

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 54.04.01 «Дизайн»
 Отделение (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Комплексное решение проблемы развития изобразительных навыков с помощью дидактического оборудования

УДК 004.85:7.012:37.026

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ДМ71	Казакова Тамара Дмитриевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Вехтер Е.В.	к.п.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суханов А.В.	к.х.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Меньшикова Е.В.	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Атепаева Н.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Серяков В.А.	к.т.н.		
Руководитель ОАР ИШИТР	Леонов С.В.	к.т.н.		

Томск – 2019 г.

Результаты обучения по направлению 54.04.01 «Дизайн»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Профессиональные компетенции		
Р1	Применять глубокие общенаучные, экономические и профессиональные знания для создания оригинальных дизайн-проектов (объектов)	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, профессиональных стандартов (ОК-1; ПК-3; УК-1)
Р2	Применять глубокие знания в области современных технологий и методов создания дизайн-объектов для решения профессиональных творческих задач	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, профессиональных стандартов (ОК-1; ОПК-7; ПК-3, 5, 6, 7; УК-1, 2, 4)
Р3	Ставить и решать инновационные задачи, связанные с конструированием, макетированием и моделированием композиционных решений дизайн-объектов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, профессиональных стандартов (ОК-1, 3; ОПК-7, 8; ПК-3, 4, 6; УК-1, 2, 6)
Р4	Разрабатывать проектную идею, основанную на концептуальном и творческом подходе к решению дизайнерских задач, ориентированную на создание инновационной продукции, востребованной на мировом рынке	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, профессиональных стандартов (ОК-1, 2; ОПК-7, 8; ПК-5, 6, 7; УК-3, 4, 5)
Р5	Проводить исследования в области промышленного дизайна, вести педагогическую деятельность в общеобразовательных учреждениях, образовательных учреждениях среднего профессионального и дополнительного образования	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, профессиональных стандартов (ОК-2; ОПК-2, 3, 4, 10; ПК-1, 2; УК-1, 3, 4, 6)
Универсальные компетенции		
Р6	Использовать глубокие знания по проектному менеджменту для ведения инновационной деятельности в области промышленного дизайна с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, профессиональных стандартов (ОК-2; ОПК-3, 4; ПК-9, 10, 11; УК-2, 3, 4)
Р7	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать эскизную документацию, пре-	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, профессиональных стандартов (ОК-3; ОПК-1, 4, 9, 10; ПК-1; УК-4, 5, 6)

	зентовать и защищать результаты инновационной деятельности в области промышленного дизайна	
P8	Эффективно работать как индивидуально, так и в качестве члена и руководителя команды, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, профессиональных стандартов (ОК-2, 3; ОПК-2, 4, 5, 9; ПК-5, 8, 9; УК-1, 2, 3, 6)
P9	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной деятельности в области промышленного дизайна	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, профессиональных стандартов (ОК-2, 3; ОПК-9; ПК-11; УК-2, 4, 5, 6)
P10	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, профессиональных стандартов (ОК-3; ОПК-1, 2, 6, 10; УК-6)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 54.04.01 «Дизайн»
 Отделение (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ОАР ИШИТР

_____ _____ Леонов С.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации <small>(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)</small>

Студенту:

Группа	ФИО
8ДМ71	Казаковой Тамаре Дмитриевне

Тема работы:

Комплексное решение проблемы развития изобразительных навыков с помощью дидактического оборудования	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 1098/с от 12.02.2019

Срок сдачи студентом выполненной работы:	1 июня 2019 года
--	------------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Цель исследования: разработать подход к проектированию дидактического оборудования, предназначенного для комплексного решения проблемы развития изобразительных навыков студентов-дизайнеров. Объект исследования: процесс развития изобразительных навыков в ходе обучения студентов-дизайнеров.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Основные пункты аналитического обзора по литературным источникам: обзор научно-методической литературы по вопросам художественного образования, изучение методологии системного дизайна, анализ аналогов, обзор патентов, изучение требований к дидактическому оборудованию. Цель дизайн-проектирования: разработка дидактического оборудования для развития изобразительных навыков у студентов-дизайнеров и проведение его тестирования. Объект дизайн-проектирования: дидактическое оборудование для морфологического анализа.

	<p>Содержание процедуры проектирования: разработка композиционной идеи; создание 3D-модели; подготовка макета; проведение тестирования, анализ результатов тестирования; выполнение габаритных схем; создание анимации; художественно-визуальная подача проекта.</p> <p>Практические результаты выполненной работы: дидактический комплекс для морфологического анализа, включающий дидактическое оборудование и мультимедийный комплект.</p> <p>Теоретические результаты выполненной работы по основному разделу: обоснование применения методологии системного дизайна при проектировании дидактического оборудования.</p>
Перечень графического материала	Визуализация видовых точек объекта, чертежно-конструкторская документация.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Приложение А. Раздел магистерской диссертации на иностранном языке	Диденко А.В., канд. филол. наук, доцент ОИЯ ШБИП
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Меньшикова Е.В., канд. филос. наук, доцент ОСГН ШБИП
Социальная ответственность	Атепаева Н.А., старший преподаватель ООД ШБИП
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	
Автореферат диссертации	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Вехтер Евгения Викторовна	к.п.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ДМ71	Казакова Тамара Дмитриевна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ
И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8ДМ71	Казаковой Тамаре Дмитриевне

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	54.04.01 Дизайн

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Работа с информацией, представленной в российских и зарубежных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	Проведение сегментации рынка, выполнение анализа конкурентных технических решений, выполнение SWOT-анализа, определение альтернатив выполнения НИ
2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	Планирование целей и результатов проекта, описание организационной структуры проекта, выявление ограничений и допущений
3. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	Характеристика структуры работ в рамках проекта, определение трудоемкости выполнения работ, расчет бюджета проекта
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	Определение экономической эффективности разрабатываемого проекта

Перечень графического материала

1. Карта сегментации рынка
2. Матрица SWOT
3. Календарный план-график проведения НИ по теме
4. Таблицы

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Меньшикова Е.В.	к.ф.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ДМ71	Казакова Т.Д.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа 8ДМ71	ФИО Казаковой Тамаре Дмитриевне
-----------------	------------------------------------

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	54.04.01 Дизайн

Тема ВКР:

Комплексное решение проблемы развития изобразительных навыков с помощью дидактического оборудования	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект: дидактическое оборудование для развития изобразительных навыков. Область применения: образовательные учреждения (вузы, художественные школы).
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ Постановление 298/П-22 СанПиН 2.2.4.548-96 СП 2.2.1.1312-03 СП 2.2.2.1327-03
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	1. Отклонение показателей микроклимата. 2. Превышение уровня шума. 3. Отсутствие или недостаток естественного света. 4. Недостаточная освещенность рабочей зоны. 5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека. 6. Движущиеся объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы). 7. Чрезмерное загрязнение воздушной среды в зоне дыхания
3. Экологическая безопасность:	Выбросы летучих веществ в процессе изготовления и утилизации фанеры. Скопление древесной пыли в процессе обработки деталей из фанеры.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Пожар на мебельной фабрике.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Атепаева Н.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ДМ71	Казакова Т.Д.		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 54.04.01 «Дизайн»
 Отделение (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники
 Уровень образования – Магистратура
 Период выполнения – Осенний, весенний семестры 2018/2019 учебного года

Форма представления работы:

магистерская диссертация

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	1 июня 2019 г.
--	----------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10.10.2018	Утверждение плана-графика, формулировка и уточнение темы, анализ аналогов	5
07.11.2018	Формулировка научной проблемы. Подготовка статьи. Первый, второй разделы ВКР	10
14.02.2019	Формообразование (объект), третий раздел ВКР	10
14.03.2019	Чертежи. 3D модель, четвертый раздел ВКР, презентационная часть	15
10.04.2019	Макетирование. Первый просмотр ВКР	10
12.05.2019	Нормоконтроль текста	10
22.05.2019	Сдача разделов «Социальная ответственность», «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	40

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Вехтер Е.В.	к.п.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Серяков В.А.	К.Т.Н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа: 140 страниц, 23 рисунка, 24 таблицы, 90 источников, 8 приложений.

Ключевые слова: промышленный дизайн, системный дизайн, изобразительные навыки, дидактическое оборудование, дизайн-образование.

Объект исследования: процесс развития изобразительных навыков в ходе обучения студентов-дизайнеров.

Цель работы: разработать подход к проектированию дидактического оборудования, предназначенного для комплексного решения проблемы развития изобразительных навыков студентов-дизайнеров.

В процессе исследования изучались принципы и методы системного дизайна, подходы к развитию изобразительных навыков, психофизиологические особенности визуального восприятия, требования к проектированию дидактического оборудования. Выполнялось моделирование и макетирование дизайн-объекта, проводилась апробация дидактического оборудования.

В результате исследования разработан дидактический комплекс для морфологического анализа, предназначенный для развития изобразительных навыков студентов-дизайнеров, включающий дидактическое оборудование и мультимедийный комплект.

Область применения: дизайн-образование.

Экономическая эффективность/значимость работы: разработанный дизайн-объект готов к производству. Проведена оценка готовности проекта к коммерциализации, охарактеризована организационная структура проекта, выполнено планирование управления научно-техническим проектом (план, бюджет, риски проекта). Проект оценен как эффективный и экономически выгодный, готов к коммерциализации.

В будущем планируется разработка дополнительных элементов комплекта с целью его использования на старших курсах; доработка мультимедийного комплекта, оформление заявки на патент.

Термины и определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

дидактический комплекс: комплексное средство обучения, включающее несколько самостоятельных, взаимосвязанных дидактических средств;

дидактическое оборудование: объект (предмет), который является носителем информации, а также инструментом в учебно-познавательной деятельности обучающего (преподавателя) и обучающихся (студентов) и используется как средство достижения образовательных целей;

изобразительные навыки: сформированные с помощью многократного повторения способности к изобразительной деятельности, включающие:

- 1) технические умения, обеспечивающие способность к исполнительству;
- 2) пространственное мышление, на котором основана способность к восприятию;
- 3) художественно-образное мышление, являющееся основой способности к творчеству, к художественному выражению;

морфологический анализ: метод изучения формы, конструкции и взаимного расположения частей изделия;

мультимедийный комплект: комплексное дидактическое средство, основанное на использовании нескольких информационных сред (графика, видео, анимация и т. п.), предполагающее интерактивное взаимодействие обучающегося с обучающей средой;

системный дизайн: дизайн, основанный на системном мышлении, позволяющем целостно рассматривать многогранные проблемы дизайна и решать их по всем взаимосвязанным аспектам.

