [6]. Кроме того, выявлено, как влияет обобщение, систематизация информации и представление по дедуктивному принципу на ее усвоение обладателями разных психофизиологических особенностей (свойств нервной системы, функциональной симметрии-асимметрии полушарий головного мозга), т. к. соответствует:
- лучшему запечатлению (запоминанию) информации личностями с сильной и инертной нервной системой, т.е. обладателями всех темпераментов;
- особенностям целостного (одномоментного) восприятия информации обладателями художественного и смешенного типов и личностям с синтетическим стилем мышления;
- лучшему запоминанию информации, обработанной по смысловому принципу, обладателями подвижной (холерики, сангвиники) и инактивированной нервной системы, личностями с аналитическим стилем мышления (холерики, меланхолики);
- мыслителям и аналитикам помогает увидеть целое по его элементам, а художникам и синтетикам помогает анализировать детали, элементы блока учебной и иной информации,

Следует отметить также, что представление учебной информации крупными блоками в виде СЛС или ИЛС способствует:

- 1) улучшению характеристик и развитию у обучающихся психических познавательных процессов: восприятия, внимания, памяти, мышления, воображения, речи;
 - 2) возможности установления школьниками, студентами связей и отношений между понятиями, представлениями, разными темами и разделами изучаемой дисциплины;
 - 3) осуществлению обучающимися различных мыслительных операций и приемов интеллектуальной деятельности, т.е. развитию мышления [7];
- Таким образом, крупноблочное представление учебной информации способствует активизации познавательной деятельности обладателей различных типов нервной системы и функциональной симметрии – асимметрии полушарий головного мозга. Поэтому в учебные пособия, учебники, в т.ч. компьютерные, желательно наряду с представлением информации в концептуальной (знаковой) форме, включать информационные, структурно-логические схемы, отражающие содержание отдельных тем, разделов учебной дисциплины, что и способствует эффективному формированию обобщенного образа восприятия по темам изучаемой дисциплины, что в свою очередь, обеспечивает ее глубокое осмысление, освоение и формирование системного знания.

Подчеркнем, что эффективность познавательной деятельности студентов зависит от уровня развития их интеллектуальных способностей, в т. ч. пространственного мышления.

Анализ особенностей восприятия и переработки информации, соответствующих каждому из полюсов разных когнитивных стилей, позволил сделать выводы о том, что:

1. Представление учебной информации должно соответствовать доминирующему полюсу когнитивного стиля, так, рефлексивным необходимо представлять информацию зрительно, а импульсивным – на слух и зрительно, а синтетикам – в обобщенной форме и по дедуктивному принципу – от общего к частному, а аналитикам – от частного к общему;

2. Для эффективной переработки учебной информации студентам необходимо выполнять задания – задачи, которые соответствовали бы как доминирующему полюсу когнитивного стиля, так и противоположному. Так, аналитикам следует решать задачи не только на анализ, но и на синтез, а синтетикам – на обобщение информации и, ее анализ.

Разработанная нами концепция и анализ результатов диагностики потенциальных возможностей, личностных и интеллектуальных особенностей школьников и студентов, их склонностей к определенной предметной, профессиональной деятельности позволили нам с позиций системного психолого-педагогического подхода выявить **психолого-педагогические условия развития личности и сохранения ее здоровья** в образовательном процессе, обеспечения его качества в общем и профессиональном образовании. К ним относятся:

- **активная позиция личности учащегося**, самопознание, способствующее самовоспитанию, саморазвитию и самореализации, самоактуализации;

- обеспечиваемая педагогом **эффективность образовательного процесса**, ориентация на учет возрастных особенностей и сензитивных периодов развития психофизиологических функций учащихся, одновременное развитие в учебном процессе функций правого и левого полушарий головного мозга и индивидуальных стилей познавательной деятельности;

- **создание творческой образовательной среды**, где личность активна и ей предоставляется свобода действий и деятельности по освоению внутренней и внешней информации в предметных областях знаний, образовательной системе, что способствует развитию интеллектуальных способностей личности, ее творческого потенциала;

- **организация образовательного процесса в соответствии с** выявленными и обоснованными нами **принципами здоровьесбережения**;

- **применение специально-разработанных дидактических, программно-методических средств обучения и информационных технологий**, учебных пособий, учебников, в т. ч. электронных, обеспечивающих развитие личности и сохранение ее здоровья.

- Принимая во внимание, сказанное выше подчеркнем значение информационных технологий, учебно-методических (УМК), учебно-диагностических комплексов, в том числе компьютерных, для активизации и эффективности образовательного процесса, создания в системах общего и профессионального образования творческой образовательной среды. При этом студентам предоставляется возможность активной и эффективной (с меньшими затратами их времени и энергии), в большей степени самостоятельной познавательной деятельности по освоению соответствующей области знаний. Примерами являются созданные разными авторами творческие образовательные среды по дисциплинам:

- «Педагогическая психология» – И.Ю. Соколовой [7]
- «Неорганическая химия» – С.Ю. Андреевой [11];
- «Естествознание» – Ю.В. Степанченко [12];
- «Математика» в школе – Л.М. Голубевой [13]; Пустынниковой [14];
- «Математика» в вузе – Т.В. Тарбоковой [15]; Гиль Л.Б. [16];
- «Гидромеханика» (раздел физики «Гидродинамика» – И.Ю. Соколовой [17];
- «Экология» в школе – Н.В. Ульяновой [18].

Творческая образовательная способствует развитию у школьников, студентов различных интеллектуальных, профессиональных, творческих способностей [11,13,14]. Среди них (см. рис. 2) особое значение имеют уровень развития пространственного мышления и доминирование **идеалистического и аналитического стилей** представления и решения **стратегических проблем**, тогда как при доминировании прагматического и реалистического стилей возможно решение только тактических, сиюминутных проблем.

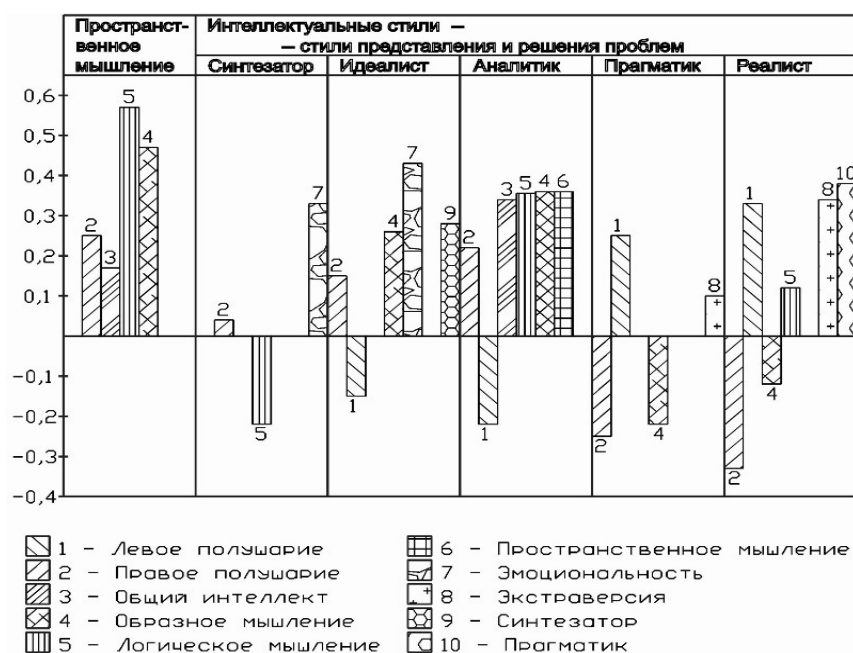


Рис. 2. Взаимосвязи между интеллектуальными способностями и стилями представления и решения проблем по результатам корреляционного анализа

Творческая образовательная среда (по Я. Корчаку – идейная, по В. Ясвину – творческая), по нашему мнению, способствует сохранению здоровья подрастающего поколения в процессе обучения, потому что именно в этой среде возможна реализация таких принципов сохранения здоровья – здоровьесбережения, поисковая активность, аксиологический, самореализации, самоидентификации [10].

Кроме того, творческая среда может способствовать развитию сознания и научного мировоззрения школьников, студентов, что позволяет им самим в процессе обучения, жизнедеятельности реализовывать другие принципы здоровьесбережения – следование законам развития природы, мироздания, гармонии с окружающей средой, гармонии телесной, душевной и духовной природы человека.

Исследования, педагогический опыт автора [3,5,7,17] и его аспирантов свидетельствуют о том, что реализация представленных выше психолого-педагогических условий в учебном процессе по разным дисциплинам способствуют развитию творческих [11], интеллектуальных [13,14] способностей школьников, их способностей к саморазвитию [18]; активизации и эффективности познавательной деятельности студентов [15]; развитию интеллектуальных [16], профессиональных [12,17] способностей студентов и при этом сохранению их здоровья в системах общего и профессионального образования.

На основании сказанного выше, с целью развития личности и сохранения ее здоровья в образовательном процессе и обеспечения качества подготовки специалистов, бакалавров, магистров в вузах и средних специальных учебных заведениях предлагается следующее.

1. При поступлении в вуз или на 1-м курсе проводить диагностику индивидуально-психологических особенностей абитуриентов и студентов, их:

- личностных и интеллектуальных особенностей, знание которых необходимо студентам для самопознания, последующего саморазвития и самореализации, а педагогам для организации образовательного процесса, способствующего активизации и эффективно сти учебно-познавательной деятельности студентов, развитию их интеллектуальных, творческих, профессиональных способностей, компетенций, компетентностей;
- склонностей к деятельности в сферах: человек – природа, человек – знаковая система, человек – техника, человек – человек, человек – художественный образ;
- склонностей к разным сферам педагогической деятельности (учитель начальных классов, учитель физики, учитель математики и других естественнонаучных, гуманитарных дисциплин, менеджер образования и т.д.) – для педагогического вуза.
- склонностей к разным сферам инженерно-технической (конструктор-проектировщик; технолог, исследователь-разработчик, оператор, программист и т.п.) или инженерно-гуманитарной (менеджер, экономист, эколог, педагог, социолог) деятельности.

2. Реализовать в образовательном процессе вуза мониторинг качества образования для оценивания в процессе обучения, как учебных достижений студентов, так и развития их личностного потенциала, профессиональных качеств, способностей, компетентностей, компетенций и сохранения здоровья.
3. Повышать психолого-педагогическую квалификацию педагогов при разных формах обучения, включая стажировку и аспирантуру, что, безусловно, будет способствовать качеству подготовки специалистов, бакалавров, магистров развитию их личностного потенциала, профессиональных и личностных качеств, компетенций и компетентностей.

Литература.

1. Голубева Э.А. Способности и Индивидуальность. – М.: Прометей, 1993. – 305 с.
2. Соколова И.Ю. Андриенко А.В. Взаимосвязь индивидуально-психологических особенностей первокурсников с успешностью их обучения в школе и вузе / Сибирский психологический журнал, 1997.– Вып. 5. С. 96–97.
3. Соколова И.Ю., Андриенко А.В. Развитие личности в образовательном процессе школы и вуза / Вестник интегративной психологии. Ярославль, Москва, 2009. Выпуск 7. С. 165–167.
4. Соколова И.Ю. Потенциальные возможности личности и их развитие в системе непрерывного образования / Журнал «Социальный психолог». Ярославль-Москва, 2008. № 2 (16). С. 93 – 97.
5. Каган М.С. Человеческая деятельность: (Опыт системного анализа).–М.: Политиздат, 1974. – 328 с.
6. Соколова И.Ю. Качество подготовки педагогических кадров, обеспечивающие его технологии / Вестник ТГПУ «Педагогика. – Томск: Изд-во ТГПУ, 2005. С. 42 – 45.
7. Соколова И.Ю. Педагогическая психология. Учебное пособие со структурно-логическими схемами. (Гриф УМО по ППО) – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – 328 с.
8. Зеер Э.Ф. Личностно-развивающее профессиональное образование /Э.Ф. Зеер. Екатеринбург, 2006. 170 с.
9. Соколова И.Ю. Концепция природосообразного и культуросообразного образования, обеспечивающего развитие и сохранение здоровья личности. качество обучения /Журнал «Фундаментальные исследования», 2013. № 10 (8). – С. 1818 – 1824 .
10. Соколова И.Ю., Терехина Л.А. Принципы здоровьесбережения как основа формирования культуры здоровья субъектов образовательного процесса вуза // Сб. материалов Всероссийской научно-практич. конф. Томск, 2006. С. 35–38.
11. Андреева С.Ю. Дидактические условия и технология активизации познавательной, творческой деятельности учащихся (на примере курса химии): автореф. дис. ... канд. пед. наук /С.Ю. Андреева. Томск, 2003. 18 с.
12. Степанченко Ю.В. Подготовка педагогов к формированию у школьников естественнонаучного знания на основе биосфероцентрического подхода: автореф. дис. ... канд. пед. наук /Ю.В. Степанченко. Томск, 2007. 22 с.
13. Голубева Л.М. Учебно-диагностический комплекс как средство развития интеллектуальных способностей школьников (на материалах алгебры 9 класса) /Автореф. дис. канд.пед. наук. – Томск / ТГПУ, 2001. – 22 с.
14. Пустынникова А.М. Дидактические повторения как средство развития комбинаторных способностей школьников 5-11 классов /Автореф. дис. канд. пед. наук. – Томск / ТГПУ, 2004. –19 с.
15. Тарбокова Т.В. Дидактическая система активизации познавательной самостоятельности студентов как средство эффективности их математической подготовки: автореф. дис. канд. пед. наук / Т.В. Тарбокова. Новокузнецк, 2008. 23 с.
16. Гиль Л.Б. Развитие интеллектуальных умений и способности к саморазвитию студентов технического вуза в процессе математической подготовки: автореф. дис. канд. пед. наук /Л.Б. Гиль. Томск, 2010. 23 с.
17. Соколова И.Ю. Гидромеханика (раздел физики Гидродинамика): Учебно-методич. пособие со структурно-логическими схемами / И.Ю. Соколова. Томск, 1994, 90 с.
18. Ульянова Н.В. Педагогические условия формирования экологической культуры школьников 5 – 11 классов: автореф. дис. канд. наук /Н.В. Ульянова. Томск, 2010. 22 с.

**ФОРМИРОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ НАВЫКОВ
В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ КУРСА ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ**

Э.Н. Подскребко, к. ф.-м.н., доц., О.А. Голуб, студент ИК

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, тел. (3822)-12-34-56

E-mail: enpod-ya@yandex.ru

Полноценное с точки зрения логической и алгоритмической состоятельности изучение курса математического анализа студентами первого курса технического вуза обеспечивает формирование первых навыков научно-исследовательской деятельности в области изучения новой теоретической информации и ее практического применения.

Во всякое время уровень развития науки, техники и технологий требует от выпускника технического вуза соответствующего запаса математических знаний, которые обязан обеспечить вузовский курс математики. Задача курса заключается в том, чтобы снабдить студента максимальным числом понятий и методов науки, сформировать устойчивые навыки и умения решения задач соответствующего круга.

Вместе с тем, очевидно, что снабдить выпускника знанием всех необходимых математических фактов не представляется возможным.

По этой причине на первый план выступает требование воспитания у будущих выпускников технического вуза высокой математической культуры, предполагающей устойчивое владение навыками различного рода: алгоритмами, преобразованиями и, что не менее важно, но и не просто, умениями безошибочно следовать правилам логического вывода во всякого рода суждениях.

Отметим наиболее важные по нашему мнению стороны этого процесса.

1. Первые занятия в курсе математического анализа посвящаются языку науки: элементам теории множеств и математической логики. Рассматриваются такие вопросы как: понятие множества, операции над множествами, их свойства и геометрическая интерпретация с помощью диаграмм Эйлера-Венна. При этом обязательны доказательства теоретико-множественных равенств, основанные на определении логических операций и их отрицании, формирующие умение строго следовать определениям в процессе рассуждений.

Происходит знакомство с понятиями взаимно однозначного соответствия, мощности множества, сравнения множеств по мощности. Акцентируется внимание на понятии актуальной бесконечности.

Особое внимание уделяется множеству действительных чисел и его подмножествам, также его алгебраическим и топологическим свойствам.

2. Из курса математической логики используются понятия простого высказывания и высказывания, зависящего от одной переменной. Изучаются логические операции над ними, причем, в последнем случае для геометрической интерпретации множеств истинности широко используются диаграммы Эйлера-Венна. При этом практикуется краткая запись высказываний с использованием символов логики (кванторная форма), существенно сокращающая представление информации.

В доказательных процессах используются следующие теоремы математической логики: теорема отрицания кванторов; правило контрапозиции; правило отрицания импликации; законы де Моргана. По правилу контрапозиции формулируются следствия для многих теорем. Теорема об отрицании кванторов используется для отрицания некоторого определения, при исследовании условий теорем на необходимость и достаточность, существенность. Особое внимание уделяется таким важнейшим в математике понятиям как необходимые, достаточные и существенные условия. В случае, когда при исследовании одного и того же объекта имеется целый ряд достаточных условий для одного и того же утверждения, вводятся понятия сильных и слабых условий. Практикуются различные формулировки теорем: в форме условного суждения «если..., то...»; в терминах необходимых условий; в терминах достаточных условий. Формулируются утверждения обратное и противоположное к данной импликации (обратная и противоположная теоремы) и оценивается их истинность. Теоремы также сравниваются по силе: чем слабее условия теоремы, тем сильнее считается теорема. Анализ условий теорем необходим для изучения границ применимости изучаемого метода.

Уделяется внимание следующим методам доказательств:

- а) метод непосредственной проверки (прямое доказательство);
- б) метод «от противного»;
- в) метод опровержения импликации (контрпример);
- г) метод математической индукции;

- д) доказательство конструктивное;
- е) доказательство экзистенциальное и т.д.

3. Следующие рекомендации даются студентам при изучении основного содержания математического курса.

Изучение любого раздела математики начинается с введения основных понятий и определений, тщательное всестороннее обдумывание которых, способствует лучшему пониманию и усвоению последующего материала. Поскольку новое понятие есть абстракция, построенная в свою очередь на абстракциях более низких порядков, то рекомендуется вспомнить смысл всех терминов входящих в определение. Возможно определение есть некоторый алгоритм, и определение указывает на то, как нужно с ним работать. В любом случае определение есть высказывание или логическая форма, поэтому следует уметь формулировать его отрицание в позитивной форме и работать с ним как с логической формой.

Понятие изучается также с геометрической точки зрения и, если это возможно, то надо дать ему геометрическую интерпретацию, указывающую на его геометрические применения.

В случае, когда новое понятие обладает и физической интерпретацией, следует выяснить ее смысл. Физический смысл определения указывает на круг его физических приложений.

Кроме того, следует попытаться найти все определения эквивалентные данному.

Для того, чтобы избежать формализма при доказательстве теоремы, рекомендуется придерживаться следующей схемы:

- а) понять условие теоремы, выяснить смысл всех входящих в него терминов постараться понять теорему;
- б) воспроизвести формулировку теоремы;
- в) в затруднительных ситуациях полезно рассмотреть некоторые простые частные случаи, формирующие убеждение в ее правильности, привести геометрическую иллюстрацию, если это возможно, после чего можно переходить к ее доказательству;
- г) проанализировать существенность условий теоремы, попытаться их ослабить;
- д) сформулировать следствия, используя в том числе, и теорему контрапозиции;
- е) сформулировать утверждения обратное и противоположное к изучаемой теореме, оценить их истинность;
- ж) структурировать содержание доказательства, понимать какое условие теоремы за что отвечает;
- з) можно указать схему доказательства, фиксирующую множество логических переходов, ведущих к цели доказательства, и полноценную аргументацию каждого шага.