Содержание

Введение.....	14
1 Научно-исследовательская часть.....	18
1.1 Методология системного дизайна.....	18
1.2 Методы и принципы развития изобразительных навыков.....	21
1.3 Психофизиологические особенности визуального восприятия.....	26
1.4 Постановка задач проектирования.....	28
2 Аналитическая часть.....	29
2.1 Средства обучения дизайнеров.....	29
2.2 Мультимедийные технологии в обучении.....	30
2.3 Обзор аналогов.....	31
2.3.1 Аналоги дидактического оборудования.....	31
2.3.2 Аналоги мультимедийного комплекта.....	35
2.4 Требования к проектированию дидактического оборудования.....	36
3 Проектная часть.....	38
3.1 Композиционная идея дидактического оборудования для морфологического анализа.....	38
3.2 Функциональный и эргономический анализ.....	44
3.3 Итоговый дизайн-концепт дидактического оборудования для морфологического анализа.....	50
3.4 Дидактическое оборудование для морфологического анализа как объект системного дизайн-проектирования.....	52
4 Методическая часть.....	54
4.1 Методика работы с дидактическим оборудованием для морфологического анализа при обучении студентов-дизайнеров в вузе.....	54
4.2 Дидактическое оборудование для морфологического анализа в среде электронного обучения.....	55
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	58
5.1 Предпроектный анализ.....	58

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	58
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	59
5.1.3 SWOT-анализ.....	60
5.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	62
5.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования.....	64
5.2 Инициация проекта.....	65
5.2.1 Цели и результат проекта.....	65
5.2.2 Организационная структура проекта.....	66
5.3 Планирование управления научно-техническим проектом.....	67
5.3.1 План проекта.....	67
5.3.2 Бюджет научного исследования.....	69
5.3.3 Реестр рисков проекта.....	72
6 Социальная ответственность.....	74
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности...	74
6.2 Производственная безопасность.....	76
6.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	77
6.2.1.1 Отклонения показателей микроклимата.....	77
6.2.1.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте.....	78
6.2.1.3 Недостаточная освещенность рабочего места.....	79
6.2.1.4 Электрический ток.....	80
6.2.1.5 Движущиеся объекты.....	80
6.2.1.6 Загрязнение воздушной среды в зоне дыхания.....	81
6.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на работающего.....	82
6.2.2.1 Мероприятия по улучшению микроклимата в рабочей зоне....	82
6.2.2.2 Мероприятия по снижению уровня шума на рабочем месте...	83
6.2.2.3 Организация освещения рабочей зоны.....	83

6.2.2.4 Обеспечение электробезопасности.....	83
6.2.2.5 Обеспечение безопасности при работе с производственным оборудованием, материалами, заготовками.....	84
6.2.2.6 Мероприятия по снижению уровня загрязнения воздушной среды в зоне дыхания.....	84
6.3 Экологическая безопасность.....	85
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	86
Заключение.....	88
Список публикаций.....	90
Список используемых источников.....	93
Приложение А. Раздел магистерской диссертации на иностранном языке...	103
Приложение Б. Аналогии.....	119
Приложение В. Примеры работ участников тестирования.....	124
Приложение Г. Конструкторская документация.....	125
Приложение Д. Дидактическое оборудование для морфологического анализа как объект системного дизайна (схема).....	136
Приложение Е. Сравнение конкурентных технических решений (разработок).....	137
Приложение Ж. Результаты SWOT-анализа.....	138
Приложение З. Планшет.....	140

Введение

Проблема развития изобразительных навыков долгое время является актуальной в отечественной и зарубежной педагогике. Основы методики преподавания рисунка в российской высшей школе были заложены А.В. Лосенко (1737–1773), который считал, что главным в художественном образовании является рисование с натуры, подготовкой к которому должно быть рисование с использованием гипсовых слепков [1]. Большой вклад в развитие педагогики художественного образования внес А.Л. Королев [2], предлагавший для формирования у студентов умения изображать сложные пластические формы использовать простые «геометрические выкладки», доступные для понимания учащихся. Для правильного построения, например, фигуры человека художник-педагог представлял ее в виде пространственно-решетчатой конструкции.

Однако методы академического рисунка, предназначенные для обучения профессиональных художников, нередко оказываются недоступными для понимания современных студентов-дизайнеров и не всегда отвечают задачам обучения дизайнера.

Актуальность данной работы обусловлена сложившимися противоречиями в системе подготовки дизайнеров:

– необходимость владения дизайнером устойчивыми изобразительными навыками, с одной стороны, и отсутствие инновационного дидактического оборудования, позволяющего эффективно развивать данные навыки у студентов вуза, с другой стороны;

– активное развитие дистанционного обучения в электронной среде, с одной стороны, и недостаточная обеспеченность программ обучения дизайнеров соответствующими учебно-методическими материалами, с другой стороны.

Необходимость решения данных противоречий определила **проблему** исследования: поиск эффективного средства комплексного развития изобразительных навыков студентов-дизайнеров в рамках очной и заочной (дистанционной) форм обучения. Исследование строится на **гипотезе** о том, что совершенствованию процесса обучения студентов-дизайнеров послужит дидактиче-

ский комплекс для морфологического анализа, представленный в виде дидактического (наглядного) оборудования и мультимедийного комплекта.

Цель исследования: разработать подход к проектированию дидактического оборудования, предназначенного для комплексного решения проблемы развития изобразительных навыков студентов-дизайнеров. **Цель дизайн-проектирования** – разработка дидактического оборудования для развития изобразительных навыков у студентов-дизайнеров.

Задачи:

1. Изучить методологию системного дизайна.
2. Рассмотреть структуру изобразительных навыков дизайнера.
3. Изучить принципы формирования и развития изобразительных навыков.
4. Разработать концепцию дидактического оборудования для развития изобразительных навыков.
5. Разработать концепцию мультимедийного комплекта для развития изобразительных навыков.
6. Предложить систему работы с дидактическим оборудованием для морфологического анализа на занятиях в процессе обучения студентов-дизайнеров.
7. Провести апробацию дидактического оборудования.
8. Оформить графическую часть проекта.
9. Оценить финансовую эффективность и социальную безопасность проекта.

Объектом исследования является процесс развития изобразительных навыков в ходе обучения студентов-дизайнеров, **предметом исследования** – дидактическое оборудование как средство развития изобразительных навыков.

Объект дизайн-проектирования: дидактическое оборудование для морфологического анализа.

Положения, выносимые на защиту:

1. При проектировании дидактического оборудования для развития изобразительных навыков необходимо учитывать методологию системного дизай-

на, психофизиологические особенности визуального восприятия, педагогические требования.

2. Формирование навыков морфологического анализа позволяет развивать у студентов-дизайнеров все компоненты изобразительных навыков: технические умения, пространственное и художественно-образное мышление.

3. Для формирования навыков морфологического анализа дидактическое оборудование должно состоять из простых геометрических форм, являющихся основой любых сложных форм; должно быть модульным и обеспечивать возможность демонстрации как внешнего, так и внутреннего строения фигур.

4. Дидактический комплекс для морфологического анализа, представленный в виде дидактического оборудования и мультимедийного комплекта, обеспечивает эффективное формирование изобразительных навыков у студентов-дизайнеров.

В ходе проведения исследования применялись общепедагогические **методы**: анализ научно-методической литературы, планирование педагогического процесса, апробация методики работы. Процесс проектирования строился на основе **методологии** системного дизайна. **Теоретическую основу** исследования составили работы по теории системного дизайна и по теории художественного образования.

Новизна. На основе анализа опыта разработки дидактического оборудования для развития изобразительных навыков спроектирован новый дидактический комплекс для обучения студентов-дизайнеров с использованием современных информационных технологий (с возможностью применения в рамках дистанционного обучения). Впервые предложено комплексное решение проблемы развития изобразительных навыков с помощью дидактического оборудования: совершенствование технических умений, формирование пространственного мышления, развитие художественно-образного мышления.

Теоретическая значимость работы связана с тем, что в ней предложен комплекс принципов, которые необходимо соблюдать дизайнеру при проектировании дидактического оборудования: соответствие методологии системного

дизайна, соблюдение педагогических требований, учет психофизиологических особенностей восприятия. **Практическая ценность** исследования заключается в том, что в нем разработан дидактический комплекс для морфологического анализа (опытный образец дидактического оборудования, мультимедийный комплект, соответствующая техническая и методическая документация), который может быть использован в процессе обучения студентов-дизайнеров на начальном этапе.

Разработанное дидактическое оборудование для морфологического анализа прошло **апробацию** в МБУДО «Художественная школа» г. Северск с марта по май 2019 г. Результаты исследования докладывались и обсуждались на международных конференциях «ГрафиКон», «Молодёжь и современные информационные технологии» (Томск, 2018). По теме работы опубликованы 2 статьи в сборниках материалов конференций.

1 Научно-исследовательская часть

1.1 Методология системного дизайна

Системный дизайн основан на особом способе мышления, позволяющем целостно рассматривать многогранные проблемы и решать их по всем взаимосвязанным аспектам [3]. Благодаря системному подходу, основанному на использовании систематических методов, процесс дизайн-проектирования становится более простым и надежным, вероятность ошибок снижается [4].

Системный дизайн рассматривает объект проектирования как сложную систему, включающую разнообразные структурные элементы, теми или иными способами связанные между собой в определенное единство, целостность (в отличие от механического соединения, фрагментарности или односторонности несистемного подхода). В рамках системного дизайна к каждому объекту дизайнер подходит как к большой и сложной системе, одновременно являющейся элементом другой системы; учитывает объекты и явления, которые влияют на рассматриваемую систему и на которые влияет она [5]. Части рассматриваемой системы, имеющие системные свойства и изучаемые отдельно, составляют подсистемы, которые, в свою очередь, состоят из элементов – минимальных, неделимых компонентов системы. Все элементы системы объединены между собой устойчивыми горизонтальными и вертикальными связями, определяющими упорядоченность системы.

Основными принципами системного дизайна являются:

- нелинейность, многофакторность;
- целесообразность;
- доступность, демократичность, актуальность;
- учет многих аспектов проблемы в процессе принятия решения;
- всесторонность рассмотрения проблемных вопросов; целостность охвата проблемы;
- выявление и учет взаимосвязей между частями проблемы;
- объединение образного и проектного;
- ориентация на социальное качество.

При проектировании дизайн-объекта как системы необходимо:

- исходить, в первую очередь, из целей и функций проектируемого объекта;
- учитывать его внешние связи с другими объектами;
- предусматривать последствия влияния решений относительно проектируемого объекта на все связанные с ним системы.

Методология системного дизайн-проектирования объединяет несколько подходов:

- 1) системный – основан на установлении многоплановых связей между всеми компонентами, объединенными в единую систему;
- 2) проблематизирующий – предполагает учет всех проблем, которые могут быть решены при помощи проектируемого объекта;
- 3) человекоориентированный – нацелен на решение проблем отдельных пользователей – потребителей дизайн-объекта;
- 4) междисциплинарный – требует соотнесения дизайнерских задач и задач других областей (дисциплин), которые могут быть связаны с решением проблемы;
- 5) синтетический – основан на синтезе результатов в единое целостное решение, предполагает постоянную корректировку результатов на каждом этапе разработки на основе режима обратной связи с конечными потребителями.

Системный (интегрированный) дизайн предполагает всеобъемлющее восприятие дизайнером всего процесса проектирования [6]. Подход к дизайн-объекту как системе требует от дизайнера системной организации процесса проектирования, планирования своей деятельности в определенном логическом порядке [7].

Так, с точки зрения В. Папанека, процесс системного дизайн-проектирования состоит из следующих взаимосвязанных этапов.

1. Создание дизайнерского коллектива, включающего, в том числе, представителей различных смежных областей и представителей потенциальных потребителей.

2. Составление первичного графика рабочего процесса, направленного на решение конкретной проблемы дизайна.

3. Проведение исследования, поиск информации.

4. Завершение первичного этапа проектирования, направленного на решение конкретной проблемы дизайна.

5. Планирование работ, направленных на решение проблемы дизайна как системы.

6. Индивидуальная / парная / коллективная работа по проектированию и развитию идей.

7. Сравнение предлагаемых дизайнерских решений с поставленными целями, корректировка дизайна и графика по результатам экспериментальной работы.

8. Прототипирование.

9. Апробация.

10. Обработка результатов апробации.

11. Корректировка дизайна, повторная апробация, оформление соответствующих документов [6].

Данные этапы можно сгруппировать в четыре стадии:

1) подготовительную стадию (разрабатывается исходное техническое задание и координирующий план, подготавливаются документы для разработки);
2) стадию разработки дизайн-проекта (создается междисциплинарная команда, разрабатываются частные технические задания по различным направлениям, проводятся предпроектные исследования, разрабатывается дизайн-концепция);
3) стадию реализации проекта (разрабатывается программа реализации, рабочая и нормативная документация, выполняется запуск проекта в тестовом режиме, проводятся необходимые корректировки, осуществляется внедрение итогового проекта);
4) стадию постпроектной обработки (контролируется исполнение внедрения и качество реализации, обеспечивается режим постоянной обратной связи) [3].

Таким образом, методология системного дизайна предполагает, во-первых, рассмотрение объекта дизайна как системы (внутреннее строение системы и ее связь с другими, внешними, системами), во-вторых, организацию процесса проектирования как целостной системы, построенной на определенных этапах и взаимосвязи различных элементов деятельности дизайнера. Подготовка любого дизайн-проекта должна учитывать такие системы, как «Экология» (влияние объекта дизайн-проектирования, его разработки, изготовления, использования и утилизации на окружающую среду) и «Экономика» (требуемые для изготовления дизайн-объекта материалы и другие ресурсы). Представляется, что при разработке дидактического оборудования необходимо особое внимание уделять связи проектируемого объекта с такими системами, как «Педагогика» и «Психология», что обусловлено назначением объекта проектирования – использование в образовательном процессе. В связи с этим в следующих разделах научно-исследовательской части диссертационного исследования необходимо рассмотреть особенности изобразительных навыков и их развития, а также специфику восприятия как психологического процесса.

1.2 Методы и принципы развития изобразительных навыков

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 54.03.01 Дизайн (уровень бакалавриата) от 11.08.2016 [8], выпускники, освоившие образовательную программу, должны обладать следующими общепрофессиональными и профессиональными компетенциями, связанными с изобразительной (художественной) деятельностью: навыки линейно-конструктивного построения; понимание принципов выбора техники исполнения конкретного рисунка; владение основами академической живописи, приемами работы с цветом и цветовыми композициями; способность владеть рисунком и приемами работы, с обоснованием художественного замысла дизайн-проекта, в макетировании и моделировании, с цветом и цветовыми композициями; способность выполнять эталонные образцы объекта дизайна или его отдельные элементы в макете, мате-

риале; способность разрабатывать конструкцию изделия, выполнять технические чертежи.

Дизайнер должен отличаться оригинальностью, восприимчивостью и метафоричностью (развитое ассоциативное мышление) [9].

Современные представления об изобразительных навыках (способностях) и путях их формирования и развития, начиная с дошкольного образования, были заложены в трудах советских ученых-педагогов в 1950–1970 гг.: Н.А. Ветлугиной [10], Н.П. Сакулиной и Т.С. Комаровой [11], Е.А. Флёринной [12] и др.

Анализ литературы позволил выделить следующие основные элементы, составляющие изобразительные навыки:

- 1) технические умения, обеспечивающие способность к исполнению;
- 2) пространственное мышление, на котором основана способность к восприятию;
- 3) художественно-образное мышление, являющееся основой способности к творчеству, к художественному выражению.

Технические умения рисования основаны в первую очередь на навыках движения руки, а также зависят от глазомера человека [13]. Также они предполагают владение материалом, знание принципов и методов реалистического изображения объемных форм средствами рисунка.

Художественно-образное мышление является динамическим процессом, предполагающим отражение действительности в наглядно-образной форме, зрительное представление образов без выполнения практических действий над ними, понятийную обработку и мысленное преобразование объектов действительности. Данный процесс основан на ощущениях, восприятии, понимании, воображении [14]. Составляющими образного мышления являются наблюдательность, зрительная память, воображение (фантазия), эмоционально-ассоциативные навыки, интуиция, навыки обобщения. Художественно-образное мышление позволяет устанавливать непривычные сочетания предметов, а также их свойств.

Развитое художественное мышление необходимо дизайнеру для создания новых, качественных художественных продуктов, отвечающих интересам заказчиков. Развитию художественно-образного мышления служит художественная деятельность по восприятию и созданию произведений искусства и других эстетических объектов окружающей действительности, творческий опыт.

Пространственное мышление представляет собой специфический вид мыслительной деятельности, нацеленной на решение задач, которые предполагают ориентацию в пространстве (теоретическое и практическое пространство, видимое и воображаемое). Пространственное мышление строится на образах, фиксирует пространственные свойства и отношения [15]. Оно дает возможность воспринимать различные пространственные характеристики объекта: форму, величину, взаимоотношение компонентов, входящих в состав объекта, а также положение рассматриваемого объекта на плоскости или в пространстве по отношению к какой-либо точке отсчета. Пространственное мышление позволяет трансформировать, видоизменять наглядные образы и на их основе создавать новые, оно базируется на умении видеть мир объемным, трехмерным. В основе процесса пространственного мышления лежат операции сравнения, анализа, синтеза, абстракции, обобщения, конкретизации.

Высокоразвитое пространственное мышление позволяет личности динамично, осознанно и обобщенно осуществлять следующие операции: оперирование пространственными образами (мысленный поворот, параллельный перенос и т. п.), использование рациональных способов управления образами (например, отображение образа полностью или по компонентам) [16].

Пространственное мышление является видом умственной деятельности, обеспечивающим различные перспективные действия: опознавать объекты, представленные реально или изображенные с использованием графических средств; создавать образы на их основе; оперировать данными образами, видоизменять их в нужном направлении [17].

Для дизайнера пространственное мышление имеет особое значение, т. к. дизайнер должен уметь видеть объект проектирования в различных проекциях

и ракурсах, с разных точек зрения, изнутри и снаружи; уметь преобразовывать трехмерный объект в двумерное изображение и наоборот [18]. Хорошо развитое пространственное мышление позволяет дизайнеру создавать уравновешенные объемно-пространственные композиции, основанные на единстве следующих элементов: пластическая тема, форма, цвет, фактура, художественный образ. Для качественного выполнения своих задач дизайнер должен уметь свободно оперировать пространственными образами.

В результате анализа педагогической и научно-методической литературы можно выделить следующие **принципы** формирования и развития изобразительных навыков.

1. Основой развития изобразительных навыков выступает практическая деятельность. Она должна строиться на активном восприятии и приобретении чувственного опыта. Только на основе чувственного опыта, самостоятельного переживания художественных образов возможно приобретение и развитие художественных навыков.

2. Необходимо использование разнообразного наглядного материала. Принцип наглядности основывается на важной роли ощущений в формировании суждений человека: не видя, не слыша, не воспринимая объект, он не сможет иметь о нем мнение.

3. Развитие изобразительных навыков должно осуществляться с учетом диалектики познавательного процесса, психологических механизмов, а также логики построения рисунка [19].

4. При разработке методики развития изобразительных навыков необходимо исходить из общих дидактических принципов систематичности (системности), последовательности, целесообразности, научности, сознательности, доступности и т. п.

С учетом названных принципов в качестве основных **методов (приемов)** формирования дизайнерских навыков выделяют следующие: демонстрация студентам современных и исторических аналогов; применение различных художественных техник и материалов в нетрадиционных сочетаниях; анализ

произведений изобразительного искусства и фотографии; критический обзор профессиональных работ.

Одним из классических методов формирования и развития изобразительных навыков дизайнеров является моделирование (макетирование). В процессе изготовления модели (макета) учащиеся обобщают теоретические и практические знания о форме и способах материального воплощения формы, выполняют расчеты, изготавливают развертку, получая возможность опытной проверки логических умозаключений [20]. Благодаря макетированию учащиеся знакомятся с принципами гармонической организации формы: соотношение, пропорция, равновесие, ритм. Данная методика особенно актуальна на начальном уровне подготовки.

В.И. Марков [21] предлагает авторскую методику развития изобразительных навыков студентов-дизайнеров и архитекторов, основанную на эвристическом подходе к работе с объемными объектами. Суть методики заключается в том, что студенты самостоятельно (эмпирическим путем) открывают для себя законы композиции, основываясь на собственных работах и сравнивая их с классическими примерами. В данной методике в качестве базового элемента создания формы используется «пластина»: на начальном этапе учащиеся рисуют различные геометрические формы из пластин, постепенно трансформируют пластины (увеличивают / уменьшают их, растягивают, сгибают и т. п.), усложняя рисунок, и таким образом интуитивно осваивают законы композиции. Данная методика позволяет развивать не только пространственное, но и творческое мышление, воображение студентов, предоставляя им возможности для проявления креативности.

Ю.В. Чернышев [22] обосновывает применение для развития изобразительных навыков при обучении студентов-дизайнеров метода бионического анализа. Разработанная автором методика основана на преобразовании природных форм, что предполагает поэтапную работу: выполнение конструктивного анализа природных форм, вычленение их конструктивной основы, создание фантазийного изображения на базе выявленных особенностей природного объ-

екта. Благодаря бионическому методу в обучении рисунку обучающиеся лучше понимают конструктивные построения, структурные связи, пластику и механику природных объектов и способны на этой основе создавать новые дизайнерские продукты.

Все рассмотренные методы и приемы строятся на развитии у учащихся умения работать с элементами сложного объекта: видеть их, вычленять и преобразовывать (трансформировать). Представляется, что данные методы основаны в первую очередь на умении морфологического анализа, представляющего собой метод изучения формы, конструкции и взаимного расположения частей изделия [23].

Таким образом, для развития изобразительных навыков дизайнеров на начальном этапе обучения необходимо использовать такое дидактическое оборудование, которое будет обеспечивать формирование устойчивых навыков морфологического анализа.

1.3 Психофизиологические особенности визуального восприятия

Проектируемое в данном исследовании дидактическое оборудование относится к группе визуальных (зрительных, наглядных) дидактических средств обучения, к которым относятся оригинальные предметы или их разнообразные эквиваленты (модели, муляжи, макеты и т. п.), диаграммы, карты и т. д. [24]. Применение наглядных (визуальных) средств приводит к формированию в коре головного мозга дополнительных раздражителей, благодаря которым создаются новые логические связи [25]. Визуализация в художественном образовании преимущественно опирается на наглядность первого уровня – предметно-вещественную наглядность [26], что обусловлено спецификой самого процесса изобразительного творчества, которое связано с постоянным оперированием зрительными образами, с необходимостью чувственного восприятия явлений и объектов действительности [27].

С психологической точки зрения восприятие человека строится на предметности, целостности, структурности, константности, апперцепции, осмысленности, избирательности, иллюзии.

Предметный характер восприятия обусловлен воздействием объектов окружающей среды на органы чувств человека; важная роль в данном процессе принадлежит прикосновению и движению. Принцип целостности и структурности восприятия предполагает, что, воспринимая отдельные элементы, признаки объекта, человек в своем представлении одновременно объединяет их в целое, формируя целостный образ.

Константность восприятия обеспечивает воспринимающему субъекту единство (целостность, постоянство) признаков воспринимаемого объекта (цвет, размер, форма и т. п.) независимо от изменения ракурса. Данный признак развивается в процессе приобретения соответствующего опыта.

Суть апперцепции как свойства восприятия заключается в том, что восприятие человека всегда основывается на предыдущем опыте: чем лучше человек знает объект (чаще встречается с ним в жизни), тем содержательнее и полнее будет восприятие данного объекта.

Важной особенностью восприятия, которую необходимо учитывать при формировании профессиональных компетенций будущего специалиста, является избирательность восприятия: каждый человек воспринимает (замечает, отмечает) в объекте те черты, которые его интересуют. Соответственно, профессиональное восприятие предполагает, что специалист должен уметь вычленять в воспринимаемом объекте те характеристики, которые важны для его профессиональной деятельности [28].

Для формирования профессионального восприятия дизайнера необходимо активно использовать реальные объекты, т. к. только они являются средством для обеспечения достоверности зрительного восприятия, в то время как плоские изображения не позволяют достоверно воспринимать глубину пространства [29].

Таким образом, дидактическое оборудование для развития изобразительных навыков должно обеспечивать возможность прикосновения и движения (предметность восприятия), а также достоверного восприятия габаритов объекта. Работа студентов с таким оборудованием является для них опытом профессионального восприятия объектов действительности, что обеспечивает константность и апперцепцию. В процессе работы с дидактическим оборудованием необходимо формировать избирательность восприятия – развивать «профессиональный взгляд дизайнера».

1.4 Постановка задач проектирования

В результате теоретико-методологического обоснования развития изобразительных навыков дизайнеров посредством дидактического оборудования поставлены следующие задачи проектирования:

- 1) проанализировать существующие аналоги дидактического оборудования для развития изобразительных навыков;
- 2) изучить требования к проектированию дидактического оборудования;
- 3) разработать композиционную идею дидактического оборудования для морфологического анализа с учетом требований системного дизайна (взгляд на объект дизайн-проектирования как на сложную систему, связанную с другими системами) и психофизиологических особенностей восприятия;
- 4) выбрать материалы и технологию изготовления дидактического оборудования;
- 5) выполнить функциональный и эргономический анализ спроектированного объекта посредством тестирования макета.

2 Аналитическая часть

2.1 Средства обучения дизайнеров

Средства обучения представляют собой совокупность материальных, технических, информационных и организационных ресурсов, используемых для обеспечения методов обучения [30].

Изобразительные навыки в художественном образовании развивают с помощью следующих **средств**: предметных наглядных пособий, демонстрационных наглядных пособий (использование видеоряда), учебно-методических таблиц, объемных моделей, репродукций, педагогического рисунка [27]. Наиболее эффективными на начальном этапе обучения профессиональных дизайнеров представляются реальные объемные модели, которые позволяют учащимся приобретать чувственный опыт.