Следует заметить, что процесс поиска доказательства активизирует работу мозга по осмыслению имеющейся у обучаемого математической информации, следовательно, способствует развитию его математической культуры.

Остановимся на вопросе структуризации изучаемого множества объектов, формировании классов объектов, изучении внутренних свойств класса и взаимоотношений между классами, то есть установим структурно логические связи на изучаемом множестве объектов.

В качестве примера рассмотрим множество числовых последовательностей. Известны следующие виды числовых последовательностей; бесконечно малая; стационарная; сходящаяся; бесконечно большая; ограниченная, кроме того можно перечислить виды последовательностей, полученных из данных с помощью отрицания их определений, чего мы делать не будем.

Далее рассмотрим множество последовательностей, удовлетворяющих данному определению или множество элементов, обладающих одним и тем же характеристическим свойством. Например, если при изучении числовых последовательностей выделяются последовательности с характеристическим свойством – иметь конечный предел, то множество таких последовательностей образует класс сходящихся последовательностей. Аналогично можно указать классы бесконечно малых, стационарных, ограниченных, бесконечно больших и других последовательностей.

Поскольку на множестве числовых последовательностей определены арифметические операции, то найдены и правила, с помощью которых можно находить пределы последовательностей, например, в том случае, когда они существуют. Так в классе сходящихся последовательностей определены все арифметические операции, кроме деления на нулевую последовательность.

Приведем некоторые примеры, иллюстрирующие взаимосвязь классов последовательностей. Так как стационарные и бесконечно малые последовательности относятся к классу сходящихся последовательностей, то они образуют подмножества множества сходящихся последовательностей.

Более того, появляется возможность установить структуру множества сходящихся последовательностей. Оказывается, всякая сходящаяся последовательность представима в виде суммы стационарной и некоторой бесконечно малой последовательности.

Как устанавливает теория, необходимым признаком сходимости последовательности является ее ограниченность. Таким образом, класс сходящихся последовательностей является подмножеством класса ограниченных последовательностей. Полученные результаты наглядно иллюстрируются на диаграммах Эйлера-Венна, которые позволяют извлечь новую информацию, например, существование ограниченных, но не сходящихся (расходящихся) последовательностей.

Используя правило отрицания кванторов, получаем определения расходящейся, неограниченной, не являющейся бесконечно малой последовательностей. Устанавливаем факт принадлежности множества бесконечно больших последовательностей множеству неограниченных последовательностей и принадлежности неограниченного множества множеству расходящихся последовательностей. Продолжая построение диаграмм, обнаруживаем существование расходящихся, но ограниченных последовательностей т.д. Подобным образом воссоздается схема, характеризующая строение множества числовых последовательностей, каждый класс которой иллюстрируется примером последовательности соответствующего вида.

ЭМОЦИОНАЛЬНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МАТЕМАТИКИ

А.Л. Игишева, студент гр. 10730, Л.Б. Гиль, к.пед.н.

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. 8(384-51) 6-44-32

E-mail: gilen@mail.ru

Эмоциональный интеллект является важной стороной познавательных способностей человека. Перефразируя известное выражение Германа Эббингауза о психологической науке, можно сказать, что понятие эмоционального интеллекта имеет долгое прошлое, но короткую историю. Термин «эмоциональный интеллект» впервые использовали Д.Мейер и П.Сэловей, предложив первую модель этого конструкта в 1990 году. Они рассматривают эмоциональный интеллект как способность воспринимать, выражать, понимать и объяснять эмоции, регулировать собственные эмоции и эмоции других.

Изучение результатов исследований ученых в области психологии и педагогики доказывают, что высокий эмоциональный интеллект связан:

- с низким уровнем стресса и высокой стрессоустойчивостью;
- высокой удовлетворенностью жизни;
- с меньшей частотой проявления антисоциального поведения;
- со способностью доводить деятельность до конца;
- с высоким уровнем здоровья и благосостояния;
- с процессом самоактуализации;
- с высоким уровнем развития коммуникативных и организационных навыков.

Можно выделить три линии развития представлений об эмоциональном интеллекте до его выделения в самостоятельный конструкт. Л.С. Выготский рассматривал эмоциональные и мыслительные процессы в единстве. Второй блок исследований относится к социальной психологии общения. Предметом исследований третьего направления, благодаря которому сформировалось понятие эмоционального интеллекта, стали виды интеллекта, рассматриваемые как фактор успешного выполнения определенных видов деятельности. Обобщая исследования, Р.Робертса, Дж.Мэттьюса, М.Зайднера и Д.Люсина выделяют два подхода к пониманию эмоционального интеллекта:

Эмоциональный интеллект как психическое явление, имеющее и когнитивную, и личностную природу.

Эмоциональный интеллект как один из компонентов способности человека к познавательной деятельности.

Мы в своем исследовании будем придерживаться второго подхода.

Цель нашего исследования: рассмотрение эмоционального интеллекта в системе интеллектуальных способностей студента, ведущей деятельностью которого является познавательная деятельность.

Задачи:

1. Рассмотреть специфику когнитивного развития в период обучения в ВУЗе;

2. Узнать роль эмоционального интеллекта в подготовке будущих специалистов различных профессий;
3. Проанализировать возможности формирования эмоционального интеллекта при изучении математики.

Психологи утверждают, что при традиционном подходе к изучению математики у обучающихся развивается интроверсия (замкнутость в себе). Это препятствует развитию эмоционального интеллекта. Мы считаем, что математическую познавательную деятельность нельзя организовывать по принципу «преподаватель транслирует знания, а студенты их усваивают или не усваивают». Студент, как активный организатор своей познавательной деятельности, при помощи преподавателя-фасилитатора сам должен управлять процессом усвоения математических компетенций. То есть организация учебного процесса идёт от соуправления к самоуправлению. Поэтому для его развития в процессе изучения математики мы считаем возможным применение следующих принципов:

1. Принцип гуманизации;
2. Принцип адаптивности образовательной среды;
3. Принцип оптимального сочетания фундаментальности и профессиональной направленности математической подготовки студентов;
4. Принцип учета индивидуально-психологических особенностей студентов;
5. Принцип сознательности, активности и самостоятельности;
6. Принцип развивающего обучения;
7. Принцип обучения на высоком уровне трудности;
8. Принцип комплексности.

Выше названные принципы реализуются с помощью следующих приёмов и методов:

1. *Работа в группах.*

Когда студент решает задачи в группе, а не один, у него развивается чувство персонизации, т.е. он чувствует себя нужным, и в следствие этого повышается уровень эмоционального интеллекта.

2. *Решение разноуровневых задач.*

Решая разноуровневые задачи студент повышает свой уровень эмоционального интеллекта за счёт испытания различных эмоций, чаще всего радости от решения сложных задач.

3. *Участие в научно-практических конференциях.*

Выступая перед большим количеством людей, человек борется со своими негативными эмоциями, прибегая к воспоминаниям о чем-то хорошем, что тоже способствует развитию эмоционального интеллекта.

4. *Участие в олимпиадах.*

В результате решения олимпиадных задач студенты испытывают ощущение «инсайта», т.е. радости от правильного решения той или иной задачи, что позволяет студенту повышать уровень эмоционального интеллекта за счёт положительных эмоций.

Также для развития эмоционального интеллекта в аудиторную и самостоятельную работу студентов необходимо включать задания, сформированные по методу конкретных ситуаций и контекстных задач (задач, содержащие информацию в контексте будущей профессиональной деятельности).

Решение контекстных задач наиболее полно соответствует контекстно-компетентностному подходу к математической подготовке студентов, так как студенты встречаются с профессиональными понятиями, применяют знания из других дисциплин, работают со справочным материалом.

Для того чтобы интеллектуальная деятельность была эффективной, необходима готовность к мышлению, определённый уровень которой поддерживается возникающими в процессе познавательной деятельности эмоциями. При переживании положительных эмоций во время учебных занятий работоспособность студентов повышается на 30-40%, а эмоциональность лежит в основе около 30% факторов, которые формируют отношение студентов к лекциям

Для того, чтобы узнать осведомлены, ли студенты об эмоциях способствующих фасилитации умственной деятельности, способны ли они вызывать подобные эмоции мы провели опрос среди студентов первого курса.

В ответах на первый вопрос: «*Какие эмоции, по вашему мнению, способствуют интеллектуальной деятельности?*», 68% от общего числа ответов составляют положительные эмоциональные переживания (среди них 59% – так называемые интеллектуальные чувства), 23% – отрицательные эмоции и 9% – недифференцированные эмоциональные состояния («волнение», «переживание»).

Среди положительных эмоциональных состояний наиболее часто встречаются интерес (21% от общего числа ответов), любознательность (9%), радость (9%) и спокойствие (6%), среди отрицательных – страх (11%).

Отвечая на второй вопрос: «Какие эмоции, с вашей точки зрения, способствуют вдохновению?», студенты приводят положительные эмоции (89% от общего количества ответов), отрицательные (9%) и амбивалентные переживания (2%).

На вопрос «Можете ли вы произвольно вызвать определённые эмоции, которые повышают эффективность вашей учебной деятельности?» получено 16% утвердительных ответов, 64% отрицательных и 20% неопределённых («не всегда»).

Отвечая на вопрос: «Каким образом вы вызываете необходимые вам эмоции? Какие действия для этого предпринимаете?» студенты указывают, что они чаще всего прибегают к воспоминаниям о чём-то положительном, (16%) от общего количества ответов, общаются с друзьями, (14%), используют самовнушение (например, «Всё будет хорошо», «Я смогу это сделать»), (14%), пытаются найти в предмете что-то интересное или полезное для себя (15%), думают о результате и его приятных или неприятных последствиях, (9%), слушают музыку, (9%), думают о будущем (например, «о блестящей карьере и успешном бизнесе») (10%), используют волевую регуляцию («настраиваю себя на рабочий лад», «заставляю») (13%).

Таким образом, продуктивной интеллектуальной деятельности студентов содействуют, в первую очередь, положительные эмоции: интерес, любознательность, радость и спокойствие.

Существует много методик по определению эмоционального интеллекта. В данном исследовании мы использовали методику Н. Холла. Она показывает, как человек использует эмоции в своей жизни и учитывает разные стороны эмоционального интеллекта: отношение к себе и другим, способности к общению, отношение к жизни и поиски гармонии. Результаты этого тестирования представлены на рис. 1.

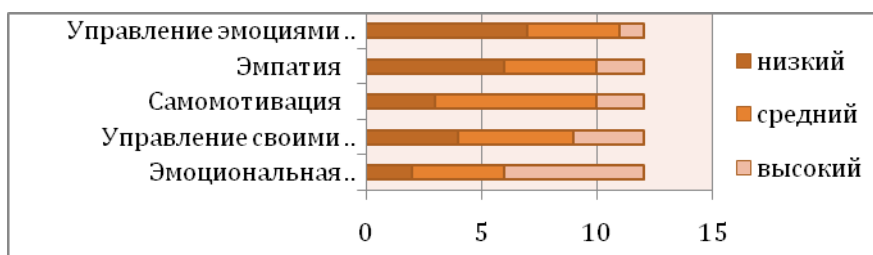


Рис. 1. Результаты тестирования по методике Н.Холла

По результатам исследования мы видим, что очень мало студентов могут управлять своими эмоциями, самомотивировать себя, управлять эмоциями других, а так же низкий уровень эмпатии.

Результаты изучения уровня эмоционального интеллекта показали, что большинство студентов имеют средний уровень эмоционального интеллекта (см. рис.2), и лишь 4% тестируемых показали низкий уровень развития эмоционального интеллекта.

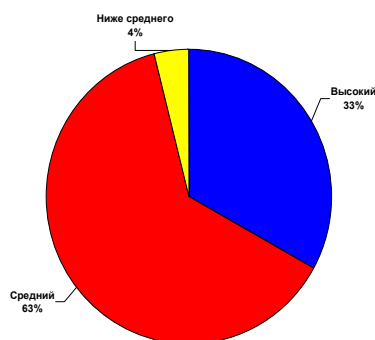


Рис. 2. Уровень эмоционального интеллекта

Из нашего исследования вытекает следующий вывод: эмоциональный интеллект играет важную роль в успешности профессиональной деятельности, поэтому целенаправленное формирование различных компонентов эмоционального интеллекта студентов представляется важной задачей профессиональной подготовки.

Литература.

1. Котова И.Б., Канаркевич О.С. Общая психология: Учебное пособие. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К»; Ростов н/Д: Академцентр, 2009.
2. Гоулмен Д. Эмоциональная компетентность / Психология мотиваций и эмоций. / под ред. Л. Б. Гиппенрейтер, М.В. Фаликман. – М.: ЧеРо, 2002.
3. Робертс Р. Д., Метьюс Дж., Зайднер М., Люсин Д. В. Эмоциональный интеллект: проблемы теории, измерения и применения на практике. Журнал высшей школы экономики, 2004, Т. 1. № 4.
4. Деревянко С. П. Роль эмоционального интеллекта в процессе социально-психологической адаптации студентов // Инновационные образовательные технологии, 2007.

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ РАСЧЁТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

*М.В. Пичугина, студент гр. 317290, Л.Г. Деменкова, ст. преподаватель
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. 8-913-303-04-70
E-mail: lar-dem@mail.ru*

Современная химия находится в самом тесном взаимодействии с другими областями науки, причём самые впечатляющие открытия в наши дни происходят именно на стыке различных дисциплин – химии, физики, математики, биологии. Химия исследует вещества, их свойства и превращения. Многие свойства веществ выражаются с помощью чисел, которые являются математическими объектами. Бесспорно, химия немыслима без математики, которая является полезным инструментом для решения многих химических задач. Приложения математики в химии обширны и разнообразны. Трудно найти какой-либо раздел математики, который совсем не используется в химии. Широко применяются некоторые приемы устного счета и оценок, решение алгебраических уравнений, элементы планиметрии и стереометрии, простейшие понятия математического анализа – производная и интеграл, исследование функций и построение графиков, некоторые понятия комбинаторики. В данной статье мы ограничимся рассмотрением оценки приблизительных величин, комбинаторного анализа и геометрическими вычислениями.

Химические задачи, связанные с использованием расчетов, можно разделить на две группы: с точным и приближенным ответом. К первой группе относятся задачи, связанные с перечислением, например: «Сколько различных солей может быть получено при взаимодействии ортофосфорной кислоты и гидроксида натрия?». Приближенный ответ имеют все задачи, связанные с измерениями. Это связано с тем, что любые измерения, которые человек проводит в окружающем мире, имеют конечную точность, в большинстве обычных экспериментов весьма небольшую. Задач с приближенным ответом в химии большинство. К ним относятся все стехиометрические вычисления, связанные с массой или объемом вещества, термохимические расчеты тепловых эффектов, определение скорости реакции, расчет энергий активации или условий проведения реакции.

Во многих случаях даже приближенный ответ нет необходимости получать с высокой точностью, достаточно иметь лишь некоторое представление о нем с разумной точностью, т.е. оценить порядок величины. Кстати, в подобных расчетах совершенно необязательно пользоваться калькулятором, ведь точное значение числа нас не интересует, поэтому при оценках можно делать довольно грубые приближения (таблица 1).

Таблица 1

Приближенные значения некоторых чисел, используемые
при химических расчетах

Число	π	e	$\sqrt{2}$	$\ln 2$	$\ln 3$	$\ln 10$	$\lg 2$
Приближенное значение	3,14	2,7	1,4	0,7	1,1	2,3	0,3

При расчете оценочных значений при решении химических задач зачастую надо очень хорошо представлять элементарные свойства функции 10^x , например

$$1) 10^x \cdot 10^y = 10^{x+y}; 2) (10^x)^y = 10^{xy}; 3) 10^0 = 1$$

и обратной ей функции – десятичного логарифма, $\lg(x)$, например

$$1) \lg(xy) = \lg(x) + \lg(y); 2) \lg 1 = 0; 3) \lg(10x) = x.$$

Для оценки числа a в представлении $a \cdot 10^x$ используют округление до ближайших целых чисел. В произведении двух чисел одно из них округляют с увеличением, другое – с уменьшением, например

$$292 \cdot 607 \approx 300 \cdot 600 = 1,8 \cdot 10^5.$$

Кроме приведенных выше приемов для физико-химических оценок надо представлять себе по порядку величины, обязательно вместе с размерностью, основные константы – число Авогадро ($6,02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹), универсальную газовую постоянную ($8,314$ Дж/(моль·К), постоянную Фарадея ($96\,500$ Кл/моль).

Приведем некоторые примеры оценок, полученных без использования вычислительной техники.

Пример 1. Оцените общее число молекул в аудитории размером $6 \times 10 \times 4$ м³ при температуре 25°C и давлении 750 мм рт. ст. [1].

Решение. Выразим давление в системе единиц СИ: $P = 750/760 \cdot 101\,300 \approx 10^5$ Па. Рассчитаем количество вещества по уравнению Менделеева-Клапейрона:

$$n = PV/RT = (10^5 \text{ Па} \cdot 240 \text{ м}^3) / (8,314 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)} \cdot 298 \text{ К}) \approx (10^5 \cdot 240) / (8 \cdot 300) = 10^4 \text{ моль}.$$

$$N = n \cdot N_A = 10^4 \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} \approx 6 \cdot 10^{27}.$$

Пример 2. Оцените, во сколько раз увеличится при 25°C скорость реакции в присутствии катализатора, уменьшающего энергию активации на 20 кДж/моль [2].

Решение. Из уравнения Аррениуса для константы скорости ($k = Ae^{-E/RT}$) следует, что при уменьшении энергии активации на ΔE константа скорости увеличивается в $e^{\Delta E/RT}$ раз. Оценим это число: $e^{20000/8,314 \cdot 298} \approx e^{20000/8 \cdot 300} \approx e^8 = e \cdot e^7 \approx 2,7 \cdot 1000 \approx 3000$. Более точный расчет на калькуляторе дает число 3 205.

Теперь применим методы оценок к энергетическим проблемам. Сравним энергию ядерных и химических реакций.

Пример 3. Среди всех видов топлива водород H_2 обладает наибольшей удельной теплотой сгорания. Оцените, во сколько раз теплота сгорания 1 г молекулярного водорода меньше энергии, выделяющейся в результате превращения 1 г ядер водорода в ядра гелия. Необходимая информация: 1) теплота образования жидкой воды равна 286 кДж/моль; 2) дефект массы в ядерной реакции $4H \rightarrow He + 2e^+$ составляет 0,0063 а. е. м. в расчете на одно ядро H [1].

Решение. Найдем теплоту сгорания водорода. Из 1 моль (2 г) водорода в результате реакции $H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O_{(ж)}$ образуется 1 моль жидкой воды и выделяется 286 кДж. Удельная теплота сгорания H_2 составляет 143 кДж/г. Оценим энергию ядерной реакции. Из условия следует, что дефект массы в расчете на 1 г ядер водорода составляет 0,0063 г. Для расчета энергии, соответствующей этой массе, используем формулу Эйнштейна $E = mc^2$. Все величины представим в системе СИ. $E = 0,0063 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot (3 \cdot 10^8 \text{ м/с})^2 \approx 6,3 \cdot 10^{-6} \cdot 9 \cdot 10^{16} \approx 60 \cdot 10^{10} = 6 \cdot 10^{11} \text{ Дж} = 6 \cdot 10^8 \text{ кДж}$. Эта энергия больше удельной энергии сгорания молекулярного водорода в $6 \cdot 10^8 / 143 \approx 600 / 150 \cdot 10^6 = 4 \cdot 10^6$ раз. На основе этих расчетов можно предположить, что энергии ядерных и химических реакций отличаются на 6 порядков.