При развитии изобразительных навыков с помощью объемных моделей важную роль играет морфологический анализ, основанный на идее о том, что любую форму сложного объема можно структурировать на составляющие ее простые геометрические тела: куб, пирамида, сфера, цилиндр, призма. Геометрические тела представляют собой наиболее подходящие объекты, позволяющие понять законы формообразования предметов и усвоить принципы их построения в рисунке [31]. Для успешной проектной деятельности дизайнеру необходимо уметь увидеть в сложном объекте простые геометрические тела, их взаимосвязь.

Важную роль в развитии изобразительных навыков, в частности пространственного мышления, играют мультимедийные технологии, благодаря которым мировосприятие современного человека становится многомерным, многовариантным, полиментальным [32].

С целью комплексного решения проблемы развития изобразительных навыков студентов-дизайнеров на начальном этапе обучения в данном диссертационном исследовании разрабатывается дидактическое оборудование для морфологического анализа (наглядное средство обучения) и мультимедийный комплект для морфологического анализа (техническое средство обучения).

В связи с этим в аналитической части работы необходимо рассмотреть возможности мультимедийных технологий в обучении, существующие аналоги дидактического оборудования и компьютерных обучающих программ, а также требования к проектированию дидактического оборудования.

2.2 Мультимедийные технологии в обучении

Благодаря мультимедийным технологиям возможно использование различных изобразительных средств для реализации содержания учебного предмета с учетом психофизиологических особенностей восприятия [33].

Для современной образовательной системы характерно широкое применение технических средств обучения – средств, объединяющих дидактическое обеспечение с техническим. Наиболее популярны в настоящее время технические средства, основанные на информационных (информационно-коммуникационных) технологиях. По своему функциональному назначению такие средства обучения делятся на средства для передачи учебной информации (презентации, видеолекции, видеоуроки) и средства контроля знаний (различные виды тестов), тренажеры. Многие современные технические средства предназначены для выполнения нескольких функций.

Наиболее востребованным техническим средством обучения студентов-дизайнеров является компьютерная графика, т. к. в комплекс профессиональных компетенций дизайнера входят навыки владения различными графическими программами [34, 35]. В данном случае специализированные компьютерные программы применяются на занятиях для того, чтобы научить студентов активно пользоваться этими программами – оформлять итоговый дизайнерский продукт. Одним из таких средств является 3D-моделирование, преимущество которого заключается в возможности изменения ракурса изображения. Компьютерная графика позволяет удобно конструировать, совершенствовать, преобразовать визуальные образы окружающего мира.

Другой разновидностью применения информационных технологий для развития пространственного мышления выступает мультимедийная презента-

ция, которая позволяет реализовать принцип наглядности. Благодаря мультимедийной презентации построение изображения может быть проиллюстрировано в динамике [36]. Использование мультимедийных презентаций позволяет также активизировать процесс дистанционного обучения специалистов, от которых требуется высокий уровень развития пространственного мышления. В целом компьютерные технологии при работе со студентами-дизайнерами могут быть использованы на ранних этапах обучения (на первом-втором курсах) в качестве вспомогательного инструмента при развитии базовых изобразительных навыков [37].

В последнее время получает активное развитие применение в образовательном процессе компьютерных обучающих программ, которые обеспечивают индивидуализацию обучения, отличаются экономичностью, компактностью и тиражируемостью, отвечают особенностям восприятия современной молодежи, позволяют повысить интерес учащихся к процессу обучения [38].

2.3 Обзор аналогов

2.3.1 Аналоги дидактического оборудования

В качестве аналогов разрабатываемого дидактического оборудования для морфологического анализа можно рассматривать дидактическое оборудование, используемое в дошкольном, школьном, среднем профессиональном и высшем образовании для развития умений рисовать. Имеющееся дидактическое оборудование можно разделить на три группы: 1) оборудование, использующее простые геометрические фигуры, 2) оборудование, использующее сложные фигуры.

1. Оборудование, использующее простые геометрические фигуры

Геометрические гипсовые фигуры (Приложение Б, рисунок Б1). Используются как учебное наглядное пособие для изучения рисунка в художественных школах, студиях, художественных и архитектурных училищах и вузах. На простых геометрических телах учащиеся понимают и усваивают построение объемно-пространственных конструкций, передачу форм в перспективном сокращении, закономерности светотени и пропорциональные отношения.

Готовые модели (Приложение Б, рисунок Б2). Модель представляет собой совмещенные в каких-либо вариантах геометрические тела. Модель не меняет позы, формы, цвета. Всматриваясь в сложную многогранную геометрическую фигуру, будущие художники и дизайнеры учатся работать с деталями, замечать мелочи, понимать принципы сечения.

2. Оборудование, использующее сложные фигуры

Учебные гипсовые модели (Приложение Б, рисунок Б3). Используют в университетах и техникумах для построения правильных композиций. При правильном освещении автор рисунка может увидеть и передать на бумагу правильные пропорции модели, падение тени и т. п.

Манекен человека на шарнирах (Приложение Б, рисунок Б4). Деревянный манекен от ООО «Питер Арт Сервис» – наглядное пособие для тех, кто хочет научиться рисовать человека в движении.

Была проведена экспертная оценка аналогов по следующим критериям: эргономичность, функциональность, размер, вес и наглядность (по 10 бальной шкале). Результаты представлены на рисунках 1 – 4.

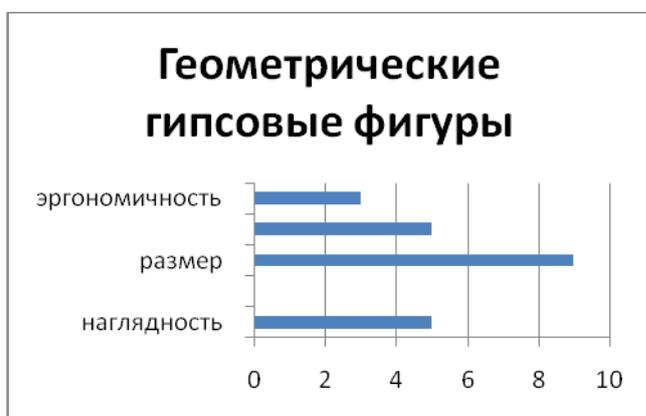


Рисунок 1 – Оценка аналога № 1

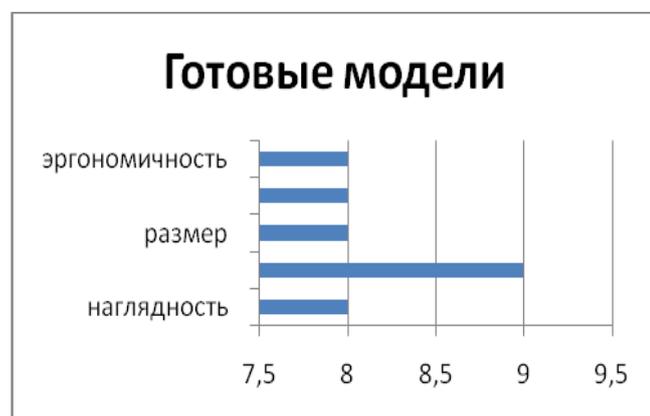


Рисунок 2 – Оценка аналога № 2

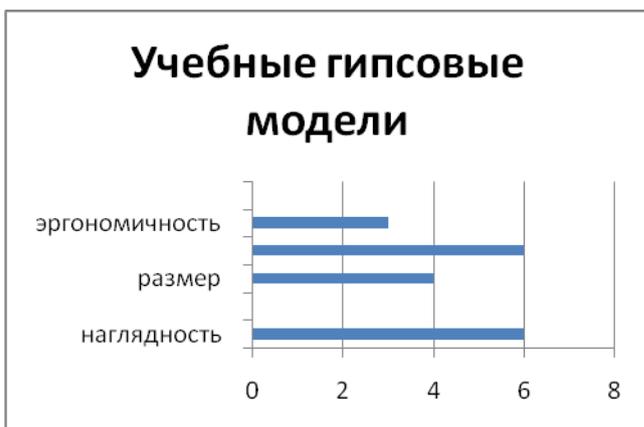


Рисунок 3 – Оценка аналога № 3

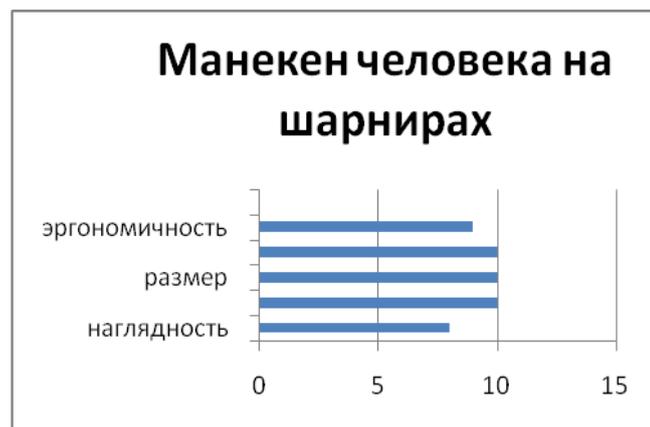


Рисунок 4 – Оценка аналога № 4

На рисунке 5 представлен сводный график оценки аналогов.

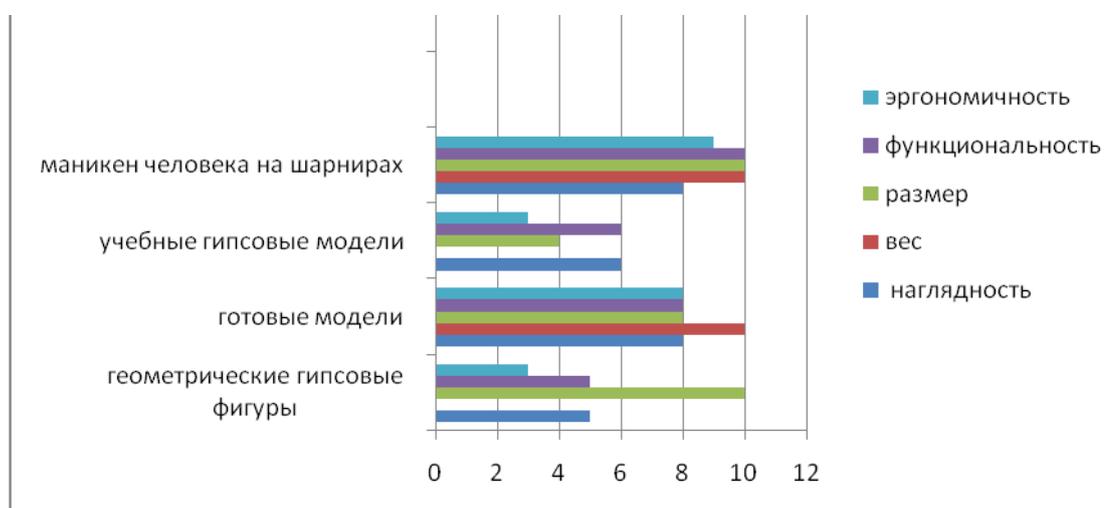


Рисунок 5 – Сводный график по оценке аналогов

Анализ сводного графика показывает, что манекен человека на шарнирах функционален, имеет приемлемые для обучения студентов размер и вес. Учебные гипсовые модели и геометрические гипсовые модели функциональны и наглядны, но имеют большой недостаток – вес. Готовые модели имеют небольшой вес, что значительно облегчает взаимодействие с ними.

Общим недостатком классического оборудования является малая информативность: цельные фигуры не дают учащимся возможности увидеть внутренние грани объекта, что необходимо для точного построения формы. Работая с цельными фигурами, обучающиеся не могут изменять их конфигурацию, рассматривать их с определенного ракурса. Кроме того, классическое наглядное дидактическое оборудование в основном выполнено из гипса, такие модели громоздки, тяжелы и не безопасны в хранении и применении.

Указанные недочеты обусловили два главных принципа разрабатываемого в данном исследовании дидактического оборудования: 1) данное оборудование должно обеспечивать формирование у обучающихся навыков морфологического анализа (анализа формы, внутреннего строения сложных объектов); 2) оно должно быть удобным и безопасным в использовании.

В связи с названными недостатками классического оборудования для художественного образования в качестве аналогов было рассмотрено оборудование, предполагающее совмещение фигур и используемое для формирования пространственного мышления в рамках дисциплин «Начертательная геометрия», «Черчение», «Стереометрия».

Трансформируемый игровой конструктор (Приложение Б, рисунок Б5). С 2002 года НПО «РАНТИС» производит оригинальный объемный Трансформируемый Игровой Конструктор для Обучения (ТИКО), который не имеет отечественных аналогов и состоит из 21 различного плоского многоугольника с длиной стороны 5 и 10 см. В состав конструктора входят равносторонние треугольники, равнобедренные и прямоугольные, квадраты, параллелограммы, прямоугольники, ромбы, трапеции, пятиугольники, шестиугольники и восьмиугольники.

Скрепление деталей конструктора осуществляется с помощью шарнирных соединений, которые позволяют одной детали осуществлять вращение вокруг другой. В ходе этих действий наглядно демонстрируется переход от плоскости к пространству, из плоской фигуры в объемную и обратно. Становится возможным конструирование бесконечного множества плоских игровых фигур и геометрических объемных фигур.

Набор многогранников (для стереометрии) (Приложение Б, рисунок Б6). Набор многогранных моделей, которые иллюстрируют, помимо самих твердых тел, их поперечные сечения с выбранными плоскостями, облегчающие реализацию основной учебной программы для обучения математике в средних школах в области требований к стереометрии. Эти тела также могут быть полезны для понимания учащимися положения прямых и плоскостей в пространстве, распо-

знавания различных углов в пространстве (между прямыми, между прямой и плоскостью, между плоскостями).

Набор по стереометрии (телескопический) (Приложение Б, рисунок Б7). Учебное геометрическое трансформируемое пособие представляет комплект из шести геометрических фигур для изучения стереометрии. Набор предназначен для повышения эффективности обучения школьного курса геометрии и для развития пространственного мышления учащихся. Это достигается путем наглядной демонстрации всевозможных стандартных и нестандартных геометрических фигур. Каждая из сторон любой модели состоит из трех стержней, образующих ребро и входящих друг в друга по принципу телескопической антенны. Места стыковки ребер, находящихся в вершинах и основаниях геометрических тел, соединены с помощью оригинального кольца, что, фактически, с неограниченной степенью свободы позволяет вращать стержни, изменяя длины сторон. Такая подвижность частей позволяет получить из одной модели разные новые модели и фигуры, как стандартные, так и нестандартные. В комплект входят: Треугольная пирамида; Четырехугольная пирамида; Треугольная призма; Куб; Конус; Цилиндр; Шесть дополнительных стержней для различных построений и сечений.

Каждый из рассмотренных вариантов дидактического оборудования решает отдельные задачи, развивая те или иные умения и навыки, необходимые дизайнеру. В проектируемом дидактическом оборудовании для морфологического анализа предполагается объединить сильные стороны имеющихся наглядных материалов, что позволит использовать данный комплект для развития изобразительных навыков в комплексе.

2.3.2 Аналоги мультимедийного комплекта

Вторым элементом разрабатываемого дидактического комплекса для морфологического анализа является мультимедийный комплект. С целью поиска запатентованных аналогов мультимедийного комплекта для морфологического анализа на сайте Федерального государственного бюджетного учрежде-

ния «Федеральный институт промышленной собственности» [39], раздел «Программы для ЭВМ. Базы данных. Технологии микросхем», просмотрено около 400 патентов за 2018 год.

За основу для разработки концепции комплекта взяты четыре программы (Приложение Б, таблица). Из данных программ выделены следующие компоненты, которые целесообразно включить в разрабатываемый в данном исследовании мультимедийный комплект для морфологического анализа:

- 1) база данных исходных элементов комплекта (патент № 2018621898);
- 2) интерактивные элементы (патент № 2018664969);
- 3) учебные материалы для самостоятельного изучения (№ 2018621865);
- 4) библиотека сценариев для преподавателя (патент № 2018664694).

Сделан вывод, что на данный момент отсутствуют прямые аналоги разрабатываемого комплекта.

2.4 Требования к проектированию дидактического оборудования

При проектировании наглядного оборудования необходимо, в первую очередь, учитывать общие принципы системного дизайн-проектирования: объект дизайна должен отличаться антропоцентричностью, многокомпонентностью и многоуровневостью, открытостью и гибкостью, самоорганизацией и саморазвитием, управляемостью, включенностью деятельности [40]. Любой проектируемый объект должен соответствовать эстетическому, функциональному, эргономическому, социологическому, экономическому и экологическому критериям.

В соответствии с СанПиН 2.4.7.007-93 [41] и ГОСТ 25779-90 [42] оборудование, предназначенное для использования в учебно-воспитательном процессе, должно быть выполнено из материалов, получивших гигиеническую оценку и подтвержденных сертификатом. Края соединяющихся элементов должны быть безопасными для использования, не должны иметь зазоров и острых углов. Размеры дидактического оборудования должны соответствовать его назначению и психофизиологическим возможностям пользователей.

Оборудование, предназначенное для обучения, должно соответствовать педагогическим требованиям. С методической точки зрения, дидактические средства должны соответствовать возрасту обучающихся и уровню их развития. Средства наглядности, используемые в учебном процессе, должны соответствовать целям и содержанию обучения; объем работы со средствами наглядности (количество предметов дидактического оборудования и время работы с ним) должен быть целесообразным [43, 44]. Наглядные средства должны наиболее точно соответствовать реальным объектам, должны быть эстетически оформлены и не должны включать лишние элементы [45].

Важным критерием при разработке наглядного оборудования является учет психологических критериев, в том числе особенностей визуального восприятия человека.

На основании проведенного во второй главе анализа можно сделать вывод, что разрабатываемое дидактическое оборудование для морфологического анализа должно соответствовать следующим требованиям:

1) оборудование должно быть выполнено из экологически чистого, безопасного, надежного в использовании материала, имеющего небольшой вес;

2) размер оборудования должен обеспечивать возможность комфортного зрительного восприятия объекта в пределах учебной аудитории, а также удобство его сборки и транспортировки;

3) оборудование должно быть модульным, трансформируемым и прозрачным, для того чтобы обеспечивать возможность восприятия внутренней геометрии различных сложных объектов;

4) конструкция оборудования должна обеспечивать возможность усложнения формы с целью последовательного, поэтапного развития изобразительных навыков.

3 Проектная часть

3.1 Композиционная идея дидактического оборудования для морфологического анализа

Исходя из сформулированных выше требований к разрабатываемому в данном исследовании дидактическому оборудованию для морфологического анализа на первом этапе проектирования была разработана следующая композиционная идея объекта дизайн-проектирования.

Оборудование состоит из простых геометрических фигур, разбитых на плоскости, которые могут скрепляться между собой с помощью стержней, образуя, таким образом, различные сложные многоуровневые фигуры.

В качестве основного материала выбраны фанера березовая, влагостойкая, I сорт 10 мм и оргстекло 10 мм. Детали из фанеры и оргстекла вырезаются на лазерном гравере.

Элементы оборудования:

- 1) 10 квадратных деревянных пластин размером 150 x 150 мм и 10 таких же пластин, выполненных из оргстекла;
- 2) 10 деревянных пластин в форме шестигранника размером 150 x 150 мм и 10 таких же пластин, выполненных из оргстекла;
- 3) круглые пластины разного диаметра, складывающиеся в шар (10 деревянных, 10 из оргстекла);
- 4) 20 круглых пластин диаметром 150 мм (10 – деревянных, 10 – из оргстекла), складывающихся в цилиндр;
- 5) квадратные пластины разного размера, складывающиеся в пирамиду (10 деревянных, 10 из оргстекла).

В качестве крепления пластин (модулей) выбран магнитный винил толщиной 4 мм. Магнитный винил наклеивается на деревянные пластины с обеих сторон. Данный вид крепления позволяет располагать модули относительно друг друга в одной плоскости под разным углом.

Был выполнен макет данного варианта оборудования с выбранным креплением (рисунок б).

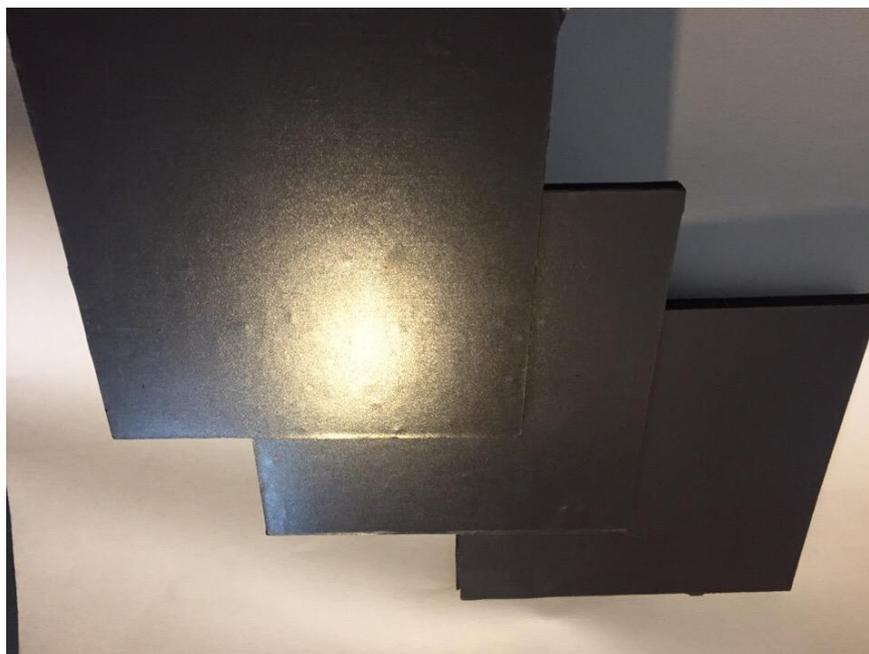


Рисунок 6 – Макет первого варианта оборудования

В результате проведенного анализа обнаружено, что магнит не обеспечивает достаточную надежность фиксации. Кроме того, виниловые магниты выполнены в черном цвете, что не соответствует требованиям к наглядному оборудованию для обучения рисованию, а также использование винилового магнита затруднительно в модулях, выполненных из оргстекла.

В связи с этим была разработана вторая концепция композиционной идеи дидактического оборудования, в которой выбран вид крепления, основанный на упоре конструкций [46].

В качестве средства крепления используются деревянные стержни диаметром 5 мм, длиной 20 мм (50 шт.). В каждой пластине по всем сторонам вырезаются отверстия под стержень глубиной 3 мм (от 8 до 22 отверстий в зависимости от формы модуля).

На рисунке 7 представлены примеры элементов оборудования.

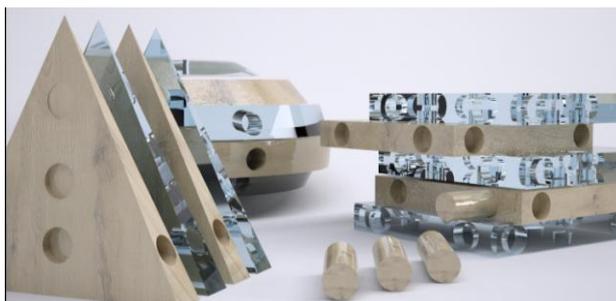


Рисунок 7 – 3D-модель элементов (второй вариант оборудования)

На рисунке 8 представлена 3D-модель трех вариантов сборки куба (из однородного и разнородного материала).



Рисунок 8 – 3D-модель сборки (второй вариант оборудования)

Следующий этап проектирования предполагал подготовку макета разработанного оборудования из фанеры в масштабе 1:1. На данном этапе обнаружено, что большое количество отверстий под крепеж усложняет и удорожает процесс изготовления оборудования и увеличивает вероятность поломки модуля; выбранный крепеж (деревянные стержни вставляются в отверстия, проделанные в модулях) не обеспечивает должной фиксации конструкции; натуральный цвет фанеры не обеспечивает требуемый уровень визуального восприятия объекта для срисовывания.

С учетом вышесказанного внесены следующие изменения в проектируемый дизайн-объект:

- 1) количество отверстий в каждом модуле сокращено до пяти; при этом отверстия сквозные;
- 2) крепление в виде коротких деревянных стержней заменено на крепление с использованием длинной цельной шпильки;
- 3) принято решение покрыть фанеру белым акрилом.

Внесенные изменения отражены на рисунке 9.



Рисунок 9 – 3D-модель сборки (третий вариант оборудования)

На основе разработанной 3D-модели подготовлены два макета с разной формой отверстий.