Геометрические идеи используются в химии при анализе расположения атомов в молекулах или отдельных частиц (молекул, атомов и ионов) в более крупных агрегатах – кристаллах, кластерах, мицеллах, наночастицах. Мы не будем перечислять все геометрические формулы, используемые в химии, а рассмотрим несколько конкретных примеров.

Пример 4. Для определения структуры молекул в газовой фазе используют метод электронографии, который позволяет найти межъядерные расстояния в молекуле по интенсивности упругого рассеяния электронов. По данным одного из экспериментов межъядерные расстояния в молекуле NCl_3 оказались равны: $r(N-Cl) = 0,176$ нм, $r(Cl-Cl) = 0,283$ нм. Установите, какую геометрическую фигуру образуют ядра атомов в этой молекуле. Какой тип гибридизации центрального атома позволяет описать данное строение молекулы [2]?

Решение. Все три связи $N-Cl$ в молекуле NCl_3 одинаковы. Молекула может иметь форму правильного треугольника, если атом азота находится в плоскости, образованной тремя атомами хлора. Если же атом азота лежит вне этой плоскости, то молекула имеет форму треугольной пирамиды. В первом случае угол между связями равен 120°, во втором случае – нет. Для нахождения этого угла

рассмотрим равнобедренный треугольник C1-N-C1. По теореме косинусов $r(C1-C1)^2 = r(N-C1)^2 + r(N-C1)^2 - 2r(N-C1)^2 \cos \angle C1-N-C1$, откуда получаем $\cos \angle C1-N-C1 = 1 - 0,283^2/(2 \cdot 0,176^2) = -0,293$; $\angle C1-N-C1 = 107^\circ$. Это означает, что молекула представляет собой треугольную пирамиду. Центральный атом азота находится в состоянии sp^3 -гибридизации.

Пример 5. Наночастицы золота – очень перспективный объект для исследований. Во-первых, их свойства сильно отличаются от свойств объемных образцов металла: так, если обычное золото является диамагнетиком, т. е. совсем не проявляет магнитных свойств, то наночастицы золота ведут себя как ферромагнитные частицы. Во-вторых, оказалось, что наночастицы золота можно использовать для диагностики рака, так как они во много раз легче связываются с больными клетками, чем со здоровыми. Связанные наночастицы хорошо рассеивают и отражают свет, поэтому место локализации опухолевых клеток легко увидеть с помощью обычного микроскопа. Оцените число атомов в наночастице золота диаметром 3 нм. Радиус атома Au составляет 0,144 нм. Свободным объемом между атомами можно пренебречь [2].

Решение. Предлагаем дать оценку числа атомов по порядку величины. Общее число атомов равно отношению объема наночастицы к объему атома. По условию предполагается, что обе частицы имеют форму шара, тогда $N = (4/3 \pi r_{\text{нч}}^3) / (4/3 \pi r_{\text{ат}}^3) = (1,5/0,144)^3 \approx 10^3$.

Комбинаторика, или комбинаторный анализ – это раздел математики, в котором рассматриваются задачи, связанные с выбором элементов множества по определённым правилам. В химии комбинаторика используется для оценки вероятности той или иной конфигурации частиц, числа изомеров, определения числа микросостояний по формуле Больцмана. Для этого студент должен владеть такими вопросами комбинаторики, как перестановки, сочетания, размещения.

Пример 6. Сколько существует различных галогенпроизводных метана вида CH_2XY , где X и Y – атомы галогенов [3]?

Решение. Порядок размещения галогенов в этом случае роли не играет, т.к. у молекул этого вида нет изомеров. Число различных веществ определяется сочетанием из четырёх галогенов (фтор, хлор, бром, йод) по два положения в молекуле. В комбинаторике доказано, что число сочетаний из n по k равно биномиальному коэффициенту C_n^k .

$$C_n^k = n!/(k!(n-k)!) = 4!/(2!2!) = 6, \text{ т.е. существует шесть веществ.}$$

Пример 7. Сколько трипептидов, содержащих три различных аминокислотных остатка, можно составить из 20 аминокислот?

Решение. Пептиды – несимметричные молекулы, для них важен порядок расположения аминокислот. Поэтому число трипептидов равно числу размещений 20 аминокислот по трём позициям в трипептиде:

$$A_{20}^3 = 20!/(20-3)! = 20 \cdot 19 \cdot 18 = 6\,840.$$

Приведённые примеры являются только малой частью из огромного многообразия химических задач, решение которых невозможно без использования математических методов и приёмов. Разумеется, известно много хороших химиков, которые признаются в том, что не в ладах с математикой. Однако тот, кто хорошо владеет математическим инструментарием, имеет гораздо больше возможностей для познания мира веществ.

Литература.

1. Ерёмин, В.В. Теоретическая и математическая химия для школьников. Подготовка к химическим олимпиадам. – М.: МЦНМО, 2007. – 392 с.
2. Общая химия: методические указания к самостоятельной работе для студентов I курса всех специальностей, изучающих химию / сост. Л. Е. Незаментимова. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2007. – 27 с.
3. Сборник практических работ по химии: методические указания к практическим работам по химии для студентов всех специальностей и форм обучения. Часть 3 /сост.: Е.Н. Калюкова, Н. Н. Иванская, В. Т. Письменко. – Ульяновск: УлГТУ, 2009. – 60 с.

ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ ИНОСТРАННЫМ СТУДЕНТАМ, ОБУЧАЮЩИХСЯ В ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗАХ РОССИИ

О.Б. Березовская, ст. преподаватель, Е.С. Поткина, студент гр. 17Б20

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

E - mail: 1959olga@rambler.ru

Уровень производства и экспорта информационных и учебных услуг существенно влияет на развитие и мировую конкурентоспособность экономики государства.

Как указывается в утверждённой Правительством РФ «Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года», одной из приоритетных задач в деятельности Министерства образования и науки является привлечение в Россию иностранных студентов и создание для этого всех необходимых условий.

Позволит ли состояние развития отечественной системы образования занять лидирующее место на мировом рынке?

Выпустить специалиста высокого уровня является основной задачей любого технического вуза, для этого необходимо успешное интегрирование учащихся в образовательный процесс.

Реально ли выполнить эти задачи в ближайшее десятилетие, и какие проблемы нужно решить для их успешной реализации. Попробуем разобраться в этих вопросах.

При формировании рейтингов технических университетов одним из важнейших показателей является количество иностранных студентов, обучающихся в данном вузе.

В тоже время задача любого технического вуза – выпустить специалиста высокого уровня, это достижимо только в том случае если учащийся успешно интегрируется в образовательный процесс. В формировании инженерного типа мышления важное место занимают математические дисциплины. Существующий языковой барьер, а также различия программ русского и зарубежного среднего образования создает существенные трудности в адаптации иностранных студентов в нашу систему образования, в том числе и сложности в восприятии математических дисциплин.

На сегодняшний момент в ЮТИ ТПУ обучаются иностранные студенты из Казахстана и Кыргызстана. Общая численность иностранных граждан и соотечественников, обучающихся по очной форме обучения, за 4 года составляет 64 человека, обучающихся за счет средств федерального бюджета в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 25 августа 2008 г. № 638 «О сотрудничестве с зарубежными странами в области образования». Это составляет 42% от всех студентов 1 курса (на 1 сентября).



Рис.1



Рис.2

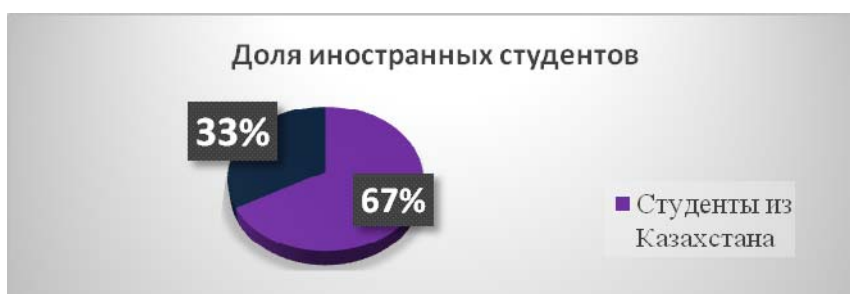


Рис.3.

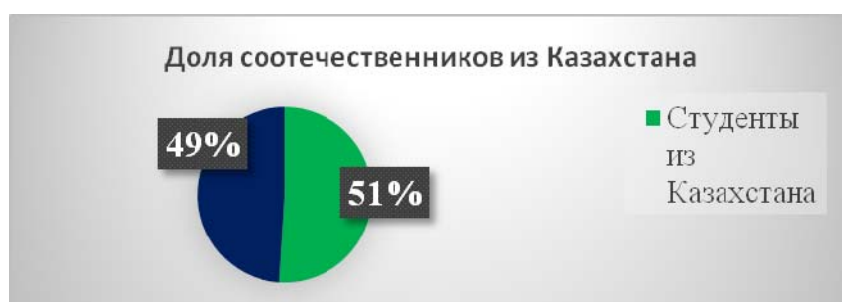


Рис.4.

В основном эти студенты останавливают свой выбор на технических специальностях:

Специальность	Численность
Экономика	0
Техносферная безопасность	5
Прикладная информатика	0
Машиностроение	12
Металлургия	11
Агроинженерия	12
Горное дело	13

Примерно шестая часть от всех иностранных студентов после первого года обучения возвращается домой. В чем причина такой ситуации?

Иностранные студенты при поступлении в высшие учебные заведения не всегда успешно адаптируются к новым формам и методам обучения.

Для успешного преодоления одной из главных проблем адаптации иностранных студентов в учебный процесс, а именно, уровня подготовки иностранных студентов к восприятию учебной информации и требованиями высшей школы необходимо:

- 1) повысить уровень мотивации и желание овладеть конкретной специальностью;
- 2) объяснить связь будущей профессиональной деятельности с обучением;
- 3) привить навыки самостоятельной работы;
- 4) повысить степень самоорганизации.

Иностранные студенты, прибывающие на обучение в России, имеют разный уровень языковой и математической подготовки.. Большинство студентов недостаточно владеют специальной математической терминологией на русском языке, им сложно воспринимать лекцию на неродном для них языке. Пояснения преподавателя им малопонятны и на лекциях их работа сводится к механическому конспектированию информации с доски. Для более успешного усвоения учебного процесса, необходимо учитывать умения и навыки, которыми студенты реально владеют. Иногда приходится менять структуру лекций, что идёт вразрез программе преподаваемого предмета.. На преподавателя возлагается обязанность компенсировать недостаточную готовность студентов к образовательному процессу, так как в группах по одним учебным планам обучаются совместно иностранные и российские студенты. Необходимо развивать комплексную адаптационную программу для иностранных уча-

щихся, чтобы «не потерять» большое количество обучающихся сразу после первой сессии. Назрела необходимость более быстрой и успешной адаптации иностранных студентов к учебному процессу. Эффективная адаптационная программа для студентов-иностранцев предполагает оптимальное сочетание уровня подготовки и улучшение условий организации учебного процесса в вузе.

Исходя из выше изложенного, можно предложить следующее: внедрение шестимесячных подготовительных курсов для иностранных учащихся, что могло бы упростить адаптацию таких студентов. Подготовить их в социальном смысле, языковой адаптации и поднять их уровень готовности к восприятию учебной информации к требованиям высшей школы. Необходимо наладить взаимодействие преподавателей-предметников и преподавателей подготовительных курсов, что поможет созданию нового учебного материала по специальности, работа с которым подготовит лексико-грамматическую основу для дальнейшего освоения студентами-иностранцами дисциплин инженерного профиля. Эта программа сделает процесс обучения более эффективным и поможет повысить профессионально-социальный статус студентов, что позволит вузу «сохранить» контингент иностранных учащихся.

В ближайшие годы прогнозируется значительный рост численности иностранных студентов, обучающихся в российских вузах, в том числе и ЮТИ ТПУ, расширяется также и список стран, в основном за счет выходцев из русскоязычных семей из стран СНГ. В этих условиях необходимо создание единой комплексной программы по адаптации иностранных учащихся к процессу обучения в техническом вузе России.

Литература.

1. Иностранные студенты в российских вузах. А.Л.Арефьев. Доклад на 3-м всемирном форуме иностранных выпускников советских и российских вузов. Москва, ноябрь 2012г.
2. Состояние и перспективы экспорта российского образования. А.Л.Арефьев.- М.:РУДН, 2010. – 109с.
3. Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. №1662-р.
4. Обучение иностранных граждан в высших учебных заведениях Российской Федерации. Статистический сборник. Выпуски 1-7/ Авторы-составители А.Л.Арефьев, А.Ф.Шереги. М.: 2002-2010.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТУДЕНТОВ В КОНТЕКСТЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

В.В. Мельникова, В.А. Якутова, студенты гр. 17Г30

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. 8(384-51) 6-44-32

Математика сегодня - это одна из наиболее важных областей знания современного человека. Потребности общества в математическом образовании граждан сильно изменились за последние десятилетия. Повсеместное широкое использование техники требует от каждого специалиста определенного минимума математических знаний и представлений, определенного уровня развития математических способностей.

В силу этого математизация выступает как характерная черта современной науки и техники.

Человечество давно осознало, что знания из области точных наук делаются достоверными только в том случае, если при их описании удастся использовать математическую модель. Математизация знаний состоит не только в том, чтобы использовать готовые математические модели, но и в том, чтобы начать поиски того специфического математического аппарата, который позволил бы описывать наиболее полно интересующий нас круг явлений, выделить из этого описания новые следствия, чтобы уверенно использовать особенности этих явлений на практике.

Поиск путей развития математических способностей будущих специалистов с необходимостью предполагает рассмотрение в более широком контексте - в связи с проблемой общих способностей личности.

Анализ литературы показывает, что проблемой формирования и развития способностей личности занимались многие отечественные и зарубежные исследователи. Само понятие «способности» в науку ввел Платон (428-348 гг. до н.э.). Дальнейший вклад был сделан во II веке до н.э. Галеном. Учение Галена о функциях души получило развитие в трудах Ибн-Сины (Авиценны), который одним

из первых поставил вопрос возможности развития душевных способностей. Фома Аквинский расположил все способности в ступенчатом иерархическом ряду: растительная душа, животная душа, человеческая и внутри последней - ощущение, представление, понятие. Уже в этот, весьма отдаленный от современности период, наметились две линии понимания способностей - врожденность способностей и их зависимость от внешних условий.

Математические способности - сложное структурное образование, которое может быть представлено совокупностью компонентов. Интерес к выявлению компонентов математических способностей наметился в 20-х годах XX века.

В настоящее время в России идет становление новой системы образования, ориентированной на вхождение в мировое образовательное пространство. Как следствие, меняется стратегия деятельности системы образования, предусматривающая индивидуально-личностную ориентацию в сочетании с технологичностью, ориентирует профессиональную школу на подготовку высококвалифицированных специалистов, способных к профессиональному росту в условиях информатизации общества и развития новых наукоемких технологий. Осуществление данной задачи требует развития математических способностей будущих специалистов с учетом специфики их предстоящей профессиональной деятельности.

Психолого-педагогические условия развития математических способностей студентов в контексте профессиональной деятельности, в качестве которых выступают:

- определение сфер профессиональной деятельности будущего специалиста, для успешного осуществления которых необходимы математические способности;
- соотнесение данного перечня с соответствующим материалом из курса высшей математики и определенными типами задач;
- разработка учебно-методического обеспечения как научно-обоснованной совокупности учебных, методических, информационных и справочных материалов, снабженных указаниями и комментариями, необходимыми для достижения студентами определенного уровня развития математических способностей.

Практика показывает преобладание низкого (минимального) уровня развития математических способностей студентов. Вместе с тем анализ психолого-педагогической литературы свидетельствует, что одной из основных целей подготовки современного специалиста является развитие его математических способностей как фактора продуктивного освоения профессиональной деятельности. Достижение этой цели требует научной разработки и применения соответствующей педагогической систем, разработка которой предполагает выявления концептуальных положений и структурных компонентов разрабатываемой системы.

Являясь дисциплиной естественнонаучного цикла, математика не только способствует появлению нового знания о природе, обществе и человеке, но и находит в других науках реальные стимулы для своего развития.

Таким образом, в современных условиях, когда математические методы находят широкое применение не только в естествознании, технике и смежных науках, но и в экономике, педагогике, филологии и целом ряде других профессиональных сфер, важной является проблема более активного включения психофизиологических механизмов целостного восприятия информации будущими специалистами, развитие их математических способностей как условия эффективного осуществления предстоящей профессиональной деятельности.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАКЕТА WOLFRAMMATHEMATICA ДЛЯ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ ВАРИАНТОВ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ И ОТВЕТОВ К НИМ ПО МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

*Е.В. Гнедаш, Д.В. Гнедаш, научный руководитель: Чернышева Т.Ю., к.т.н., доцент
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26
E-mail: sunshine9494@rambler.ru*

В статье рассматривается возможность применения пакета WolframMathematica для решения заданий и создания автоматической генерации вариантов контрольных работ и ответов к ним по разделу математической дисциплины - линейная алгебра.

Использование компьютерных математических систем на занятиях оказывает существенное влияние на все компоненты целостного образовательного процесса, а именно позволяет:

1. Организовать творческую, исследовательскую деятельность учащихся. Возможности, предоставляемые программой (автоматизация вычислений, построение графиков, динамичное представление информации), позволят усилить мотивацию учения.

2. Реализовать связь теории с практикой (основой вычислительного эксперимента является математическое моделирование, геометрической базой – прикладная математика).

4. Способствовать формированию алгоритмической культуры учащихся.

5. Визуализировать учебную информацию, представить ее в виде графиков; показать геометрические объекты в динамике, проиллюстрировать процесс изменения геометрических объектов с изменением значений параметров.

6. Высвободить учебное время за счет выполнения на компьютере трудоемких вычислительных работ и деятельности, связанной с числовым анализом.

В качестве средства информационных технологий предлагается система компьютерной алгебры WolframMathematica 9.0– это мощная и эффективная компьютерная математическая система, позволяющая выполнять не только численные, аналитические и графические вычисления, но и гораздо большее: от моделирования и симуляции, визуализации, документации, до создания веб-сайтов. Система Mathematica имеет без малого 5 000 встроенных функций, покрывающих все области технических вычислений. При этом наиболее сильной стороной системы Mathematica по сравнению с другими приложениями является возможность проводить сложные символьные преобразования. Более того, по уровню использования графики Mathematica превосходит все имеющиеся к настоящему времени компьютерные математические системы. В США, Западной Европе и Японии Mathematica применяется в качестве базисной для построения курса математики во многих высших технических и гуманитарных учебных заведениях[1].

Для любого преподавателя существует проблема проверки знаний учащихся по своему предмету. Стандартной проверкой знаний учащегося обычно служит некоторая контрольная работа или тест. Создание большого количества схожих вариантов одной контрольной работы потребует огромного количества времени, особенно если снабдить каждого учащегося уникальным вариантом. В обычной группе студентов ВУЗа около 20 человек, даже если один вариант контрольной работы будет содержать всего 2 задания, то потребуются создать уже 40 задач. К тому же нужно помнить о том, что вся информация, в том числе и варианты контрольных работ, могут быстро распространиться в интернете и следующие группы студентов будут уже знать заранее все, что будет в контрольной, если, особенно, существует, например, всего 4 варианта некоторой контрольной работы, которые даются из года в год учащимся[2].

С помощью WolframMathematica можно решить описанные проблемы, генерируя качественные задания вместе с ответами к ним в нужном количестве. При этом можно быть уверенным в том, что все задачи будут корректны, а ответы будут абсолютно точно верны.

Создадим вариант контрольной работы по линейной алгебре, который будет содержать 2 задачи:

1) методом Гаусса решить систему 3-х линейных уравнений с 4 неизвестными;

2) вычислить определитель 3-го порядка;

Задание 1. Методом Гаусса решить систему 3-х линейных уравнений с 4 неизвестными.

С помощью функции RandomInteger сгенерируем основную матрицу системы и вектор свободных членов. При этом пусть коэффициенты при неизвестных будут целыми числами в интервале $[-4, 4]$, а свободные члены — $[-6, 6]$:

```
A:=RandomInteger[{-4,4},{3,4}]
B:=RandomInteger[{-6,6},3]
{A,B}

Out[19]=
{{{ -3, -3, 0, 1}, {0, 3, -3, -2}, {0, -2, -3, 3}}, {-4, 1, 4}}
```

Рис. 1. Применение функции RandomInteger

Ввиду случайной генерации основной матрицы системы, возможна ситуация, когда некоторая строка (или строки) или некоторый столбец (столбцы) будут состоять только из нулей или в матрице будет несколько одинаковых строк или если все элементы столбца свободных членов будут нулями. Исключим возможность появления таких ситуаций:

```

In[20]:= A :=Block[{A,AGenerator},AGenerator:=RandomInteger[{-4,4},{3,4}];
A=AGenerator;
While[Length[DeleteDuplicates[A]]<Length[A]||Or@@(DeleteCases[#,0]=={ })&/@A)||
Or@@(DeleteCases[#,0]=={ })&/@Transpose[A],A=AGenerator];A]
B:=Block[{B,BGenerator},BGenerator:=RandomInteger[{-6,6},3];
B=BGenerator;While[DeleteCases[B,0]=={ },B=BGenerator];B]
{A,B}

Out[22]:= {{4,-1,-4,3},{2,3,3,-3},{0,2,4,3},{-3,1,-4}}

```

Рис. 2. Исключение возможности появления неблагоприятных ситуаций

Здесь были использованы функции:

- Apply в виде @@, применяет функцию, переданную в качестве первого аргумента, к параметрам, которые переданы вторым и третьим аргументом.
- SameQ, которая проверяет идентичность двух выражений, обычно употребляется в виде ==, т. е. SameQ[x, y] тоже что и x==y.
- Length[list] длина списка list
- Or[a, b] или a||b Логическое ИЛИ, (а ИЛИ b)
- Transpose[matrix] транспонирование матрицы matrix
- DeleteDuplicates[list] устранение повторяющихся элементов в списке list
- Функция DeleteCases[expr, pattern] будет нашим фильтром — она удаляет из списка expr все элементы, которые совпадают с образцом pattern[3].

Теперь построим систему линейных уравнений:

```

In[23]:= system:=Thread[A.{x[1],x[2],x[3],x[4]}==B]
system

Out[24]:= {2 x[1]-x[2]-2 x[3]+2 x[4]==0,x[1]-x[2]-2 x[3]+2 x[4]==0,-4 x[1]-x[2]+2 x[3]-3 x[4]==2}

```

Рис. 3. Применение функции Thread к функциям, аргументами которых являются списки

В простейшем варианте Thread[func[args]] функция содержит всего один аргумент и в процессе вычисления применяет func к каждому элементу выражения args. Если выражение args включает в себя списки, то функция func будет применена не к спискам в целом, а к их элементам. Функция Thread, позволяет “распространить” функцию над всеми списками, которые входят в ее тело в качестве аргументов.

Теперь попробуем найти решение системы, это можно сделать с помощью функции Reduce, которая вычисляет значения переменных:

```

In[26]:= system

Out[26]:= {2 x[1]+4 x[2]+2 x[3]==6,-2 x[1]-3 x[2]-2 x[3]+3 x[4]==-2,2 x[2]+2 x[3]+4 x[4]==2}

In[29]:= Reduce[%, {x[1], x[2], x[3], x[4]}]

Out[29]:= x[2]==14/5-3 x[1]/5&& x[3]==-13/5+x[1]/5&& x[4]==2/5+x[1]/5

```

Рис. 4. Результат функции Reduce

Создадим функцию, которая будет выдавать задание в привычном виде:

```
In[31]:= task[2][system_] := TraditionalForm[RowBoxes[RowBox[
  [{"ξ", GridBox[Transpose[{{ToBoxes/@(system/.x[i_]→xi)}}}]]]]]
```

```
In[33]:= task[2][system]
```

Out[33]//TraditionalForm=

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 + 3x_3 + 3x_4 = 6 \\ -3x_1 + 4x_3 + 3x_4 = -2 \\ -x_1 - 4x_2 - x_3 + 2x_4 = 4 \end{cases}$$

Рис. 5. Применение функций TraditionalForm, RowBoxes, RowBox, GridBox, ToBoxes

Во введенной функции были использованы следующие встроенные выражения: функция TraditionalForm, позволяющая представить выражение в привычной математической нотации и функции RowBoxes, RowBox, GridBox, ToBoxes с помощью которых осуществляется низкоуровневое форматирование выражений.

Теперь создадим функцию, которая будет выдавать ответ в привычной форме:

```
answer[2][system_] := TraditionalForm[Reduce[
  [system, {x[1], x[2], x[3], x[4]}] /. x[i_] → xi]
system]
```

Out[37]=

```
{-4 x[1] + 4 x[2] - 2 x[3] - 2 x[4] == -5, -2 x[2] + 4 x[4] == -6, 4 x[1] + 4 x[2] - 4 x[4] == 4}
```

```
In[38]:= task[2][%]
```

Out[38]//TraditionalForm=

$$\begin{cases} -4x_1 + 4x_2 - 2x_3 - 2x_4 = -5 \\ -2x_2 + 4x_4 = -6 \\ 4x_1 + 4x_2 - 4x_4 = 4 \end{cases}$$

```
In[39]:= answer[2][%%]
```

Out[39]//TraditionalForm=

$$x_2 = -2x_1 - 1 \wedge x_3 = \frac{5}{2} - 5x_1 \wedge x_4 = -x_1 - 2$$

Рис. 6. Ответ на задание 1 в привычной форме

Задание 2. Вычислить определитель 3-го порядка.

С помощью функции RandomInteger сгенерируем определитель третьего порядка с элементами, которые являются положительными целыми числами в интервале [2, 15]:

```
In[40]:= det := RandomInteger[{2, 15}, {3, 3}]
det
```

Out[41]=

```
{{9, 13, 15}, {14, 6, 15}, {8, 8, 3}}
```

Рис. 7. Применения функции RandomInteger

Наложим на генерируемую матрицу ограничения (отсутствие повтора одинаковых столбцов):

```
det :=Block[{det,detGenerator},detGenerator:=RandomInteger[{2,15},{3,3}];
det=detGenerator;While[Length[DeleteDuplicates[A]]<Length[det]||
Length[DeleteDuplicates[Transpose[A]]]<Length[Transpose[A]],det=detGenerator];det]
det
```

```
Out[43]= {{9,3,9},{3,13,6},{2,7,6}}
```

Рис. 8. Исключение возможности появления неблагоприятных ситуаций

Создадим функцию, которая будет выдавать задание в привычном виде (функция Grid позволяет сформировать таблицу):

```
In[44]:= task[3][det_]:=TraditionalForm[Abs[Grid[det]]]
task[3][det]
```

```
Out[45]/TraditionalForm=
```

$$\begin{vmatrix} 2 & 9 & 13 \\ 4 & 3 & 11 \\ 9 & 6 & 14 \end{vmatrix}$$

Рис. 9. Применение функции Grid

Сделаем функцию, которая будет вычислять ответ (функция Det позволяет вычислить определить произвольной квадратной матрицы, как символично, так и численно) и проверим работоспособность функций на конкретном примере:

```
In[46]:= answer[3][det_]:=Det[det]
det
```

```
Out[47]= {{5,5,10},{13,6,13},{13,14,5}}
```

```
In[48]:= task[3][%]
```

```
Out[48]/TraditionalForm=
```

$$\begin{vmatrix} 5 & 5 & 10 \\ 13 & 6 & 13 \\ 13 & 14 & 5 \end{vmatrix}$$

```
answer[3][%%]
```

```
-88
```

Рис. 10. Применение функции Det

Используя созданные функции можно теперь создать один вариант контрольной работы:

```
In[119]:= variant:={{task[2][#],answer[2][#]}&[system],
{task[3][#],answer[3][#]}&[det]}
variant
```

$$\left\{ \left\{ \begin{array}{l} x_1+4 \quad x_2-2 \quad x_3-4 \quad x_4=-5 \\ -4 \quad x_2-3 \quad x_3-4 \quad x_4=-2 \\ 4 \quad x_1-2 \quad x_2-3 \quad x_3-3 \quad x_4=-2 \end{array} \right. , \right. \\ \left. x_2=-\frac{19}{28}x_1-\frac{11}{28} \wedge x_3=\frac{31}{7}x_1+\frac{1}{7} \wedge x_4=\frac{11}{14}-\frac{37}{14}x_1 \right\}, \\ \left\{ \left\{ \begin{array}{ccc|c} 11 & 10 & 14 & 50 \\ 6 & 5 & 9 & \\ 8 & 3 & 13 & \end{array} \right\} \right\}$$

Рис. 11. Создание одного варианта контрольной работы

Теперь создадим столько разных вариантов, сколько человек в группе, например 20:

```
In[120]:=
variants[n_]:=Block[{variants,variantsGenerator},
variantsGenerator:=Table[variant,{n}];
variants=variantsGenerator;
While[Total[Length[DeleteDuplicates[#]]&/@Transpose[variants[{:,,,:1}]]]=n,
variants=variantsGenerator];variants]

Out[127]=
{{{

$$\begin{cases} -4x_1 - 3x_2 - 4x_3 + 4x_4 = -2 \\ x_1 - 3x_2 + 2x_3 + 4x_4 = -4 \\ -x_1 + 4x_2 - x_3 - 2x_4 = 1 \end{cases}, x_2 = \frac{x_1}{5} - \frac{2}{5} \wedge x_3 = -\frac{5x_1}{6} - \frac{1}{3} \wedge x_4 = \frac{19x_1}{60} - \frac{17}{15}, \left\{ \begin{vmatrix} 11 & 12 & 10 \\ 10 & 7 & 10 \\ 14 & 7 & 5 \end{vmatrix}, 415 \right\}},$$


$$\begin{cases} -2x_1 - 3x_2 + 2x_3 - 4x_4 = -3 \\ -2x_1 + x_3 - x_4 = -4 \\ x_1 + x_2 - 3x_3 - 3x_4 = -3 \end{cases}, x_2 = \frac{11x_1}{10} - 3 \wedge x_3 = \frac{27x_1}{20} - 2 \wedge x_4 = 2 - \frac{13x_1}{20}, \left\{ \begin{vmatrix} 8 & 14 & 15 \\ 14 & 13 & 10 \\ 8 & 9 & 7 \end{vmatrix}, 86 \right\}},$$


$$\begin{cases} -2x_1 + 3x_2 + 2x_3 = -6 \\ -x_1 + x_2 + 3x_3 + x_4 = -5 \\ 3x_2 - x_3 + 2x_4 = 3 \end{cases}, x_2 = \frac{10x_1}{23} - \frac{16}{23} \wedge x_3 = \frac{8x_1}{23} - \frac{45}{23} \wedge x_4 = \frac{36}{23} - \frac{11x_1}{23}, \left\{ \begin{vmatrix} 12 & 12 & 8 \\ 8 & 10 & 14 \\ 11 & 8 & 13 \end{vmatrix}, 448 \right\}},$$


$$\begin{cases} 3x_1 - 3x_2 - 2x_3 + 3x_4 = 2 \\ 4x_1 - 3x_2 - 2x_3 - 2x_4 = -6 \\ x_1 - 3x_2 - 2x_3 + 3x_4 = 0 \end{cases}, x_1 = 1 \wedge x_3 = \frac{16}{5} - \frac{3x_2}{2} \wedge x_4 = \frac{9}{5}, \left\{ \begin{vmatrix} 2 & 7 & 3 \\ 15 & 7 & 7 \\ 11 & 14 & 15 \end{vmatrix}, -623 \right\}},$$


$$\begin{cases} x_1 - 3x_2 - 4x_3 - 4x_4 = -2 \\ -3x_1 - 2x_2 - x_3 + 3x_4 = 4 \end{cases}, x_2 = -\frac{69x_1}{114} - \frac{114}{114} \wedge x_3 = \frac{12x_1}{114} + \frac{53}{114} \wedge x_4 = \frac{67x_1}{114} + \frac{87}{114}, \left\{ \begin{vmatrix} 11 & 2 & 12 \\ 6 & 7 & 11 \\ 6 & 7 & 11 \end{vmatrix}, -659 \right\}},$$


```

Рис. 12. Создание нескольких разных вариантов контрольной работы

После этого остается только экспортировать полученные варианты и ответы к ним, например, в TIFF и распечатать. Это можно сделать с помощью функции Export (функция NotebookDirectory дает адрес директории в которой сохранен текущий документ Mathematica).

После генерации, в данном случае картинок, остается их распечатать и разрезать на варианты. Теперь можно генерировать произвольное число качественных вариантов вместе с ответами к ним, при этом как все задачи, так и все ответы будут корректны.

На уроках математики использование компьютерных математических систем предполагает построение новой или изменение традиционной методической деятельности преподавателя. Использование компьютерных программных продуктов в учебном процессе предъявляет новые требования к профессиональным качествам и уровню подготовки педагогов, что определяет актуальность решения задач по формированию информационной культуры педагога.

Литература.

1. WolframMathematica Наиболее полная система для современных технических вычислений в мире // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.wolfram.com/mathematica/?source=nav>
2. Русскоязычная поддержка WolframMathematica // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://wolframmathematica.ru/>
3. Справочник по WolframMathematica 7/8/9 // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://kobrinik.ru/mathematica>

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ВУЗЕ

В.Ю. Юрченко, студент гр. 17В30, научный руководитель: Разумников С.В.

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета*

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

E-mail: victor_yurchenko@inbox.ru

Для педагога очень важно уметь анализировать свою педагогическую деятельность, правильно планировать и проводить педагогические эксперименты и наблюдения, а также правильно обрабатывать их результаты.

Педагогический эксперимент – это научно обоснованная и хорошо продуманная система организации педагогического процесса, направленная на открытие нового педагогического знания, проверки и обоснования заранее разработанных научных предложений, гипотез.

Педагогические эксперименты нужны для изучения вопросов педагогической теории и практики, реально существующей в жизни; для проверок гипотез, созданных в процессе осмысления проблемы; для конструирования новых педагогических технологий; для проверки полученных выводов и разработанной методики в работе других учебных заведений и педагогов.

Можно выделить множество различных педагогических экспериментов. Однако, большинство из них имеют общую структуру. Как правило, в эксперименте участвуют две группы: экспериментальная и контрольная. Необходимо, чтобы до проведения эксперимента обе группы несущественно отличались по исследуемому признаку. Участникам экспериментальной группы предлагается новый метод обучения (воспитания) или определенное задание, которое (по мнению экспериментаторов) будет способствовать формированию заданного качества. Контрольной группе испытуемых данное задание не предоставляется, и обучение ведется традиционным способом. В конце эксперимента две группы снова сравниваются между собой для оценки полученных результатов.

Важно не только зафиксировать и сравнить полученные результаты, но и обосновать их, доказать не случайность и значимость полученных различий. Как правило, установить связь между воздействием на испытуемого и полученным результатом, а также обосновать эффективность (или неэффективность) проведенного эксперимента помогают инструменты математической статистики.

Математическая обработка педагогического эксперимента.

Математическая статистика дает возможность получить необходимые сведения о случайной величине, зная существенно меньшее количество ее значений. Это объясняется тем, что статистические данные подчиняются таким законам распределения, которые характеризуются всего лишь несколькими параметрами, т. е. характеристиками. Зная их, можно получить столь же полное представление о значениях случайной величины, какое дается их подробным перечислением в очень длинной таблице.

Задачи математической статистики можно разделить на пять основных типов. Первый тип задач – оценка статистических данных; второй тип задач – сравнение этих данных с каким-то стандартом и между собой (оно применяется при эксперименте или, напр., в контроле качества на предприятиях); третий формирование групп, данных и исследование связей между статистическими данными и их группами. Эти три типа позволяют вынести суждение описательного характера об изучаемых явлениях, подверженных по каким-то причинам искажающим случайным воздействиям. Четвертый, тип задач связан с нахождением наилучшего варианта измерения изучаемых данных. Пятый тип задач связан с проблемами предвидения и развития: здесь важное место занимают задачи анализа временных рядов.

Педагогический эксперимент в вузе.

После написания контрольной работы по математике студенты двух групп первого курса одного высшего учебного заведения показали следующие результаты:

Балл	2	3	4	5
Количество студентов 1-ой группы, получивших соответствующий балл	2	7	10	3
Количество студентов второй группы, получивших соответствующий балл	1	9	10	1

Что бы узнать какая группа справилась с контрольной лучше, нужно охарактеризовать результаты испытания в каждой группе одним числом.

Пусть выборка задана своим вариационным рядом:

Измеряемая величина x_i	x_1	x_2	...	x_k
Частота m_i	m_1	m_2	...	m_k

Тогда выборочной средней будет называться величина, определяемая по формуле:

$$\bar{x} = \frac{x_1 m_1 + x_2 m_2 + \dots + x_k m_k}{m_1 + m_2 + \dots + m_k}, \quad \text{или} \quad \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i \cdot m_i}{n} \quad \text{где } n - \text{объем выборки, то есть:}$$

$$n = m_1 + m_2 + \dots + m_k$$

Воспользовавшись предложенной формулой, найдём выборочные средние для двух классов.

$$\bar{x} = \frac{2 \cdot 2 + 3 \cdot 7 + 4 \cdot 10 + 5 \cdot 3}{2 + 7 + 10 + 3} = \frac{80}{22} \approx 3,64$$

Для 1-ой группы:

$$\bar{x} = \frac{2 \cdot 1 + 3 \cdot 9 + 4 \cdot 10 + 5 \cdot 1}{1 + 9 + 10 + 1} = \frac{74}{21} \approx 3,52$$

Для 2-ой группы:

Выборочная средняя величина в данной задаче показывает средний балл студентов, первого курса. Тогда, согласно проделанным расчётам, можно сказать, что в 1-ой группе средняя оценка, полученная за контрольную работу, выше, чем во 2-ой группе. Поэтому можно сделать вывод, что 1-ая группа с данной контрольной работой справилась лучше.

Так же следует иметь в виду, что студенты обеих групп писали одну и ту же контрольную работу, и проверял данную работу один преподаватель. В противном случае, если задания контрольных работ в различных группах были бы разными или они оценивались различными преподавателями, сделанный вывод о том, какой класс справился с работой лучше, был бы некорректным.

Заключение

На основе методов математической статистики разрабатывается информационная система на 1С: Предприятие 8.2. В данной системе помимо автоматизированных расчетов, которые анализируют педагогические эксперименты, имеется база данных по ученикам (предполагаемым абитуриентам), студентам, преподавателям, а также основным мероприятиям, проводимым в ВУЗе.