Макет включает 7 модулей круглой формы, 7 модулей квадратной формы. В каждом модуле вырезаны отверстия. Диаметр отверстий – 62 мм. Одно отверстие располагается в центре фигуры, четыре отверстия равномерно распределены по четырем сторонам фигуры на расстоянии 62 мм от центра. Сквозные отверстия вырезаны на лицевой стороне каждого модуля. Различия двух вариантов макета заключаются в форме отверстий: 1) круглая, 2) шестигранник (в отверстие вклеена гайка).

На рисунке 10 представлена фотография одного модуля круглой формы с двумя вариантами отверстий.



а) шестигранная форма



б) круглая форма

Рисунок 10 – Варианты формы отверстий

Для крепления модулей оборудования используется металлическая резьбовая шпилька диаметром 6 мм, длиной 200 мм. В процессе сборки оборудования на шпильку насаживается необходимый модуль через любое отверстие, выбранное в зависимости от предполагаемого итогового вида оборудования. На концы шпильки накручивается колпачковая гайка.

Конструкция дидактического оборудования для морфологического анализа предполагает, что модули не должны располагаться друг к другу вплот-

ную: между ними должно быть расстояние, что обеспечивает восприятие внутренней формы фигуры в процессе работы с оборудованием в собранном виде.

Разработано три варианта конструкций, позволяющих фиксировать зазор между модулями.

1. Гайка и шайба. После модуля на шпильку надевается шайба, затем накручивается гайка (рисунок 11). Гайка позволяет плотно фиксировать модули, шайба обеспечивает бóльшую плотность контакта с поверхностью модуля.



Рисунок 11 – Вариант крепления «гайка + шайба»

Макетирование показало, что данный вариант крепления не обеспечивает требуемое расстояние между модулями.

2. Деревянный диск диаметром 40 мм (рисунок 12). Диск выпилен из фанеры толщиной 10 мм, что обеспечивает требуемое расстояние между модулями. Однако данный вариант крепления не обеспечивает фиксацию модулей на стержне.

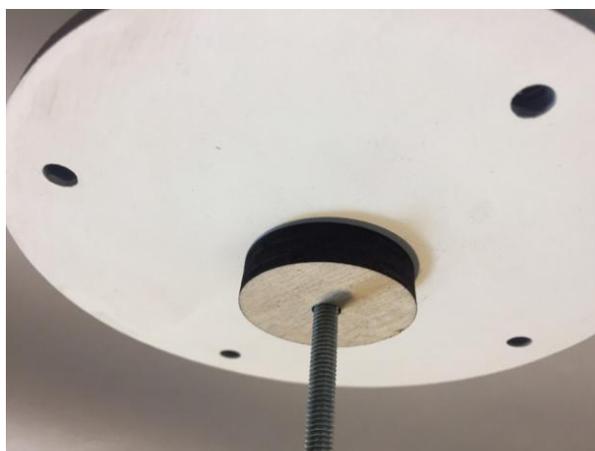


Рисунок 12 – Вариант крепления «деревянный диск»

3. Гайка соединительная удлиненная оцинкованная (рисунок 13). Длина гайка – 10 мм. Данный вид крепления учитывает недостатки первых двух вариантов: длина гайки обеспечивает требуемое расстояние между модулями, а также позволяет усилить фиксацию модулей.



Рисунок 13 – Вариант крепления «удлиненная гайка»

Кроме того, разработана дополнительная деталь оборудования, позволяющая распределять модули относительно шпильки на разных уровнях. Данная деталь представляет собой прямоугольник $150 + 14 + 10$ мм со скругленными углами. В нем сделано 10 отверстий в форме шестигранника с вклеенными гайками. На рисунке 14 представлена фотография варианта сборки оборудования с помощью дополнительной детали.

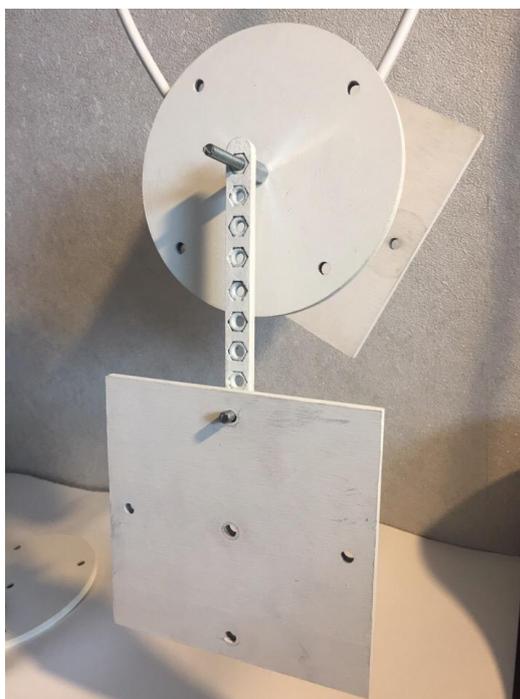


Рисунок 14 – Сборка с дополнительной деталью крепления

Таким образом, на этапе проектирования разработано дидактическое оборудование для морфологического анализа, состоящее из модулей разной формы и разного размера. Количество и форма модулей позволяют формировать из них куб, цилиндр, сферу, пирамиду, шестиугольную призму – основные фигуры, которые используются на начальном этапе формирования изобразительных навыков. Материал модулей – фанера и оргстекло. Для соединения модулей в цельную конструкцию используется резьбовая шпилька. Разработаны два варианта отверстий для крепления и три варианта средств фиксации модулей. Подготовлены два макета. Следующий этап дизайн-проектирования предполагает выполнение функционального и эргономического анализа дизайн-объекта.

3.2 Функциональный и эргономический анализ

Одним из важных этапов дизайн-проектирования является оценка функциональности дизайн-объекта, его анализ с точки зрения соответствия эргономическим требованиям. Предварительный контроль и анализ, оценка дизайн-решения с помощью экспериментальных методов позволяют вовремя внести в дизайнерский продукт необходимые изменения [47]. Процесс верификации (валидации) дизайнерских решений предполагает тестирование, испытание объекта или его деталей, компьютерное моделирование, лабораторные или экспериментальные работы, анализ дизайна, сравнение с существующими аналогами [48].

На этапе планирования проверки (верификации, валидации) дизайнерского решения составляется протокол проверки, в котором отражаются цель проверки, участники и инструменты проверки, методы и критерии проверки. По результатам контроля дизайн-проекта заполняется Декларация о соответствии [49].

При проведении верификации дизайн-решения особое внимание уделяется функциональным характеристикам объекта, качеству сборки, соответствию пользовательским требованиям, надежности и ремонтпригодности объек-

та [48]; проверяются конструкционные, материальные, морфологические, функциональные, эксплуатационные, эстетические характеристики объекта, актуальные для пользователя.

Наиболее востребованным способом экспериментальной проверки объектов промышленного дизайна является испытание – апробация, тестирование.

Тестирование представляет собой проверку объекта на соответствие ожиданиям посредством тестов (проб). Этапами тестирования являются планирование работ, разработка стратегии тестирования и тестов (критериев тестирования), проведение тестирования прототипа (образца), анализ результатов [50]. В отношении оценки объектов промышленного дизайна тестирование может быть разделено на физическое и виртуальное [47]. Виртуальное тестирование предполагает анализ свойств дизайн-объекта, представленного в виде виртуальной модели. Физическое тестирование представляет собой испытание, апробацию физической модели, реального образца продукции.

В качестве участников тестирования могут выступать сами дизайнеры, проектирующие продукт (технология «Dogfooding» – «употребление собственного собачьего корма»), и представители целевой группы (технология «Usability testing» (юзабилити-тестирование) – тестирование с реальными пользователями). Применение юзабилити-тестирования позволяет выявить проблемы, связанные с использованием дизайн-продукта, собрать качественные данные и определить общую удовлетворенность потенциальных потребителей продуктом [51].

В настоящем исследовании для оценки разработанного дидактического оборудования выбрана технология физического тестирования в целевой группе потенциальных пользователей.

Для физического тестирования используется прототип, представляющий собой экспериментальную модель идеи, позволяющую проверить объект, прежде чем создавать полное решение. В качестве прототипа могут быть использованы основные части дизайн-продукта, которые в дальнейшем будут доработаны и переданы в производство. Прототип может быть выполнен из бумаги или

из других материалов, заменяющих основной материал объекта; может быть изготовлен из планируемого для дизайн-объекта материала [52]. Для тестирования был предоставлен подготовленный макет из фанеры.

Тестирование проводилось в МБУДО «Художественная школа» г. Северск с марта по май 2019 г. в старшей группе (10–11 класс). Тестирование предполагало проверку функциональности дидактического оборудования посредством его использования в образовательном процессе, а также оценку данного оборудования преподавателями, проводящими тестирование.

Анкета по параметру «Сборка» (таблица 1) сопровождалась следующим обращением к анкетирваемым: «Оцените макет дидактического оборудования для развития изобразительных навыков по параметру “Сборка”, выбрав оценку от 0 до 10, где 0 баллов означает максимально отрицательную оценку оборудования по данному критерию, 10 баллов – максимально положительную оценку».

Таблица 1 – Анкета для тестирования по параметру «Сборка»

Критерий	Баллы											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Время сборки	0 сборка занимает слишком много времени											10 время, затрачиваемое на сборку, оптимально
Безопасность сборки	0 большая вероятность получения травмы											10 полностью отсутствует риск получения травмы
Потребность в физических усилиях	0 сборка требует больших физических усилий											10 нет необходимости прикладывать физические усилия
Необходимость использования мелкой моторики	0 сборка требует развитой мелкой моторики											10 развитая мелкая моторика не требуется
Возможность действовать по алгоритму	0 сборка требует большого внимания и логических умозаключений											10 сборку можно производить без интеллектуальных усилий, по алгоритму

Анкета по параметру «Использование» (таблица 2) сопровождалась следующим текстом: «Оцените макет дидактического оборудования для развития изобразительных навыков по параметру “Использование”, выбрав оценку от 0 до 10, где 0 баллов означает максимально отрицательную оценку оборудования по данному критерию, 10 баллов – максимально положительную оценку».

Таблица 2 – Анкета для тестирования по параметру «Использование»

Критерий	Баллы											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Безопасность использования	0 большая вероятность получения травмы											10 полностью отсутствует риск получения травмы
Устойчивость оборудования	0 оборудование не сохраняет форму при небольших усилиях											10 оборудование устойчиво к обычным функциональным воздействиям
Надежность крепления	0 при обычном прикосновении модули сдвигаются											10 крепление обеспечивает неподвижность модулей
Удобство переноски	0 переноска оборудования требует больших усилий											10 переноска оборудования незатруднительна
Удобство размещения	0 может быть размещено только на большом столе или специальной подставке											10 удобно размещается на разных поверхностях и плоскостях
Удобство трансформации	0 трансформация требует больших усилий и времени											10 трансформация не требует больших усилий и времени

При оценке макета дидактического оборудования для развития изобразительных навыков по параметру «Дидактические возможности» (таблица 3) анкетизируемым предлагалось отметить те возможности, которые обеспечивает данное дидактическое оборудование.

Таблица 3 – Анкета для тестирования по параметру «Дидактические возможности»

Возможности	Ответ	
	да	нет
Дает возможность видеть объект с разных сторон	да	нет
Дает возможность воспринимать материал и объем	да	нет
За счет своего размера обеспечивает возможность организации как индивидуальной, так и групповой работы	да	нет
Обеспечивает возможность восприятия и целостного объема геометрического тела (как гипсовая модель), и каркасной формы (как каркасная модель)	да	нет
Обеспечивает усложнение задания за счет возможности добавления / удаления модулей, составляющих основную фигуру	да	нет
Дает возможность видеть взаимное расположение частей геометрического тела	да	нет
Дает возможность создавать различные фигуры, состоящие из модулей одной формы	да	нет
Дает возможность создавать различные фигуры, состоящие из модулей разной формы	да	нет

Кроме того, целью тестирования был выбор варианта крепления с точки зрения потенциальных пользователей – педагогов художественного образования.

Сценарий тестирования включал следующие этапы.

1. Первый урок – срисовывание куба / цилиндра как цельного объекта, без прорисовки отдельных модулей. Для урока используется куб / цилиндр, состоящий из всех модулей (рисунок 15).