T10:	T15:	T20:	T25:	T30:	T35:	T40:	T45:	T50:	T55:
2,00	3,00	5,00	9,99	9,99	7,00	5,00	5,00	2,00	1,00
0,04	0,06	0,10	0,20	0,20	0,14	0,10	0,10	0,04	0,02
1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Рис. 1. Математическая обработка результата

Рис. 2. Справочник «Учителя»

N	Увлечения	Продолжительность занятий	Достижения
1	Самбо	5 лет	2 диплома
2	Музыка	3 года в муз. шк.	

Рис. 3. Справочник «Ученики»

Литература.

1. Ерофеева В.А. Общие основы педагогики: конспект лекций. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.e-reading.co.uk/book.php?book=98165>. Дата обращения: 2.09.2014.
2. Михайленко О. И. Общая педагогика // Электронный учебник по педагогике. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://krip.kbsu.ru/pd/index.html#op_2. Дата обращения: 2.09.2014.
3. Крамер Г. Математические методы статистики. — М.: Мир, 1948 (1-е изд.), 1975 (2-е изд.). — 648 с.

ВЫБОР КРИТЕРИЕВ И МОДЕЛЕЙ ОЦЕНКИ ЛИЧНОСТНЫХ КАЧЕСТВ И КОМПЕТЕНТНОСТИ ОБУЧАЕМЫХ

В.Д. Агаджанян, В.А. Лызин, К.С. Картуков, студенты гр. 17В20,

С.Н. Евстафьев, студент гр. 17В30, научный руководитель: Молнина Е.В.

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

E-mail: Ivan-lyzin@rambler.ru, I9vara95@mail.ru

Современное развитие общества связано не только с созданием и внедрением передовых технологий, но и с построением новой образовательной модели – «компетентностный подход». Это направление в развитии образования актуально, так как общество проявляет заинтересованность в институтах, обеспечивающих достаточно высокий уровень подготовки кадров. Кроме профессиональных компетенций не менее важны и личностные качества современного выпускника, такие, например, как способность к самостоятельным активным действиям, анализу условий и принятию решений в изменяющихся обстоятельствах.

Увеличение требований к нынешнему высшему образованию требует переосмысления не только образовательной модели, но и задач и целей образования в целом. Так современное высшее образование выходит на более значительный технологический уровень, который содержит в себе не только получение навыков, знаний и умений, фундаментом которых являются основные знания (традиционный подход), но и нормативно-ценностные ориентиры (компетентностный подход).

Компетентностный подход в образовании приобретает все больший статус. Подтверждением этого являются, введение в образовательную систему новых федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) 3-го поколения, которые ориентированы на компетенции; на создание многоуровневой системы образования;

Компетенция – способность применять знания, умения, навыки и личностные качества для успешной деятельности в различных проблемных профессиональных и жизненных ситуациях.

Компетентность – уровень владения выпускником совокупностью компетенций, отражающий степень готовности к применению знаний, умений, навыков и сформированных на их основе компетенций для успешной деятельности в определенной области [1].

Сегодня перед ВУЗами, выпускающими кафедрами и работодателями встает вопрос оценки компетенций и личностных качеств выпускников. Компетенция (от лат. *competere* — соответствовать, подходить) – это способность специалиста (сотрудника) решать определённый класс профессиональных задач. Также – формально описанные требования к личностным, профессиональным и другим качествам сотрудников компании (Википедия).

Научным интересом авторов является проблема оценки компетенций ИТ-специалиста, студента, выпускника ВУЗа. Информационно-коммуникационная компетентность (ИКК) является неотъемлемым качеством любого специалиста в условиях инновационной экономики. Роль ИКК в образовании поднимается в многочисленных работах исследователей.

Высшее учебное учреждение должно сформировать у студента за 4 года обучения + 2 года магистратуры немалый комплекс сложных единиц развития профессионализма – компетенций, что является практически многогранной и сложной задачей.

Не смотря на динамичность и изменчивость процессов, протекающих в системе российского образования, есть возможность чёткой формулировки требований к уровню ИКК обучаемых на каждом этапе обучения. Необходим алгоритм определения, оценки, изменения, корректировки компетенций обучаемых всех уровней и категорий.

Необходимо выявить информативные показатели для формирования ИК-компетентности обучаемых технического ВУЗа и сформулировать решающие правила на основе неоднородной последовательной процедуры распознавания для прогнозирования развития данного вида компетентности.

В настоящее время для оценки состояния объектов или процессов в различных областях знаний широко используются разного рода интегральные показатели, основное назначение которых – дать комплексную оценку выбранных характеристик объекта. Такие показатели просты в применении и служат своего рода индикаторами, так как их отклонения от некоторых заданных значений свидетельствуют об изменении состояния объекта и предполагают его дальнейший анализ. Чувствительность показателя к изменениям состояния объекта на различных уровнях его иерархической структуры напрямую связана с выбором уровня декомпозиции объекта, на основе которого строятся

интегральные показатели. Любой интегральный показатель суммирует все локальные показатели в какой-то области (временной, пространственной, ситуационной). В свою очередь, локальные оценки это любые количественные оценки, которые делаются на основе однократных измерений в одной точке: будь то определённый момент времени, точка в геометрическом пространстве или точка в пространстве состояний. Существуют различные методы и подходы в зависимости от особенностей решаемой задачи. В качестве базовых рассмотрены модели квалиметрии (Н.А.Селезнева, А.И.Субетто), методы получения интегральных оценок состояния организма человека (Баевский Р.М., Новосельцев В.Н., Казначеев В.П., Айдаралиев А.А., Кобринский Б.А.) и интегральных критериев профессиональной готовности (Коваленко А.В.) и профпригодности (Фрумкин А.А.) [2].

На основе анализа основных типов методов свертывания, используемых в моделях квалиметрии, предлагается использовать методы, наиболее подходящие для формирования интегральных показателей и критериев оценки компетентности. Интегральные оценки можно разделить на 4 вида в соответствии с используемым типом свертки.

Изучены следующие критерии оценки формирования информационной компетентности обучаемых:

Формализованные критерии в виде факторных моделей – функциональное свертывание.

$$\bar{\mu} = f(\mu_1, \dots, \mu_2).$$

2. Функции соответствия в виде свертки функций принадлежности – сепарабельное свертывание. $\bar{\mu} = \sum l(\lambda_i) \varphi(\mu_i).$

Первые два вида Интегральных показателей используются для оценки личностных и деловых качеств.

3. Обобщенная свертка в виде линейной регрессии – аддитивная свертка (используется для оценки интеллектуального потенциала). $\bar{\mu} = \sum \lambda_i \mu_i.$

4. Интегральные критерии в виде продукционных моделей. Используются интегральные критерии профессиональной пригодности для различных специальностей и направлений технического университета.

Приведенные критерии могут быть использованы для решения прикладных задач, связанных с оценкой компетентности обучаемых (например, формирование рейтинга), так и входить в состав решающих правил для диагностики компетентности.

Использование факторных моделей для формирования интегральных критериев оценки личностных качеств было предложено еще С.А. Айвазяном [3]. Широкий интерес к приложению методов факторного анализа связан с тем, что эти методы позволяют решать задачу построения той или иной схемы классификации, т.е. компактного содержательного описания исследуемого явления, на основе обработки больших информационных массивов.

Основная модель факторного анализа записывается следующей системой равенств:

$$x_i = \sum_{j=1}^m l_{ij} f_j + \varepsilon_i; \quad i = \overline{1, p}; \quad m \leq p. \quad (1)$$

Т.е. полагается, что значения каждого признака x_i , могут быть выражены суммой простых факторов f_j , количество которых меньше числа исходных признаков, и остаточным членом ε_i , с дисперсией $\sigma^2(\varepsilon_i)$, действующей только на x_i , который называют *специфическим фактором*.

Коэффициенты l_{ij} называются нагрузкой i -й переменной на j -й фактор или *нагрузкой j -го фактора на i -ю переменную*. Максимально возможное количество факторов m при заданном числе признаков p определяется неравенством $(p + m) \leq (p - m)^2$, которое должно выполняться, чтобы задача не вырождалась в тривиальную.

Задачу факторного анализа нельзя решить однозначно. Равенство (1) не поддаются непосредственной проверке, так как p исходных признаков задается через $(p + m)$ других переменных – простых и специфических факторов. Поэтому представление корреляционной матрицы факторами можно произвести бесконечно большим числом способов. Если удалось произвести факторизацию корреляционной матрицы с помощью некоторой матрицы факторных нагрузок F , то любое линейное ортогональное преобразование F (ортогональное вращение) приведет к такой же факторизации [4]. Предлагается ортогональное вращение факторов осуществлялось методом варимакс, поскольку этот метод позволяет упростить интерпретацию факторов, (в то время как кватримакс — переменных, а

эквамакс — и факторов, и переменных одновременно). Полученные факторы представляют собой линейные функции вида:

$$F_1 = f_{11} \cdot x_1 + f_{12} \cdot x_2 + \dots + f_{1p} \cdot x_p, \quad (2)$$

$$i = 1 \dots m, \quad j = 1, 2 \dots p,$$

где m - количество факторов;

p - количество переменных;

f_i - нагрузка i -го фактора на j -ю переменную;

x_j - переменные.

Функцию вида (2) будем использовать в качестве формализованного критерия для оценки компонентов компетентности. Такой подход наиболее эффективен в случае, когда исследуемый компонент характеризуется неким выходным качеством Y , которое априори обуславливается (не обязательно однозначно) набором поддающихся учету и измерению «входных параметров» $x_1, x_2, \dots, x_p$.

Так, например, уровень педагогического мастерства Y характеризуется признаками, $x_1, x_2, \dots, x_p$ которые можно «измерить» по результатам анкетирования студентов.

В [5] рассмотрены возможности данного подхода на примере задачи формирования обобщенных критериев оценки и анализа структуры специальной компетентности выпускников технического вуза, занимающихся преподавательской деятельностью. Сфера профессиональной деятельности выпускников технических вузов достаточно разнообразна, в том числе часть из них выбирает преподавательскую деятельность (в основном, связанную с преподаванием специальных дисциплин). Рассмотрены вопросы оценки и анализа предметно-деятельностной (специальной) компетентности этой категории выпускников (включая магистрантов и аспирантов).

Экспертные оценки представляли собой ответы на анкету «Преподаватель глазами студентов». В настоящее время результаты анкетирования используются в ТПУ и в ряде других российских ВУЗов при аттестации преподавателей. Однако способ обработки и анализ результатов анкетирования является некорректным с точки зрения математической статистики. Так, например, нельзя использовать среднее значение в качестве меры центральной тенденции для показателей ранговой шкалы. Кроме того, не учитывается влияние резко выделяющихся наблюдений (мнений экспертов-«еретиков») на итоговую оценку и т.д. В связи с этим для анализа и обработки результатов анкетирования наиболее приемлемо использовать экспертно-статистические алгоритмы, изложенные в [6].

Предложенная технология построения интегральных показателей и критериев оценки компетентности на основе тестирования и экспертного оценивания, позволяющая получать оценки, как для компонентов, так и подсистем компетентностной модели с учетом особенностей исходной информации оказалась более корректной. На основе полученных критериев разработаны алгоритмы формирования рейтинга, позволяющие максимально снизить роль субъективного фактора в решении таких задач. Впервые в практике оценки компетентности сформированы интегральные критерии, полученные на основе теории нечетких множеств. Эффективность предложенного подхода продемонстрирована на примере задач формирования интегральных показателей для оценки основных четырех подсистем компетентности и уровня компетентности специалиста с высшим техническим образованием.

Становится очевидным, что математический аппарат оценки компетенций и пр. должны являться частью одной комплексной системы формирования ИКК, имеющей информационное обеспечение.

Для определения моделей и алгоритмов управления данными процессами планируется применить следующие подходы:

1. Алгоритмы обработки информации в задачах оценивания качества обучения студентов ВУЗа на основе экспертно-статистических методов.

2. Системные исследования и информационные технологии оценки компетентности студентов:

- системные аспекты компетентности студентов и её измерение;
- разработка инструментария для измерения и оценки компетентности по результатам тестирования и экспертного оценивания;
- технология выявления скрытых закономерностей в структуре компетентности;
- разработка интегральных показателей и критериев оценки компетентности и формирования рейтинга студентов;

- применение классификационных моделей в задачах исследования диагностики и прогнозирования компетентности;
- компьютерные системы оценки компетентности студентов и выпускников технического университета.

В результате выбора критериев и моделей оценки компетенций, разработки алгоритмов процесса формирования и корректировки и построения прогностических моделей должны быть решены ряд практических задач:

- 1) прогнозирование ИКК (регрессионная модель);
 - 2) прогнозирование стиля и траектории учебной и профессиональной деятельности на основе дискриминантного анализа;
 - 3) диагностика ИКК на основе неоднородной последовательной процедуры распознавания [7].
- Литература.

1. Замятин А. М. Система оценки компетенций студентов ВПО. Обзор достижений и нерешенных задач [Текст] / А. М. Замятин // Молодой ученый. — 2012. — №5. — С. 418-420.
2. Дюк В.А. Компьютерная психодиагностика, – СПб: Питер, 1994. – 364 с.
3. Айвазян С.А., Бежаев З.И., Староверов О.В. Классификация многомерных наблюдений. – М.: Статистика, 1974. – 240 с.
4. Окунь Я. Факторный анализ. М.:Статистика, 1974. – 198 с.
5. Берестнева О.Г. Системные исследования и информационные технологии оценки компетентности студентов: дис.к.т.н. ТПУ, Томск, 2007.
6. Мурахина О.В., Берестнева О.Г. Информационная технология для задач оценивания качества обучения студентов вуза на основе экспертно-статистических методов // Вестник ТГУ, 2004, – №284. – С.10-14.
7. Е.В. Молнина, К.С.Картуков, И.А. Лызин, В.Д. Агаджанян. Исследование систем формирования информационно-коммуникационной компетентности обучаемых. // Ползуновский вестник. – 2014. – №2. – С. 153-156.

ОТ ЧЕГО ЗАВИСЯТ ВЫСОКИЕ БАЛЛЫ НА ЕГЭ?

*Л.Ю. Карпова, директор гимназии, И.В. Белякина, зам. директора по УВР
МАОУ «Гимназия города Юрги», 652050, г. Юрга, ул. Московская, 48
тел., факс 8 (38451) 6 75 30
E-mail: yurga-gimnazyu@mail.ru*

Повышение уровня математической образованности сделает более полноценной жизнь россиян в современном обществе и обеспечит потребности в квалифицированных специалистах для наукоемкого и высокотехнологичного производства отмечено в концепции развития математического образования Российской Федерации.

С 2008 года уровень математической образованности измеряется независимой экспертизой – единым государственным экзаменом. Федеральные государственные образовательные стандарты требуют сформированности у выпускников школ математических компетенций. Единый государственный экзамен оценивает уровень этой сформированности.

Система математического образования нашей гимназии нацелена на повышение результатов единого государственного экзамена по математике, что подтверждают высокие баллы. Так, например, с 2012 года средний тестовый балл гимназистов по математике вырос с 52,8 до 64,2 в 2014. Что выше показателей не только областных, но российских. В областном рейтинге по результатам ЕГЭ 2014 года гимназия занимает третье почетное место по математике. От чего же зависят такие высокие баллы на ЕГЭ, спросите Вы. Раскроем несколько своих секретов.

На сегодняшний день в гимназии сложился положительный опыт математической подготовки учащихся. А именно, в учебном плане гимназии в 5-7-х классах введены дополнительные занятия по курсу «Решение нестандартных задач по математике». В 8, 9-х классах математика ведется по углубленным программам.

На третьем уровне образования с 10-го класса введен социального - экономического профиль, где математика является одним из профильных предметов. При обучении этому предмету класс делится на подгруппы. Количество часов учебного плана отведенных на изучении математики в 10-11 классах увеличено. После уроков гимназисты активно посещают учебные практики по математике. Для одаренных детей ведутся индивидуальные занятия.

Учителя математики гимназии ведут свои уроки на высоком профессиональном уровне, используя развивающие технологии и современные средства обучения. Особое внимание уделяется формированию умений выделять в условии задания главное, устанавливать причинно-следственные связи между отдельными элементами содержания, вовлекая детей в проектно – исследовательскую деятельность. Каждый учитель стремится научить ребенка тщательно анализировать предложенный материал, выбирать верную последовательность действий, а главное уметь использовать приобретённые знания и умения в практической и повседневной деятельности.

Большая работа проводится учителями по пропаганде математического образования среди одаренных школьников. Более 80% учеников гимназии ежегодно вовлечены олимпиадным движением, участвуя в очных, заочных, дистанционных олимпиадах. Широкий спектр интеллектуальных мероприятий, в которых участвуют наши гимназисты, позволяет вывести математическое образование на качественно новый уровень.

В рамках сотрудничества гимназии с центром довузовской подготовки Кемеровского государственного университета его преподаватели проводят с 9-11 классами математические занятия, что улучшает подготовку гимназистов к экзаменам, к олимпиадам, научно-практическим конференциям.

Ни для кого не секрет, что психологическая комфортность ученика на ЕГЭ качественно улучшает его результаты. С этой целью в гимназии проводится ряд важных мероприятий. На протяжении всего учебного года учителя и учащиеся знакомятся с контрольно измерительными материалами через банк открытых заданий.

Тщательный разбор тренировочных упражнений снижает риск того, что на экзамене под влиянием стресса ребенок может не узнать под новой формулировкой старые знания. Ученикам постоянно объясняется важность самостоятельного решения заданий, предложенных в сети Интернет и экзаменационных сборниках.

В течение всего учебного года администрация гимназии проводит диагностическое тестирование, на котором ребенок погружается в атмосферу экзамена, проходя всю процедуру его проведения. И когда ребенок попадает на экзамен, то он погружается в знакомую ситуацию, с которой уже готов справиться. Все это способствует повышению качества сдачи экзаменов.

В период сдачи экзаменов очень важна подготовленность родителей к осознанию, что в их семье выпускник. Администрация гимназии проводит серию родительских собраний, где родителям объясняется их миссия в экзаменационный период. Наши родители хорошо знают регламент экзаменов, законодательную базу государственной итоговой аттестации, интересуются приемами психологической поддержки ребенка-выпускника, что естественно повышает качество подготовки выпускника в домашних условиях.

Целеустремленные и настойчивые гимназисты, заботливые и любящие родители, высококвалифицированные и творческие педагогические кадры - это тройственный союз, обеспечивающий высокое качество результатов на ЕГЭ.

Экзаменационный материал на государственной итоговой аттестации охватывает знания по математике с 5 по 11 класс. Туда входят задания:

- на описание с помощью функций реальных зависимостей между величинами;
- на чтение информации, представленной в таблицах, на графиках или диаграммах;
- на решение задач социально-экономического и физического характера;
- решение несложных текстовых задач на оптимальное решение, моделирующих реальную ситуацию.

Ежегодный анализ выполнения экзаменационных заданий показывает, что «львиная» доля ошибочных ответов приходится на задания с геометрическим содержанием. Следовательно, необходимо обратить серьезное внимание на изучение геометрии в школьном курсе для успешного выполнения заданий части С необходим дифференцированный подход в работе с наиболее подготовленными учащимися. Это относится и к работе на уроке, и к дифференциации домашних заданий и заданий, предлагающихся учащимся на контрольных, проверочных, диагностических работах. А так же организуем серьезную дополнительную внеурочную работу, на которых под руководством учителя обсуждаются:

- необычные и творческие задания, требующие от учащихся нестандартного алгоритма действий;
- задания на применение полученных знаний в изменённых и новых ситуациях.