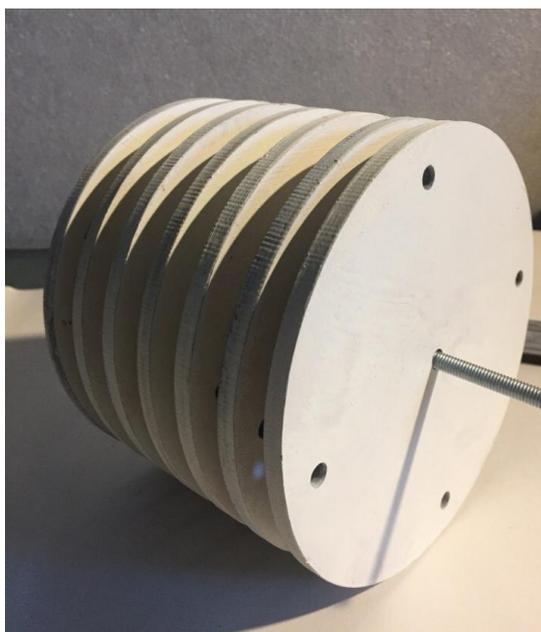


Рисунок 15 – Вариант сборки для первого этапа

2. Второй урок – срисовывание куба / цилиндра как цельного объекта, с прорисовкой отдельных модулей. Для урока используется куб / цилиндр, состоящий из всех модулей.

3. Третий урок – срисовывание куба / цилиндра как цельного объекта, без прорисовки отдельных модулей. Для урока используется куб / цилиндр, состоящий из трех модулей: крайние и центральный (рисунок 16).

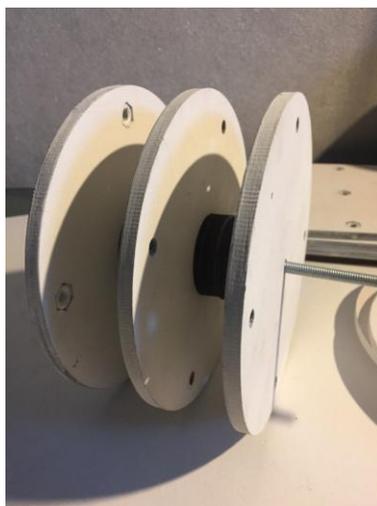


Рисунок 16 – Вариант сборки для третьего этапа

4. Четвертый урок – срисовывание трансформированной геометрической формы. Для урока используется куб / цилиндр, модули которого сдвинуты.

5. Пятый урок – срисовывание смешанной трансформированной геометрической формы. Для урока используется фигура, состоящая из модулей куба и цилиндра (рисунок 17).

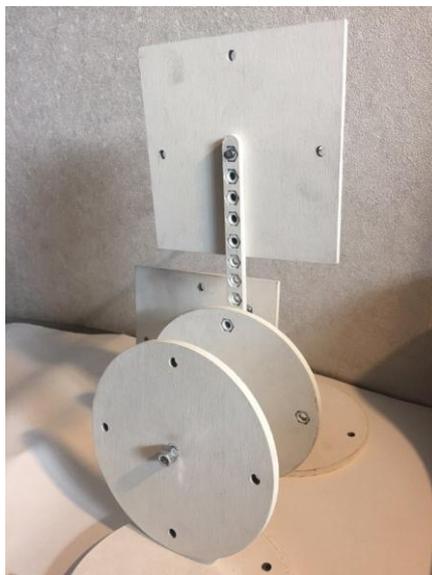


Рисунок 17 – Вариант сборки для пятого этапа

Примеры выполненных учащимися работ представлены в Приложении В.

По окончании тестирования его участники заполняли анкеты, а также дали устные рекомендации разработчику. По параметру «Сборка» (таблица 1) дидактическое оборудование оценено 45 баллами из 50 возможных (90 %), по параметру «Использование» (таблица 2) выставлено 50 баллов из 50 (100 %). На все вопросы анкеты по параметру «Дидактические возможности» (таблица 3) даны положительные ответы.

Замечания и предложения участников тестирования были учтены при корректировке дизайн-решения по результатам тестирования.

3.3 Итоговый дизайн-концепт дидактического оборудования для морфологического анализа

В результате использования дидактического оборудования участниками тестирования предложено изменить концепцию расположения оборудования в пространстве. Изначально предполагалось, что в собранном виде оборудование располагается горизонтально (рисунки 15, 16). Преподавателем, проводящим тестирование дизайн-объекта, было предложено располагать оборудование вертикально, т. к. такое расположение увеличивает варианты компоновки элементов оборудования и обеспечивает бóльшую наглядность (можно увидеть пересечение фигур).

Данное изменение обусловило отсутствие необходимости жесткой фиксации элементов оборудования. В связи с этим разработанные три варианта конструкций, позволяющие фиксировать зазор между модулями (раздел 3.1), заменены новым видом крепления. Данное крепление представляет собой пластиковую трубку длиной 10 мм (рисунок 18), которая без закручивания нанизывается на шпильку, что ускоряет и упрощает процесс сборки оборудования.



Рисунок 18 – Вариант крепления «пластиковая трубка»

Горизонтальное расположение оборудования потребовало фиксации на плоскости, для чего был разработан дополнительный элемент оборудования – крепежная основа (190 x 172 мм), выполненная из фанеры толщиной 20 мм. По всей поверхности основы равномерно распределены сквозные отверстия для шпильки (рисунок 19). На основание данной детали фиксируется металлический утяжелитель.



Рисунок 19 – Крепежная основа

На рисунке 20 представлена 3D-модель итогового дизайн-концепта дидактического оборудования для морфологического анализа, на рисунке 21 – макет.

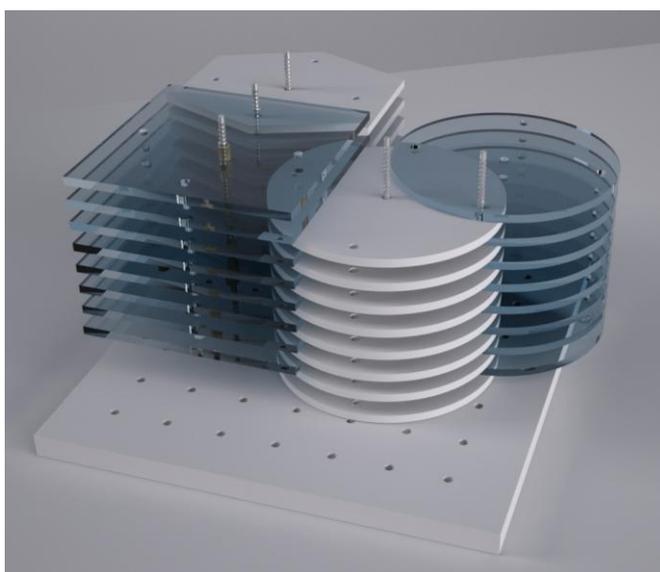


Рисунок 20 – 3D-модель итогового дизайн-концепта дидактического оборудования для морфологического анализа



Рисунок 21 – Макет итогового дизайн-концепта дидактического оборудования для морфологического анализа

Конструкторская документация представлена в Приложении Г.

3.4 Дидактическое оборудование для морфологического анализа как объект системного дизайн-проектирования

В системном подходе объект дизайн-проектирования рассматривается как сложная система, состоящая из трех основных подсистем: 1) пользователи, 2) среда, 3) средства [40]. Эти три компонента влияют на дизайнерские решения: дизайнер должен ориентироваться на пользователей, учитывать влияние окружающей среды на объект и влияние объекта на среду, планировать средства для производства дизайн-продукта. В данном исследовании при проектировании дидактического оборудования указанные подсистемы рассмотрены более широко: подсистема «социум» (пользователи), подсистема «экология» (среда), подсистема «экономика» (средства) (Приложение Д).

Подсистема «социум» включает в себя следующие элементы:

– потребность (необходимость усовершенствования дидактического оборудования для использования в художественном образовании на начальном этапе обучения);

- возможность (доступность для пользователя);
- психологические свойства человека (требования к обучению дизайнеров, требования к дидактическому оборудованию, учет особенностей визуального восприятия).

Подсистема «экология» включает в себя следующие элементы:

- производство (не должно пагубно влиять на окружающую среду);
- эксплуатация (работа с комплектом должна быть безопасной, комплект не должен отрицательно влиять на окружающую среду);
- материалы (должны быть экологически чистыми);
- утилизация (должна быть безвредной для окружающей среды).

Подсистема «экономика» включает в себя следующие элементы:

- спрос;
- сбыт;
- материалы (должны быть экономически выгодными);
- производство (должно быть простым и экономически выгодным);
- ценообразование (объединяет в себе все элементы);
- маркетинг.

Рассмотрение в данном исследовании объекта дизайн-проектирования как системного объекта позволило разработать дидактическое оборудование, отличающееся антропоцентричностью, многокомпонентностью, интегративной целостностью, открытостью и гибкостью, вариативностью, управляемостью, включенностью деятельности.

4 Методическая часть

4.1 Методика работы с дидактическим оборудованием для морфологического анализа при обучении студентов-дизайнеров в вузе

Дидактическое оборудование предполагается использовать как наглядный инструмент для срисовывания: модульность комплекта позволяет создавать различные фигуры – от простых до сложных фантазийных. Предлагается следующая система работы с дидактическим оборудованием для морфологического анализа на занятиях.

Первый этап. На данном этапе для работы используются собранные из модулей оборудования цельные простые фигуры: куб, пирамида, сфера, цилиндр, призма). Каждая из фигур срисовывается учащимися обобщенно, без прорисовки отдельных модулей. Данный этап развивает умение зрительно воспринимать и отражать в рисунке целостную форму простой геометрической фигуры.

Второй этап. Также используются цельные простые фигуры, однако перед учащимися ставится задача прорисовать каждый модуль фигуры. Благодаря данному заданию отрабатываются навыки построения в рисунке простых геометрических форм.

Третий этап. Для данного этапа обучения простая геометрическая фигура составляется только из трех элементов дидактического оборудования, представляющих центральную и крайние плоскости фигуры. В задачи учащихся входит достроить в рисунке недостающие модули, что позволяет развивать умения перспективного построения.

Четвертый этап. С целью развития полученных на третьем этапе умений на четвертом этапе для срисовывания предоставляется фигура, сформированная только из крайних плоскостей фигуры.

Следующие этапы обучения предполагают работу со сложными композициями. В зависимости от задач педагог составляет из элементов оборудования различные фигуры, используя как деревянные элементы, так и элементы, выполненные из оргстекла.

Время на работу с оборудованием на каждом этапе определяется педагогом в зависимости от задач использования оборудования и уровня подготовленности учащихся.

Предложенная система работы с дидактическим оборудованием для морфологического анализа позволяет систематично и последовательно формировать у учащихся такие элементы изобразительных навыков, как технические умения и пространственное мышление. На завершающем этапе работы с целью дальнейшего развития пространственного мышления, а также художественно-образного мышления как важных элементов изобразительных навыков дизайнера предлагается использовать дидактическое оборудование, перенесенное в электронную среду.

4.2 Дидактическое оборудование для морфологического анализа в среде электронного обучения

Дидактическое оборудование перенесено в мультимедиа-формат, что расширяет возможности его применения при развитии изобразительных навыков – мультимедийный комплект может быть использован как для очной, так и для заочной и дистанционной форм обучения.

Мультимедийный дидактический комплект для морфологического анализа при обучении студентов-дизайнеров включает два основных элемента: 1) видеоролики, выполняющие функцию демонстрации и объяснения материала; 2) пакет интерактивных заданий, предназначенных для тренировки развиваемых умений и контроля их сформированности.

1. Видеоролики. Предполагается десять 60-тисекундных видеороликов, в которых представлены варианты сборки дидактического оборудования – от простых геометрических фигур (четыре видеоролика) до сложных композиций (шесть видеороликов). Видеоматериалы представляются в двух форматах: 1) записанный на цифровую видеокамеру процесс ручной сборки комплекта с закадровым пояснением действий (для первого этапа работы с мультимедийным комплектом); 2) созданное в программе 3D-моделирования изображение

процесса соединения элементов комплекта в различных вариантах (второй этап работы с мультимедийным комплектом). На рисунке 22 представлен скриншот фрагмента видеоролика, демонстрирующего соединение деталей куба в геометрическую композицию. Видеоролик представляет собой 3D-сцену со сборкой основной конструкции.

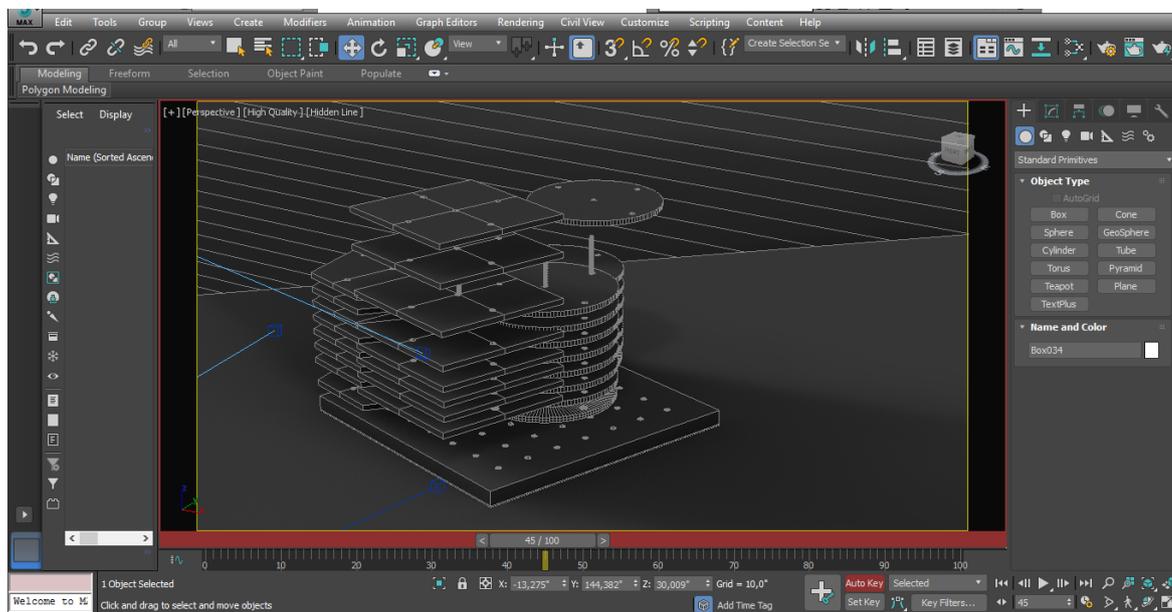


Рисунок 22 – Скриншот фрагмента видеоролика

2. Пакет интерактивных заданий. Функциями рассматриваемого пакета интерактивных заданий являются тренировка развиваемых умений и контроль их сформированности.

Интерактивные задания создаются на базе программы 3ds Max. С технической точки зрения данные задания могут быть выполнены в двух форматах:

- 1) файловый тип – в программе 3ds Max создается файл задания, который студенты могут редактировать в соответствии с инструкцией задания;
- 2) программный тип – в программе 3ds Max пишется программа на основном языке программирования, студенты работают на базе данной программы, выполняя поставленные перед ними задачи.

Пакет включает десять последовательно усложняющихся интерактивных заданий. В каждом задании представлен сформированный преподавателем набор элементов комплекта для морфологического анализа (например, составить композицию из 14 круглых, 7 квадратных, 7 призматических пластин) (рисунок 23)).

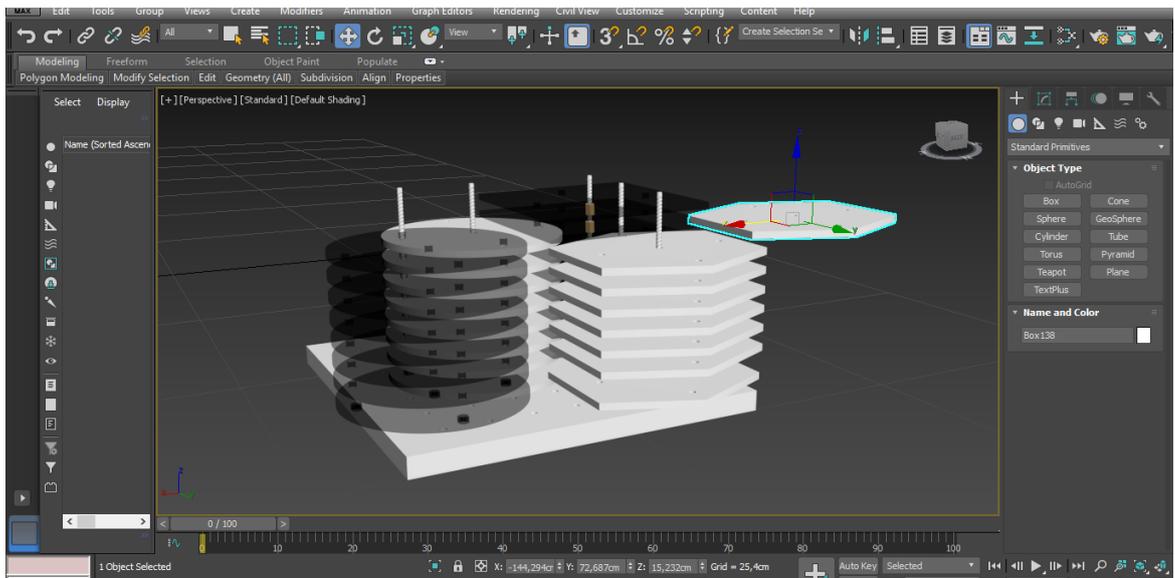


Рисунок 23 – Пример интерактивного задания

На основе предложенного набора студенты самостоятельно разрабатывают свой вариант композиции (конфигурации элементов).

Данный тип заданий направлен на развитие пространственного мышления и изучение геометрических фигур, а также позволяет студентам отработать технику построения композиции. Регулярное решение творческих задач по составлению композиции («формальные» задачи) [53]) обеспечивает формирование профессионального мышления дизайнера.

На заключительном этапе работы с пакетом интерактивных заданий студенты вручную отрисовывают получившуюся композицию на бумаге, благодаря чему развиваются навыки техники рисунка и художественно-образное мышление. Данный вид деятельности также позволяет студентам подготовиться к созданию авторских пространственных композиций по заданным параметрам.

Перенос дидактического оборудования в виртуальную среду отвечает современным тенденциям компьютеризации образования, использования в учебном процессе электронных образовательных ресурсов. В современных условиях сокращения аудиторных часов, предполагаемых на освоение образовательных программ в вузе, применение интернет-технологий является эффективным решением проблемы.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Цель данного раздела магистерской диссертации заключается в увеличении конкурентоспособности предлагаемой в исследовании разработки – дидактического комплекта для развития изобразительных навыков, который будет отвечать современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

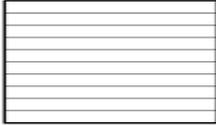
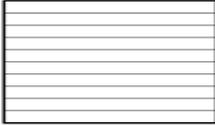
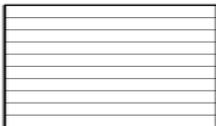
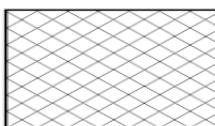
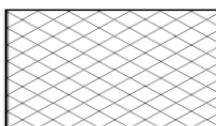
5.1 Предпроектный анализ

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Прежде чем начать планировать работу и определять ресурсный и экономический потенциал дизайн-разработки (в нашем случае – дидактического оборудования), требуется провести оценку коммерческого потенциала и экономической эффективности разработки, выявить принадлежность разработки к определенному сегменту рынка и охарактеризовать его.

Объектом проектирования в настоящем исследовании выступает дидактическое оборудование, соответственно, его целевой аудиторией являются образовательные учреждения. Потенциальные потребители продукта (образовательные учреждения) распределены по двум категориям: 1) вид образования – общеобразовательные учреждения / учреждения профессионального образования; 2) уровень образования – дошкольное / среднее (школьное) / высшее (таблица 4).

Таблица 4 – Карта сегментации рынка

		Уровень образования		
		Дошкольное	Среднее	Высшее
Вид образования	Общее образование			
	Специальное художественное			
		 Маленький спрос	 Средний спрос	 Высокий спрос

В результате сегментирования сделан вывод, что высокий спрос на дидактическое оборудование для развития изобразительных навыков предполагается в учреждениях среднего и высшего образования, в которых реализуются специализированные образовательные программы художественного профиля: художественные школы, архитектурные вузы и вузы, в которых осуществляется выпуск специалистов в области культуры и искусства. Разрабатываемое в данном исследовании дидактическое оборудование предназначено для обучения бакалавров-дизайнеров на начальном этапе обучения. В дальнейшем проект может быть доработан с целью использования дидактического оборудования для развития изобразительных навыков в художественных школах и вузах.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

В связи с тем, что рынок постоянно находится в движении, следует регулярно проводить анализ разработок, предлагаемых конкурентами. Такой анализ позволяет определить особенности существующих разработок, их достоинства и недостатки, и дает возможность вносить в собственную разработку положительные коррективы с целью увеличения ее конкурентоспособности.

Анализ технических решений конкурентов направлен на выявление слабых и сильных сторон существующего дидактического оборудования, предлагаемого различными производителями. При изучении аналогов с экономической точки зрения рассмотрены два наиболее вероятных конкурента: 1) набор многогранников для стереометрии (K_1) (Приложение Б, рисунок Б6); 2) набор по стереометрии телескопический (K_2) (Приложение Б, рисунок Б7).

Набор многогранников для стереометрии дает пользователю (педагогу художественного образования) достаточно широкие возможности для развития у учащихся изобразительных навыков: он включает готовые геометрические фигуры и, благодаря своей прозрачности, обеспечивает возможность восприятия учащимися всех элементов формы. Однако данный комплект не предпола-

гает трансформации, что уменьшает возможности его использования. Набор удобен в эксплуатации, устойчив и надежен (благодаря своей цельности).

Набор по стереометрии телескопический позволяет конструировать различные фигуры, что увеличивает возможности его использования. Однако каркасная форма набора (отсутствие стенок фигур) нарушает восприятие целостности геометрической фигуры, что необходимо для художественного образования. Эксплуатация данного набора несколько затруднительна, т. к. требует от пользователя особых усилий при его сборке (точность, аккуратность), кроме того, в собранном виде фигура отличается низкой помехоустойчивостью и ненадежностью.

Анализ конкурентных технических решений обобщен в Приложении Е1. В результате проведенного анализа можно сделать вывод, что разрабатываемое в диссертации дидактическое оборудование обладает большей конкурентоспособностью по сравнению с рассматриваемыми аналогами. В первую очередь конкурентными преимуществами объекта проектирования являются повышение производительности труда, удобство эксплуатации и предоставляемые возможности.

5.1.3 SWOT-анализ

Популярным инструментом стратегического планирования является SWOT-анализ, предполагающий выявление сильных и слабых сторон объекта анализа, предполагаемых возможностей и угроз его развития, с целью выбора стратегий дальнейшего развития [54]. Для исследования внешней и внутренней среды проекта составлена таблица SWOT-анализа, где детально отображены сильные и слабые стороны проектируемого дидактического комплекта для развития изобразительных навыков. На втором этапе проведения SWOT-анализа составлены интерактивные матрицы проекта, в которых осуществлено выполнение анализа соответствия параметров SWOT каждого с каждым. Соотношения параметров представлены в таблицах 5 – 8.

Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Возможности проекта и сильные стороны» и предложенные пути развития представлены в таблице результатов SWOT-анализа, в графе «Направления развития» (Приложение Ж).

Таблица 5 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

		Сильные стороны проекта									
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
	B1	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-
	B2	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-
	B3	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+
	B4		+	-	-	-	-	-	+	-	+

Таблица 6 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

		Слабые стороны проекта	
Возможности проекта		Сл1	Сл2
	B1	+	-
	B2	-	+
	B3	-	+
	B4	+	-

Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Возможности проекта и слабые стороны» и перечень сдерживающих факторов представлены в таблице результатов SWOT-анализа, в графе «Сдерживающие факторы» (Приложение Ж).

Таблица 7 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

		Сильные стороны проекта									
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
	У1	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
	У2	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-

Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Угрозы проекта и сильные стороны» представлены в таблице результатов SWOT-анализа, в графе «Угрозы развития» (Приложение