Для нас важно не столько формальная математическая образованность (знание терминов, формул, правил, готовых алгоритмов), сколько общая математическая культура, способность

анализировать нестандартную (незнакомую) задачу, строить и исследовать адекватную ситуации математическую модель.

Все мы понимаем, что поздно начинать изучать математику в 9 или 11 классе, готовясь к экзаменам. Математическое образование начинает формироваться у ребенка с 1-го класса, а может быть и раньше. В связи с этим необходимо тщательно продумать выбор программ, учебников, а так же методов обучения математике. В нашей гимназии этому вопросу уделяется серьезное внимание. Высокий уровень знаний подтверждают мониторинги обученности учащихся гимназии на всех уровнях обучения.

Необходимо отметить, что для качественного проведения уроков математики необходима современная материально – техническая база, которая имеется в гимназии благодаря грантовой поддержке инновационных учреждений Губернатором Кемеровской области А. Г. Тулеевым. Все кабинеты математики оснащены современным оборудованием. Имеется мобильный класс, интерактивный и мультимедийные комплексы, документ-камера. Учителя математики имеют в своем распоряжении математические справочники; энциклопедии; раздаточный материал, который ежегодно обновляется. Все учителя математики своевременно проходят курсовую переподготовку, участвуют в профессиональных сообществах, являются лауреатами профессиональных конкурсах, награждены отраслевыми наградами.

Введение новых стандартов открыло для нас, учителей математики новые горизонты. Новые учебники позволяют сформировать не только знания, умения, навыки ученика, но и универсальные учебные действия. Учащиеся простую зубрежку абстрактных формул заменяют прикладным освоением учебного материала. Внеурочная деятельность в рамках новых стандартов позволяет найти время для творчества, для реализации интересных проектов, что, несомненно, ведет к повышению мотивации в изучении «сухой», но **красивой** науки математики.

Литература.

1. Журнал «Вестник образования России».
2. Журнал «Директор школы».
3. Приказ Министерства образования Российской Федерации от 06.10.2009 года № 373 «Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования» с внесенными изменениями от 26.11.2010 № 1241.
4. Приказ Министерства образования Российской Федерации от 17.12.2010 года №1897 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования».
5. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2013 г. N 2506-р г. Москва «Концепция развития математического образования в Российской Федерации».
6. Справочник руководителя образовательного учреждения.
7. Федерального закона Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации".

ТЕХНОЛОГИЯ АКТИВИЗАЦИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ, ТВОРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ

С.Ю. Андреева, к.пед.н.

*Красноярский краевой институт повышения квалификации и профессиональной
переподготовки работников образования
660079, г. Красноярск, ул. А. Матросова, 19*

Актуальность исследования обусловлена наличием противоречия между резервом имеющихся теоретических и методических возможностей и недостаточным использованием этих возможностей как средств активизации и эффективности познавательной деятельности учащихся, развития их творческого потенциала.

Указанное противоречие порождает проблему организации условий для активной и эффективной познавательной деятельности учащихся. Одним из путей решения данной проблемы может быть создание технологии преподавания, обеспечивающей условия для развития интеллектуального, творческого потенциала учащихся (на содержании неорганической химии).

Учитывая самоорганизующийся характер процесса интеллектуального развития и его движущую силу, формой организации познавательной деятельности, создающей условия для развития творческих способностей учащихся, следует признать исследовательскую.

В работе обоснована целесообразность применения дедуктивного подхода в учебном процессе и условия его реализации, а также показано влияние систематизации и структурирования учебного материала на активизацию психических познавательных процессов. Так как эти процессы лежат в основе развития любых способностей, то логично предположить, что развитие восприятия, внимания, памяти, мышления, воображения неизбежно приведет к развитию познавательных и творческих способностей учащихся.

С другой стороны, аналитические познавательные процессы являются основой интегральных познавательных процессов (целеполагания, программирования, планирования, прогнозирования и др.). Следовательно, развитие интегральных познавательных способностей так же зависит от степени систематизации подлежащего изучению материала.

Установлено, что активизация и эффективность познавательной деятельности зависит от степени систематизации и уровня обобщения учебного материала. Использование технологий на основе психологических закономерностей усвоения является вторым условием активизации познавательной деятельности учащихся

На основании трудов В.В. Давыдова, Б.Ф. Ломова, И.Ю. Соколовой установлено влияние обобщения информации на активизацию познавательной и творческой деятельности. Результаты представлены на рис. 1

На основе анализа содержания программ разных авторов, предпринята попытка конструирования содержания курса неорганической химии, в основе которого лежит системный подход в изложении материала.

Преимуществом системного подхода является возможность прогнозирования свойств элементов и их соединений на основе строения атома, без механического заучивания фактического материала. Предлагается структура содержания и логика изложения учебного материала, позволяющая

раскрыть связи не только внутри информациионных блоков, но и организовать взаимосвязь между ними, то есть систематизировать содержание на более высоком уровне (рис.2).

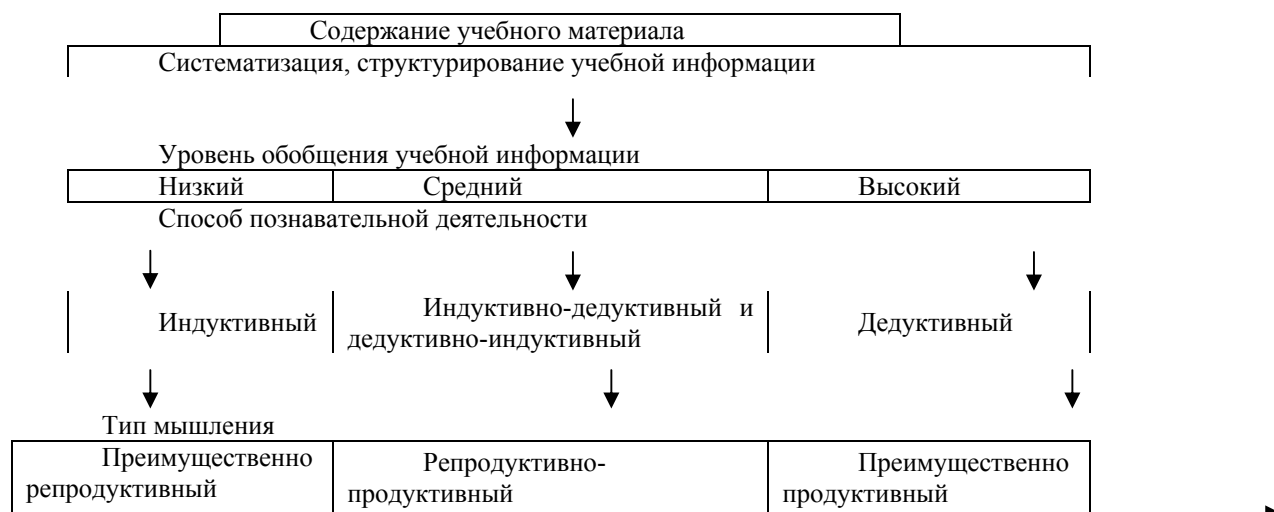


Рис. 1. Влияние обобщения на активизацию познавательной деятельности.

Активизация познавательной активности

Содержание разделов курса естественно взаимосвязано и представляет собой единую систему, каждый компонент которой необходим для понимания последующих.

Следовательно, для активизации познавательной и творческой деятельности учащихся необходима разработка и внедрение технологии, обеспечивающей, с одной стороны, эффективное управление процессом познания, и создание условий для развития творческих способностей учащихся, с другой.

Обобщив подходы к определению понятия, сделан вывод, что любая педагогическая технология должна удовлетворять следующим основным требованиям:

- быть воспроизводимой, то есть гарантировать конечный результат независимо от особенностей личностей, участвующих в процессе;

- быть эффективной; эффективная технология дает максимальный результат при минимальных затратах времени, энергии, ресурсов и т. д.

Важнейшим дидактическим элементом образовательной технологии являются инструменты учебной деятельности учащихся. Основная их функция – повышение эффективности работы учащихся и снижение влияния различий в уровне их способностей. На создании подобных инструментов основаны и описаны многие технологии: опорные схемы (С.Н. Лысенкова), опорные сигналы (В.Ф.Шаталов, А.Г., Гайштут, С.Д. Шевченко), структурно-логические схемы И.Ю.Соколова, Н.Ф.Тищенко, ориентировочные основы действия (Н.Ф.Талызина, П.Я. Гальперин, М.Б. Волович, В.Э. Штейнберг).



Рис. 2. Предлагаемая структура курса основ неорганической химии

При этом инструментарий должен быть представлен в визуальной форме, так как эффективность усвоения информации, представленной в визуально-образной форме, достигает 90%, тогда как эффективность усвоения информации, поданной в вербальной форме, не превышает 30% (В.В. Гузеев).

Анализ методологической, педагогической, научно-методической и психологической литературы показывает, что значительная часть положительных результатов получена при использовании технологий на основе следующих генеральных идей:

- Укрупнение дидактических единиц (П.М. Эрдниев). На ее основе разрабатываются и внедряются крупноблочные и модульные технологии (И.Ю.Соколова, П.И. Третьяков, И.Б. Сенновский).
- Планирование результатов обучения. На основе этой идеи разрабатываются технологии постановки целей и дифференцированного обучения (Н.П. Гузик, Унт Инге).
- Психологизация образовательного процесса – то есть построение учебного процесса на основе учета психологических теорий усвоения (П.Я. Гальперин, Б.Ц. Бадмаев).

Эти положения явились базой для разработки предлагаемой автором технологии обучения.

Возникновение технологии обязано неудовлетворенностью автора сформированными в школе умениями составлять формулы соединений и уравнения реакций, что и составляет ядро химических знаний. Основными причинами недостаточной эффективности школьного курса, на наш взгляд, являются перегруженность его фрагментарным фактическим материалом, не имеющим принципиального значения, недостаточный уровень систематизации последнего и отсутствие научной основы методик преподавания.

Технология преподавания основ неорганической химии разработана с учетом выявленных на современном этапе развития науки психологических закономерностей усвоения, максимально способствующих проявлению творческих способностей учащихся. Она основана на систематизации и структуризации материала, активных формах учебной деятельности и эффективном управлении процессом познания. Последний понимается как процесс планирования, организации, мотивации и контроля, необходимый для постановки и достижения целей. Предлагаемая технология основана на использовании более высокого уровня организации материала и эффективных способов управления формированием специфических форм мыслительной деятельности учащихся.

Известно, что главным признаком более высокого уровня организации системы является так называемое вторичное упрощение. Система, эффективнее организованная, становится более простой и компактной. При этом теряется часть специфической информации, но в целом такая система более информативна, так как обладает несравнимо большими, ранее отсутствовавшими прогностическими возможностями. Более высокий уровень организации предполагает повышение качества знаний, что более важно, чем их количество.

Теоретической основой технологии стала теория, изложенная в трудах П.Я. Гальперина, опирающегося на работы Выготского А.С., А.Н. Леонтьева и др., которая на наш взгляд, может стать основой эффективного обучения. В основу технологии легли также теоретические разработки А.В. Усовой, В.В. Давыдова, В.Г. Разумовского и др., описывающие особенности организации учителем познавательной деятельности и творческого процесса.

Особенность заключается в формировании у учащихся теоретического мышления путем специального построения учебного предмета и особой организации познавательной деятельности. В процессе обучения педагог не излагает основные знания, а организует освоение учащимися генетических отношений объектов, которые представлены в созданных автором информационно-логических схемах и таблицах. Последние содержат фактический материал, подтверждающий (или опровергающий) результаты теоретического прогноза.

Учащиеся осваивают универсальный способ мыслительной деятельности, позволяющий получить значительную часть фактической информации методом дедукции. Теоретический материал излагается только в объеме общих положений.

Программный материал организован в специальную строгую систему задач так, чтобы каждая предыдущая ступень была необходима для усвоения последующей. Таким образом, соответствующий материал повторяется с необходимостью в деятельности ученика каждый раз на новом уровне и в новых связях. В этом случае новые знания прочно усваиваются без заучивания, то есть произвольно.

Системно-деятельностный подход позволяет значительно сократить информационную нагрузку обучаемых без ущерба для понимания материала, стимулировать непроизвольное запоминание, формировать системное знание и мышление, использовать дедуктивный метод получения фактической информации, активизирующий продуктивное (творческое) мышление.

Изучение теории строения атома дает возможность самостоятельно прогнозировать возможные и характерные степени окисления элементов, от которых в свою очередь зависит состав образующих ими бинарных соединений и гидроксидов.

Для организации познавательной деятельности в качестве раздаточного материала используются таблицы 1-3, приведенные выше. В них предложен алгоритм, позволяющий учащимся простроить генетические связи между строением атома и проявляемыми им степенями окисления. Познавательная деятельность организована таким образом, чтобы максимально снизить объем информации, предназначенной для механического заучивания. Запоминание осуществляется непроизвольно, в ходе выполнения заданий (сначала репродуктивного, а затем продуктивного типа). Заполненный вариант таблиц (см приложение с.118-120).

Формулы гидроксидов выводятся самостоятельно по алгоритмам, содержащимся в таблицах 4,5. Предложенный алгоритм позволяет проследить зависимость кислотно-основных свойств гидроксидов от степени окисления элемента. Заполненный вариант таблиц в приложении.

Аналогичным образом организована вся работа по изучению состава неорганических соединений. Учащиеся выполняют ее легко, очень быстро и с удовольствием.

Полученные знания и умения закрепляют с помощью упражнений по составлению формул гидроксидов различных элементов и уравнений их диссоциации.

Составление уравнений реакций кислотно-основного типа с предварительными небольшими объяснениями осваивается в процессе активной работы с использованием информационно-

логических схем (ИЛС), на которых материал представлен в максимально свернутой, обобщенной, систематизированной форме, благодаря чему они компактны и информативны.

Ниже приведены результаты экспериментального исследования эффективности разработанной автором технологии и традиционно применяемой в учебном процессе по курсу неорганической химии.

Эксперимент проводился в течение трех лет на базе факультета довузовской подготовки КГАЦМиЗ. Всего в эксперименте приняли участие 208 слушателей Малой инженерной академии, учащихся 10 класса, разделенные на два потока - экспериментальный и контрольный. В качестве критерия эффективности использовался коэффициент усвоения знаний (по формуле Грабарь М.И.)

Констатирующий эксперимент показал базовый уровень усвоения знаний учащимися, сложившийся в результате школьного обучения химии в 8 и 9 классах общеобразовательной школ в количестве 132 часов.

Средние значения коэффициента усвоения знаний на этапе констатирующего эксперимента представлены в таблице 1 и на гистограмме 1.

Таблица 1

Значения коэффициента усвоения знаний на этапе констатирующего эксперимента		
Годы	Коэффициент усвоения знаний	
	Контрольная группа	Экспериментальная группа
1998–1999	0,31	0,29
1999 – 2000	0,25	0,27
2000 - 2001	0,26	0,30
Среднее	0,27	0,29

Результаты формирующего эксперимента представлены в таблице 2.

Таблица 2

Значения коэффициента усвоения знаний на этапе формирующего эксперимента		
Годы	Коэффициент усвоения знаний	
	Контрольная группа	Экспериментальная группа
1998 – 1999	0,74	0,80
1999 – 2000	0,70	0,84
2000 - 2001	0,68	0,82
Среднее	0,71	0,82

Серия проведенных исследований показала стабильно более высокую эффективность усвоения знаний учащимися экспериментальных групп.

Проведено также исследование зависимости усвоения учебного материала от уровня интеллектуального развития учащихся при применении групп по окончании курса были проведены одинаковые контрольные работы.

Тестирование их по ШТУР (школьный тест умственного развития) выявило наличие в каждой группе учащихся с разным уровнем развития умственных способностей: низким, ниже среднего (нс), средним (с) и выше среднего (вс).

Средние итоговые оценки (в пятибалльной шкале) по группам с разным уровнем интеллектуального развития приведены в таблице.

Таблица 3

Средние итоговые оценки по группам учащихся
с разным уровнем интеллектуального развития

Уровень интеллектуального развития		Средняя итоговая оценка	
		Традиционная методика	Интенсивная технология
низкий	«н»	3,20	3,25
ниже среднего	«нс»	3,25	3,50
средний	«с»	3,93	4,40
выше среднего	«вс»	4,66	4,25

Результаты этого исследования в основном подтверждают полученные ранее выводы. Обращают на себя внимание итоги групп учащихся с показателями интеллектуального развития "выше среднего". Создается впечатление, что использование интенсивной технологии, построенной по информационно-логическому принципу, в этом случае дает отрицательный результат. Возможно, что имеет место непредставительная выборка, случайный фактор, так как эти группы очень немногочисленны (3 и 4 человека соответственно). Тем не менее, совсем очевидно, что многие из них плохо усваивают новый для них логический подход. Учитывая, что аналогичные случаи наблюдаются ежегодно, можно предположить проявление эффекта наличия сугубо познавательных способностей при отсутствии выраженных творческих задатков. Это возможно, судя по литературным данным (Ю.З. Гильбух).

Количество учащихся, получивших оценки «4 и 5» при использовании традиционной методики у групп "н + нс" составило 50%, при использовании интенсивной технологии для этой же категории - 62,5%, для категорий "с + вс" составило соответственно 85% и 92%.

Показательно также количество неудовлетворительных оценок. При использовании интенсивной технологии оно составило 2 %, при традиционной методике преподавания - 9%.

Таким образом, приведенные результаты свидетельствуют в пользу большей эффективности интенсивной технологии преподавания основ неорганической химии, которая за короткое время позволяет сформировать систему химических знаний, установить взаимосвязи между элементами этой системы и отказаться от запоминания отдельных фактов.

Обучение по предлагаемой технологии ведется на курсах повышения квалификации учителей химии в Красноярском краевом институте повышения квалификации работников образования.

В эксперименте приняли участие 67 человек, разного возраста, стажа работы (от 1 года до 29 лет) и категории (с12 разрядом – 47%, с 13 – 29%, с 8 – 12 %, с 9 и 11 по 6 %). Все педагоги имели высшее образование. Занятия велись по предложенному плану, но без выполнения исследовательской работы в силу ограниченности времени. Аналог выходного теста предлагался учителям на входе и на выходе сессии.

Следует отметить, что задания теста в основном не превышают базовый школьный уровень, а тем более уровень вуза. Поэтому результаты, полученные на входе, были приняты за контроль, показывающий уровень владения материалом в результате традиционных методик преподавания. Полученные результаты приведены в таблице 4.

Таким образом, преподавание основ неорганической химии с помощью предлагаемой технологии за короткое время позволяет сформировать систему химических знаний, установить взаимосвязи между элементами этой системы, отказаться от запоминания отдельных фактов.

Таблица 4

Динамика результатов слушателей повышения квалификации

№ группы	К на входе	К на выходе
1	0,61	0,95
2	0,63	0,98
3	0,58	0,97

Диагностика эффективности курсов повышения квалификации, проведенная центром мониторинга ИПК РО, выявила результаты оценки слушателями курсов значимости предложенной им информации, которые представлены на диаграмме 4. При этом 83,3% слушателей признали курсы продуктивными, причем 18,6% отметили, что в ходе работы были созданы условия для собственного творчества и самообразования.

Поэтому, несмотря на ограниченность выборок, можно сделать вывод, что приведенные результаты свидетельствуют в пользу большей эффективности интенсивной технологии преподавания основ неорганической химии.

Рекомендации по активизации познавательной, исследовательской и творческой деятельности учащихся в разных предметных областях

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования (на примере курса неорганической химии) позволили сделать следующие рекомендации по активизации познавательной, исследовательской, творческой деятельности учащихся в разных предметных областях.

Одним из основных условий активизации познавательной деятельности учащихся является изменение функций участников образовательного процесса, когда учитель, педагог из передатчика знаний становится направляющим познавательной деятельности учащихся, а последние из пассивных слушателей превращаются в активных преобразователей учебной и другой необходимой информации. Это возможно осуществить в любой предметной сфере деятельности учащихся, если учитель разработает дидактический и методический материал, позволяющий учащимся, в большей мере, самостоятельно, часто по индивидуальной траектории осваивать учебный предмет и решать при этом задачи разного уровня сложности, в том числе исследовательского характера и творческие, когда знания, полученные при освоении одной предметной области переносятся в смежные. Таким материалом (на примере курса химии) являются информационно-логические схемы и таблицы по разным темам, которые учащиеся заполняют в процессе исследовательской творческой деятельности и одновременно приобретают системные знания.

Обобщение учебной информации, ее систематизация и структуризация является другим важным условием активизации как познавательной, так и исследовательской, творческой деятельности учащихся. Поясним, почему обобщение так важно. Обобщение информации является неотъемлемой составляющей памяти и в целом познавательной деятельности. При освоении какой-то предметной области (и зачастую индуктивной подаче учебного материала) у учащегося может только постепенно сформироваться обобщенный образ восприятия этого предмета, установиться связи между отдельными разделами изучаемой дисциплины и сформироваться системное знание, но это длительный процесс. Он обеспечивает учащемуся решение задач по алгоритму и затрудняет решение исследовательских и творческих задач. Обобщение же педагогом учебной информации позволяет представлять ее чаще по дедуктивному принципу с раскрытием связей между блоками этой информации, что формирует системное знание и дает возможность учащимся решать задачи не только базовые – необходимые для закрепления материала определенной предметной области, но и задачи проектно-исследовательские и творческие.

Кроме того, обобщение учебной информации и представление ее по дедуктивному принципу способствует ее эффективному освоению учащимися художественно-мыслительного и мыслительно-художественного типов, которых среди школьников большинство.

Обычно, чем лучше педагог знает свой предмет, тем более высокий уровень обобщения учебной информации он может обеспечить. Наряду с этим, он может предложить учащемуся обобщить материал по какой-то теме или разделу изучаемой дисциплины и многие школьники с этим успешно справляются. Таким образом, обобщение учебной информации возможно для любой предметной области и способствует активизации не только познавательной, но и проектно-исследовательской, творческой деятельности.

Анализ существующих технологий обучения позволил установить принципы разработки технологий обучения, способствующих активизации познавательной, исследовательской и творческой деятельности учащихся, которые, по нашему мнению могут быть применены при разработке аналогичных технологий в любой предметной сфере. К этим принципам относятся следующие. 1) представление учебной информации крупными блоками, например, в виде информационно или структурно – логических схем, позволяющими учащимся увидеть связи внутри блоков информации и между ними, 2) разработка задач – заданий, базового репродуктивного, проектно-исследовательского и творческого характера, 3) организация учебного процесса на основе психологических концепций усвоения, 4) компьютеризация образовательного процесса, т.е. компьютерная поддержка обучения и управления, 6) планирование педагогом результатов обучения и постановка целей, 7) создание системы контроля усвоения знаний и развития интеллектуального и творческого потенциала учащихся.

Проведенные исследования подтвердили эффективность технологии обучения (на примере курса химии), разработанной на основе указанных выше принципов. Это дает основание рекомендовать разработку и применение аналогичных технологий в разных предметных областях с целью активизации познавательной, исследовательской и творческой деятельности учащихся.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИТОГОВОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МАТЕМАТИКЕ ВЫПУСКНИКОВ IX КЛАССОВ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ В ФОРМЕ ОГЭ В 2014 ГОДУ

*Т.П. Трушкина, председатель региональной экзаменационной комиссии по математике
методист кафедры естественнонаучных и математических дисциплин*

КРИПКиПРО, г. Кемерово

650070, г. Кемерово ул. Заузелкова3, тел. 3 8 983-218-89-75

E-mail: trushkinatp@yandex.ru

В Государственной итоговой аттестации по математике в 2014 году приняли участие выпускники 9-х классов в количестве 22245 человек из всех муниципальных образований области. Экзамен впервые проводился в штатном режиме, в новой форме сдавали все выпускники 9-х классов, за исключением детей с проблемами здоровья

В 2014 году экзамен проходил в достаточно жестком режиме, приближенным к процедуре проведения ЕГЭ, заданий по математике не было в открытом доступе. Ещё одна особенность экзамена этого года, заключалась в том, что задания в четырех вариантах не были аналогичными.

Таблица 1

Результаты государственной (итоговой) аттестации выпускников
IX классов по математике Кемеровской области в 2014 году

Средний балл	Средняя отметка	2		3		4		5	
		Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%
29,4	3,1	4478	20,1	12411	55,8	4098	18,4	1258	5,7

В таблице 1 приведены результаты экзамена без учета пересдачи, что соответствует реальному состоянию подготовки наших выпускников.

На рис. 2 представлена диаграмма «Результаты ГИА-9 по математике в форме ОГЭ», в которой представлено распределение по городам и районам.

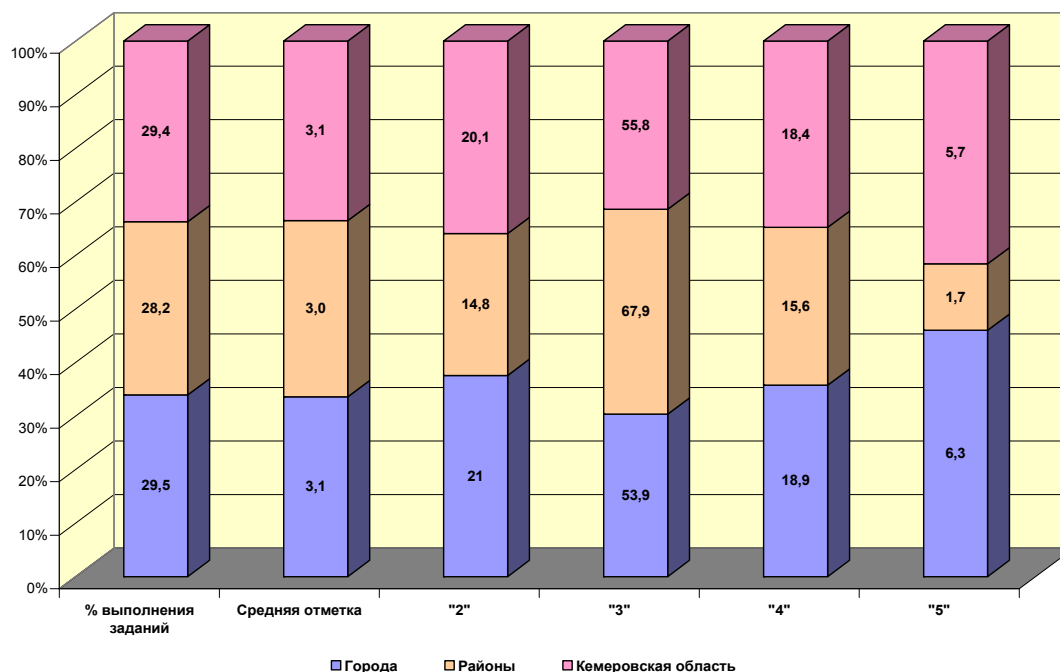


Рис. 1. Результаты ГИА-9 по математике в форме ОГЭ

Анализ диаграммы показывает, что в районах выше абсолютная успеваемость, чем в городах. Если в городах 21 % выпускников не набрали необходимого балла, то в районах таких выпускников только 14,8 %. Наиболее благополучные результаты по количеству двоек в следующих муниципаль-

ных территориях: п. г. т. Краснобродский (0 %), Анжеро-Судженск (0,3 %), Топкинский район (0,3 %), Прокопьевский район (0,4 %), Яйский район (0,5 %), Промышленновский р-н (0,5 %), г. Осинники (1,6 %), Беловский район (2,2 %), Тисульский район (2,6 %), Ижморский район (3,8 %), г. Тайга (4 %), Кемеровский район (6,9 %). Надеемся, что это объективно полученные результаты.

Доля учеников, которые получили оценку «3» больше в районах (67,9 %), чем в городах (53,9 %).

Но при этом качество обученности выше в городах. Более четверти выпускников 9-х классов в городах (25,2 %) получили за экзамен «4» и «5», в районах только менее пятой части выпускников (17,3 %). Но в некоторых муниципальных районах доля выпускников, которые получили оценки «4» и «5», намного выше, чем по области. Например, в Ижморском районе (31 %), Промышленновском районе (37,5 %), Топкинском районе (45,1 %). Наиболее высокие результаты получили выпускники городов Прокопьевск (31,2 %), п. г. т. Краснобродский (32,5 %), Анжеро-Судженск (36,2 %), Осинники (36,5 %). Будем ждать высоких результатов в этих муниципальных территориях на ЕГЭ по математике в 2016 году.

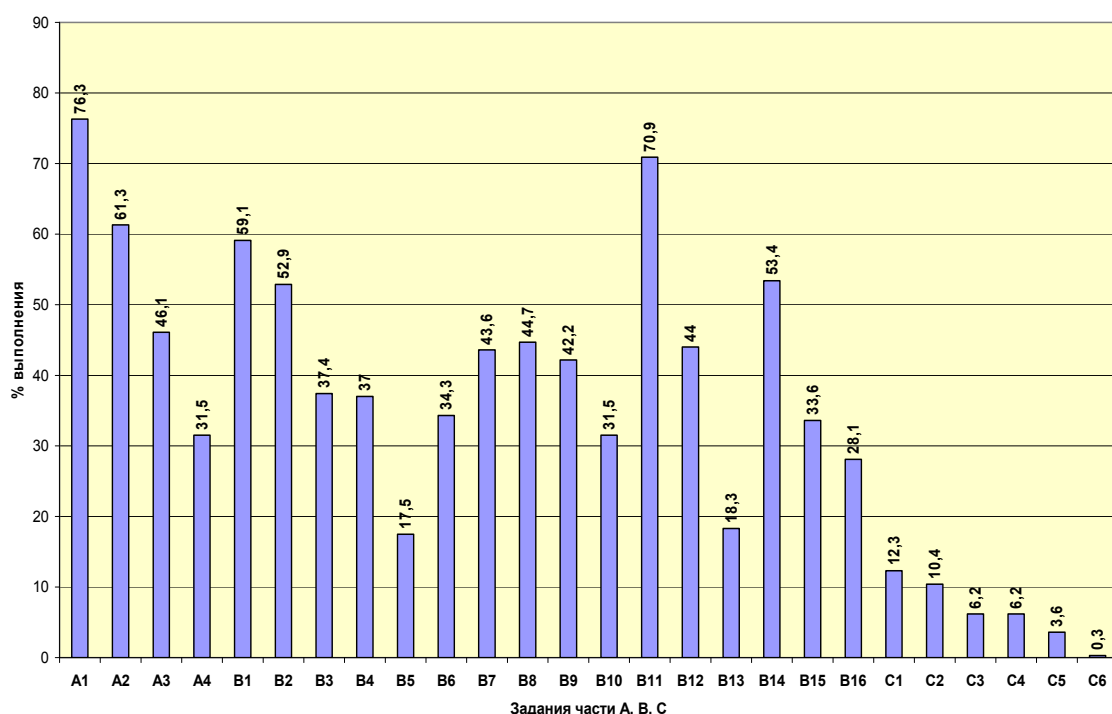


Рис. 2. Результаты выполнения заданий экзаменационной работы по математике 2014 года

На диаграмме обозначения заданий соответствуют следующему виду заданий: А – задания на выбор ответа, В – задания с кратким ответом, С – задания с развернутым ответом.

Часть 1 экзаменационной работы состоит из заданий базового уровня сложности, число заданий в данной части равно 20, соответственно максимальный первичный балл – 20 баллов, процент от максимального первичного балла за всю работу, равного 38 баллам составляет 53 %.

Планируемые показатели выполнения заданий этой части работы находятся в диапазоне от 40% до 90%. Эти показатели получены на основе исследований качества математической подготовки учащихся, а также результатов проведения экзамена в новой форме в предыдущие годы. В экзаменационной работе задания по уровню сложности распределяются следующим образом: 8 заданий с предполагаемым процентом выполнения 70 – 90%, 8 заданий с предполагаемым процентом выполнения 60 – 70% и 4 задания с предполагаемым процентом выполнения 40 – 60%.

В таблице 2 приводятся планируемые показатели выполнения заданий первой части работы и фактически полученные показатели выполнения этих заданий.

Таблица 2

Планируемые и фактические показатели выполнения заданий
первой части работы

Уровень выполнения выпускниками заданий экзаменационной работы	Планируемый уровень	Фактический уровень
70–90%	8 заданий	2 задания
60–70%	8 заданий	1 задание
40–60%	4 задания	8 заданий
менее 40 %		9 заданий

Анализ таблицы показывает, что уровень выполнения первой части работы очень низкий. Выпускники нашего региона не вошли не в один из планируемых уровней. Средняя решаемость заданий первой части составила 43,2 %. Выпускники 2014 года продемонстрировали нестабильное владение материалом на уровне базовой подготовки. Результаты выполнения основной части заданий в этой группе находятся в достаточно широком диапазоне: от 17,5 % (задание № 5) до 76,3 % (задание №2).

Средняя решаемость заданий модуля «Алгебра» составляет 48,5 %. Самая высокая решаемость в этом модуле в задании № 2 (верно выполнили 76,3 %) – задания на понимание соответствия между числами и точками координатной прямой и задании № 3 (верно выполнили 61,3 %) – задания на вычисление значения степеней с целыми показателями и выражений, содержащих квадратные корни. Оба задания не является новым, подобные задания достаточно часто включаются в экзаменационные и тренировочные работы. Наиболее трудными в данном модуле для выпускников 9-х классов оказалось задание № 7 (верно выполнили лишь 17,5 %) – задание на установление соответствия между функциями и графиками. Иными словами, значительная часть экзаменуемых (82,5 %) проявили содер­жательное не знание формул основных функций и соответствующих им графиков.

Средняя решаемость заданий по модулю «Геометрия» составляет 39,3 %. Анализ выполнения заданий по геометрии показывает, что задания, относящиеся к разным темам курса, выполняются на одном уровне: справляются с ними от 31,5 % до 44,7 %, что не соответствует нормативам. С тремя заданиями данного модуля справилось чуть более 40 % выпускников. Это задание № 10 (справилось 43,6 % выпускников), задание № 11 (решаемость 44,7 %) и задание № 12 (решаемость 42,2 %). Решаемость ещё двух заданий этого модуля составляет 34,3 % (задание № 9) и 31,5 % (задание № 13).

Решаемость задний модуля «Реальная математика» в среднем составила 40 %. Самый высокий результат был при решении задания № 15, связанного со статистикой. 70,9 % выпускников сумели проанализировать реальные числовые данные, представленные на графике. Самые низкие результаты в данном модуле получены при решении задачи № 17 (решаемость 18,3 %), которая связана с умением решать практические задачи, связанные с нахождением геометрических величин.

Часть 2 экзаменационной работы предназначена для дифференцированной проверки владения учащимися алгебраическим и геометрическим материалом на повышенном и высоком уровнях. Все задания Части 2 базируются на содержании, регламентируемом Федеральным компонентом государственного стандарта общего образования по математике.

Задания второй части модуля «Алгебра», были представлены тремя заданиями № 21–№ 23 и направлены на проверку таких качеств математической подготовки выпускников, как:

- уверенное владение формально-оперативным алгебраическим аппаратом;
 - умение решить комплексную задачу, включающую в себя знания из разных тем курса алгебры;
 - умение математически грамотно и ясно записать решение, приводя при этом необходимые пояснения и обоснования;
 - владение широким спектром приемов и способов рассуждений.
- Во второй части экзаменационной работы по модулю «Геометрия» так же было три задания (№ 24–№ 26) и задания этой части направлены на проверку таких качеств геометрической подготовки выпускников, как:
- умение решить планиметрическую задачу, применяя различные теоретические знания курса геометрии;
 - умение математически грамотно и ясно записать решение, приводя при этом необходимые пояснения и обоснования;
 - владение широким спектром приемов и способов рассуждений.

- В соответствии с целью проверки второй части работы задания были представлены с планируемыми результатами разного уровней сложности:
- задание № 21 и № 24 условно – первого повышенного уровня, планируемый уровень трудности этого задания, т.е. ожидаемый процент выполнения, должен составлять 30–50%;
- задания № 22 и № 25 – второго повышенного уровня. Ожидаемый процент выполнения этих заданий составляет 15–30%;
- задания № 23 и № 26 – высокого уровня, рассчитаны на учащихся, получивших более основательную подготовку, чем та, которая обеспечивается пятичасовым курсом. Их планируемый уровень трудности 3–15 %.

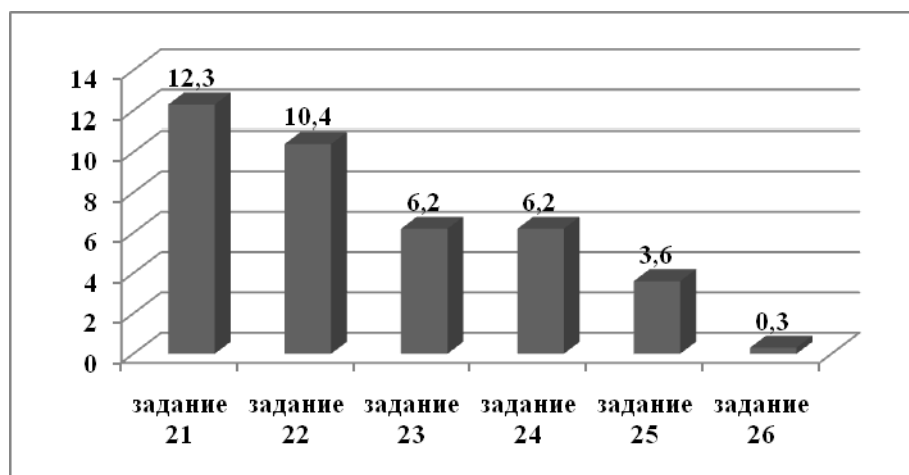


Рис. 2. Результаты выполнения заданий повышенного и высокого уровня сложности по математике в 2014 году

Решаемость заданий второй части экзаменационной работы оказались достаточно низкими, анализ рисунка 2 показывает, что ни по одному из заданий второй части выпускники области не вошли в заданные нормативы, кроме задания № 23 (построить график и найти значение параметра).

Анализ выполнения второй части выпускной работы показал недостаток вычислительной культуры выпускников, низкий уровень культуры письма. Учащиеся не умеют грамотно сформулировать свои мысли в письменном виде, демонстрируют небрежность в оформлении работ. Большинство выпускников демонстрируют фрагментарные знания по курсу математики основной школы, не умеют анализировать ситуацию, контролировать свои действия.

Таким образом, анализ результатов, проведенный в 2014 г. позволяет выявить достаточно большие проблемы в системе обучения арифметике, алгебре и геометрии в основной школе. По всем содержательным блокам выявились серьезные недостатки в подготовке учащихся. Многие выпускники продемонстрировали невладение важнейшими элементарными умениями, безусловно, являющимися опорными для дальнейшего изучения курса математики и смежных дисциплин.

Не секрет, что успешнее сдает экзамен тот, кто в полном объеме владеет материалом. Необходимо обращать внимание на формирование в ходе обучения основ знаний и не форсировать продвижение вперед, пропуская или сворачивая этап введения новых понятий и методов. Важно для обеспечения понимания привлекать наглядные средства, например: координатную прямую при решении неравенств и систем неравенств, график квадратичной функции при решении квадратных неравенств, графики при объяснении смысла понятий уравнения с двумя переменными, решения системы уравнений с двумя переменными и т.д. Важно постоянно обучать приемам самоконтроля. Например, при разложении многочлена на множители полезно приучить учащихся для проверки выполнить обратную операцию; при построении графика функции – проконтролировать себя, опираясь на известные свойства графика. Иными словами, подготовка к экзамену осуществляется не в ходе массированного решения вариантов – аналогов экзаменационных работ, а в ходе всего учебного процесса и состоит в формировании у учащихся некоторых общих учебных действий, способствующих более эффективному усвоению изучаемых вопросов.

Результаты проведенного анализа заставляют еще раз указать на необходимость дифференцированного подхода и в процессе обучения, и при подготовке к экзамену: учителю необходимо иметь

реальные представления об уровне подготовки каждого учащегося и ставить перед ним ту цель, которую он может реализовать учащихся по этим темам, используя диагностические карты класса и индивидуальные карты учащегося; включать в тематические контрольные и самостоятельные работы экзаменационные задания. Не надо навязывать «слабому» школьнику необходимость решения задач повышенного и тем более высокого уровня, лучше дать ему возможность проработать базовые знания и умения. Но точно так же не надо без необходимости задерживать «сильного» ученика на решении заданий базового уровня. Учителю следует ставить перед каждым учащимся ту цель, которую он может реализовать в соответствии с уровнем его подготовки, при этом возможно опираться на самооценку и устремления каждого учащегося.

При подготовке к экзамену ни в коем случае нельзя ориентироваться только на демонстрационный вариант и ограничиваться решением многочисленных его копий, поскольку реальный экзамен может от него отличаться. Рекомендуем использовать как в процессе обучения, так и повторения открытый банк заданий, размещенный на сайте ФИПИ (www.fipi.ru).

В статье использованы аналитические материалы областного центра мониторинга качества образования Кемеровской области.

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ КАК НЕОБХОДИМАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ В ШКОЛЕ

Б.С. Шугалов, кандидат физ.-мат. наук, доцент,

*Кузбасский региональный институт повышения квалификации и переподготовки
работников образования, г. Кемерово,*

650056, г. Кемерово, ул. Ворошилова, д.9, кв. 5, тел.8 905 912 85 97,

E-mail: boris.shugalov.41@mail.ru

Зачем нужна математика? Ответ на этот вопрос даёт рассмотрение различных видов человеческой деятельности, в итогах которой представлены результаты *точного мышления*. Отношение к математике в обществе выражается при обсуждении смысла и целей обучения математике в школе. Называются следующие цели:

1. Подготовка к продолжению образования.
2. Подготовка к будущей профессии.
3. Интеллектуальное развитие.
4. Формирование мировоззрения.
5. Ориентация в окружающем мире.
6. Возбуждение интереса к исследованию.
7. Понимание законов мироздания.

При этом отмечается, что уже при самом зарождении проявилась двойственность математики: её развитие стимулировали и практические, и эстетические цели [3, С. 62].

Рассматривая многокомпонентный и противоречивый вектор математического образования, известный педагог В. И. Рыжик выделяет фундаментальное противоречие между целями и ценностями математического образования; «...готовность школьника к продолжению образования в вузе не обеспечивается одной только учебной деятельностью. Внедрение ценностей математического образования предполагает включение учащегося в исследовательскую и критическую деятельность.... Один из результатов такой деятельности - возникновение и углубление со временем понимания как предмета в целом, так и отдельно взятых его составляющих»[2, С. 4].

К исследовательской задаче может привести изучение учебного материала. Например, при рассмотрении многогранников и их сечений, возникает вопрос: какое сечение куба имеет наибольшую площадь? Один из общих подходов к решению задач – переход к вспомогательной задаче [1, С. 219]. Вопрос о наибольшем сечении куба сводится к планиметрической задаче.

При наложении (неограниченной) линейки на квадрат образуется фигура пересечения, состоящая из всех точек, принадлежащих как квадрату, так и линейке (рис.1). При каком расположении линейки фигура пересечения имеет наибольшую площадь?

Для “узкой” линейки представляется очевидным, что наибольшей площади фигуры пересечения соответствует такое расположение квадрата, при котором его диагональ лежит на оси линейки (рис. 1 а). Однако, в предельном случае, когда ширина линейки равна стороне квадрата, линейкой

можно закрыть весь квадрат, чего нельзя сделать при её “диагональном” расположении (рис. 1 б). Ясно, что решение задачи зависит от относительной ширины линейки $r = d/c$, где d – ширина линейки, а c – длина стороны квадрата.

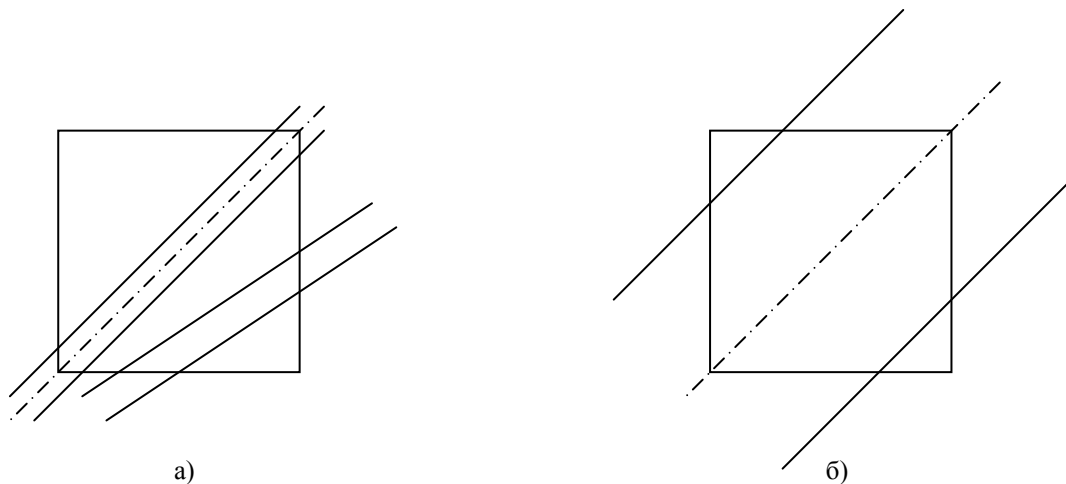


Рис. 1

Проведённое исследование приводит к следующему результату:

если ширина линейки не превосходит половину диагонали квадрата, $d \leq \frac{c}{\sqrt{2}}$, то наибольшая площадь фигуры пересечения достигается при диагональном расположении линейки;

если ширина линейки больше половины диагонали квадрата, $d > \frac{c}{\sqrt{2}}$, то наибольшая площадь фигуры пересечения достигается при таком расположении линейки, при котором точки пересечения краев линейки со сторонами квадрата являются вершинами квадрата, вписанного в данный.

В поиске решения задачи о наибольшей площади фигуры пересечения соединились различные способы сравнения площадей определённого множества фигур: численный, геометрический, аналитический, причём вычислительный эксперимент, приводящий к частному решению задачи, при «перевode» соответствующей числовой информации в образную, даёт ключ к формулировке охватывающего отдельные случаи общего решения задачи [4].

Исключительно богатый материал в системе математического знания составляет предпосылку для развития логического и критического мышления обучающихся. Математика привлекает обоснованностью, доказательностью своих утверждений. Однако дедуктивная форма изложения результата не отражает пути, который привёл к математическому открытию. Анализ разрешающих ту или иную задачу процессов приводит к выделению «неформальной» составляющей математического мышления, общезначимых приёмов поисковой активности, таких как наблюдение, гипотеза, эксперимент, переход от частного к общему и наоборот, обращение, вывод по аналогии. Умение совместно использовать эти общезначимые мыслительные операции приобретает в процессе постановки и решения разнообразных исследовательских задач.

Математика отличается от естественно научных дисциплин. Её внутренняя логика развития порождает проблематику вне связи с действительным миром. При таком самоопределении математики исключается из рассмотрения другой её аспект – математика как руководящий принцип исследования, как метод познания окружающего мира. Однако при обучении математике в школе её применению в других науках не уделяется достаточного внимания. Применение физического закона к решению практических вопросов включает технику математических рассуждений. В качестве примера рассмотрим различные вопросы и их решения, связанные с измерением плотности жидкости.

Шкала ареометра (в отличие от шкалы термометра) неравномерная. Как объяснить этот факт?

Используя закон Архимеда, нетрудно определить зависимость глубины погружения (h) вертикально плавающего цилиндра от плотности жидкости (ρ): $h = h_0 \rho_0 / \rho$ (ρ_0 – заданная плотность «стандартной» жидкости, а h_0 – известная глубина погружения цилиндра в этой жидкости). График обратно пропорциональной зависимости гипербола используется для построения шкалы ареометра.

Выясняется, что равномерному изменению плотности соответствует неравномерное изменение глубины погружения, причём расстояние между смежными делениями увеличивается снизу вверх.

Что можно сказать о двух цилиндрических ареометрах, различающихся лишь по глубине «начального» погружения - h_0 ?

Построение шкалы цилиндрического ареометра для большего значения h_0 и сравнение её с предыдущей шкалой показывает, что одно и то же изменение плотности приводит к различному изменению глубины погружения цилиндра: большему значению h_0 соответствует большее изменение глубины погружения. Следовательно, удлинение цилиндрического ареометра, обеспечивающее значительную глубину начального погружения (h_0), с одной стороны, повышает его «чувствительность», а с другой стороны, из-за громоздкости делает его неудобным для использования.

Можно ли разрешить дилемму между компактностью и чувствительностью ареометра, изменяя его форму?

Не изменяя объёма и веса «подводной» части ареометра, можно так преобразовать её форму, что показания плотности, снятые по ареометру, имеющему цилиндрическую форму, и по ареометру с изменённой формой нижней части, - совпадут. Но небольшое уширение нижней части ареометра по сравнению с первоначальной цилиндрической формой делает прибор значительно более компактным.

Решение этой конкретной задачи о подходящей форме ареометра связано с использованием общей формулы для объёмов тел вращения и опирается на фундаментальное положение дифференциального и интегрального исчисления о производной интеграла по переменному верхнему пределу. Кроме того, в ходе исследования возникает вопрос об определении объёма некоторого неограниченного тела, то есть вопрос о вычислении соответствующего несобственного интеграла. Установление его сходимости приводит к выводу о возможности ареометра с равномерной шкалой плотности [5].

Представленные примеры показывают как простые вопросы, возникающие при изучении учебного материала, запускают процесс исследования, разрешающий исходную неопределённость. Различная степень начальной неопределённости относится не только к результатам исследования, но и к подходам и методам, приводящим к решению задачи. Разные задачи научно-исследовательского характера объединяет общая последовательность трёх основных этапов их решения [1, С. 291, 294]. Первый этап развёртывается на интуитивном уровне – это фаза действия и восприятия, вторая фаза – фаза формализации, выходящая на уровень понятий, третья – фаза усвоения, когда изученный материал должен влиться в общий запас знаний учащегося, способствуя повышению его интеллектуального уровня.

Необходимость включения исследовательской составляющей в процесс обучения математике диктуется не только представлениями о ценностях математического образования, но и тем обстоятельством, что достижение самих его целей невозможно без исследовательской активности обучающихся. Выразительно сказал об этом А. Пуанкаре: «Сможем ли мы когда-нибудь сказать, что понимаем теорию, если хотим придать ей сразу окончательную форму, которую навязывает ей безукоризненная логика, чтобы не осталось никакого следа от действий наугад, которые к ней привели? Нет, в действительности мы не сможем её понять, не сможем даже запомнить. Не сможем запомнить, даже если выучим наизусть».

Литература.

1. Пойа, Д. Математическое открытие. Решение задач: основные понятия, изучение и преподавание / Д. Пойа. – М.: Наука, 1970.
2. Рыжик, В. И. Кризис среднего математического образования глазами учителя (часть 2) / В. И. Рыжик. // Математика в школе. – 2014. - № 1. – С. 3 – 9.
3. Тихомиров, В. М. О математике и её преподавании в школе / В. М. Тихомиров. // Математика в школе. – 2011. - № 2. – С. 60 – 68.
4. Шугалов, Б. С. Компьютерный эксперимент в поиске решения исследовательской задачи / Б. С. Шугалов // Информатизация образования в регионе. Школа XXI века: материалы межрегиональной научно-практической конференции, г. Кемерово, 25 – 26 марта 2008 г. / ред. коллегия: Е. Л. Руднева, О. Г. Красношлыкова, О. Б. Лысых и др. – Кемерово: Изд-во КРИПКиПРО, 2008. – С. 146 – 151.
5. Шугалов Б. С. Постановка и решение исследовательских задач в классах физико-математического профиля / Б. С. Шугалов. – Кемерово: изд-во КРИПКиПРО, 2006.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ

- Grigoriev M.G. 90
 Koshkin G.M. 147
 Smagina S.R. 147
 Агаджанян В.Д. 345
 Аманолла Г.Н. 77
 Андреева С.Ю. 350
 Архипова Д.А. 29, 222
 Ахметжанов Т.Б. 27
 Бабакова Е.В. 167
 Балякин А.В. 150
 Барсуков В.В. 290
 Батурин О.В. 231
 Белькова Т.А. 105
 Белякина И.В. 348
 Березовская О.Б. 16, 334
 Березовская С.С. 54
 Боровиков И.Ф. 189, 191
 Бубин М.Н. 35
 Бурнашов Е.В. 196
 Васюнин В.А. 253
 Вдовин Р.А. 138
 Вик К.В. 287
 Владимирова В.В. 191
 Ворошилов В.В. 193
 Габдулганиев А.В. 291
 Газенаур Е.Г. 184
 Галеева А.А. 51, 257, 259
 Галкина Н.В. 150
 Гановичев С.С. 193, 196
 Гиль Л.Б. 328
 Гнедаш Д.В. 337
 Гнедаш Е.В. 79, 337
 Голосов С.Е. 61
 Голуб О.А. 326
 Голубева Л.М. 310
 Горева С.А. 294
 Готовщик Ю.М. 213
 Готовщик Ю.М. 46, 213
 Григорьева А.А. 172
 Губайдулина Р.Х. 257
 Даненова Г.Т. 27
 Деменкова Л.Г. 40, 86, 259, 331
 Дронов А.А. 300
 Дубровский М.В. 25, 170
 Евстафьев С.Н. 160, 345
 Жуковская А.О. 277
 Звекон А.А. 13
 Зернин Е.А. 115, 204
 Зорина Т.И. 263
 Зорина Т.Ю. 224
 Зыков И.Ю. 11
 Зырянов В.С. 247
 Ибрагимов Е.А. 155, 167
 Ибрагимова Н.И. 309
 Иванов С.Е. 222, 291
 Иванова И.С. 197
 Игишева А.Л. 98, 328
 Имас О.Н. 314
 Ирискина Е.Н. 65
 Каленский А.В. 11, 13
 Каминская В.С. 314
 Карписонова И.В. 112
 Карпова Л.Ю. 348
 Картуков К.С. 345
 Клековкин В.А. 217
 Клековкина Е.Е. 222, 227
 Князева О.Г. 279, 282
 Коккоз М.М. 27
 Колпаков В.К. 202
 Колупаева С.Н. 57
 Кононыхина А.Д. 142
 Конюкова О.В. 285
 Корытов И.В. 61
 Крашенинин В.И. 184
 Крюков А.В. 115, 204
 Куанышев Т.Т. 265
 Кузнецова Е.Ю. 140
 Кулагина А.А. 309
 Курилова А.В. 245
 Латыпова Л.Ш. 219
 Лежнева З.И. 317
 Ливерко А.С. 68, 253
 Лисачева Е.И. 121
 Литвиненко В.В. 98, 193, 302
 Лиханов Д.Я. 317
 Люцилова М.А. 267, 270
 Лукатова С.Г. 11
 Лунегов В.Ю. 207
 Лызин В.А. 345
 Македон М.А. 86
 Масловская А.Г. 162
 Мейерова Н.И. 136
 Мельникова В.В. 336
 Милованова М.С. 255
 Михеев Д.А. 119, 170
 Никитин А.П. 13
 Николаев Д.В. 217
 Николаева Н.В. 134, 138, 231
 Нуришанова О.А. 35
 Ожогова О.В. 121
 Павлов Н.В. 115, 204
 Петелин А.Е. 57
 Петелина Ю.П. 57
 Петров В.П. 132
 Петрова К.А. 249
 Петрушин С.И. 93
 Пичугина М.В. 40, 331
 Подскребко Э.Н. 326
 Полещук О.Х. 101
 Полицинский Е.В. 101, 274
 Полищук В.А. 95, 115, 204
 Полосухин К.А. 287
 Полянская А.А. 283
 Попова А.К. 162
 Потапова Л.А. 51, 189, 300
 Поткина Е.С. 334
 Пятанин П.С. 189, 191
 Разумников С.В. 207
 Рогожкин А.В. 134, 138, 231
 Родзевич А.П. 184
 Сапожков А.С. 236
 Сапожков С.Б. 236
 Сапрыкин А.А. 155, 167
 Сапрыкина Н.А. 155
 Сивак С.А. 304
 Скрипкина Т.А. 172
 Смелов В.Г. 134
 Сنيцарь Л.Р. 31
 Соболева Э.Г. 98
 Соколова И.Ю. 319
 Соколова С.В. 160, 217, 263
 Сопронюк Т.Н. 16, 21, 304
 Сорокин П.Д. 281
 Сорочан А.Э. 175
 Сотокина Ю.В. 42
 Степанов А.П. 42, 46
 Стрековцова Т.А. 267
 Субботина В.И. 38, 65
 Тациан Г.О. 130
 Телипенко Е.В. 125
 Теслева Е.П. 105, 112
 Тищенко А.В. 279
 Толстова М.С. 142
 Торосян В.Ф. 219
 Торосян Е.С. 219
 Трушкина Т.П. 357
 Уманцев М.А. 243
 Федосеев С.Н. 180
 Филимоненко А.Г. 42, 213
 Фрянова К.О. 233
 Хаймович А.И. 150
 Харлова А.Н. 314
 Цеплит А.П. 108
 Черкасов М.Р. 82
 Черных Е.И. 46
 Чернышева Т.Ю. 224
 Чеховских К.А. 255
 Чинахов Д.А. 213
 Чуриков В.А. 71, 73, 74
 Шалунов А.А. 247, 251
 Шатц Э.А. 243
 Шугалов Б.С. 361
 Юрченко В.Ю. 342
 Юшков В.П. 282
 Яворский М.Р. 125
 Якутова В.А. 336
 Яркова А.Г. 101

Научное издание

**МАТЕМАТИКА
В ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Сборник трудов
Всероссийской научно-практической конференции
молодых ученых, аспирантов и студентов

**Редакционная коллегия предупреждает, что за содержание
представленной информации ответственность несут авторы**

Компьютерная верстка и дизайн обложки
Е.Г. Фисоченко

**Отпечатано в Издательстве ТПУ в полном соответствии
с качеством предоставленного оригинал-макета**

Подписано к печати 30.09.2014. Формат 60х84/8. Бумага «Снегурочка»
Печать XEROX. Усл. печ. л. 42,34. Уч.-изд. л. 38,29.
Заказ 979-14. Тираж 150 экз.



Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Издательства Томского политехнического университета
сертифицирована в соответствии с требованиями ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО



ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru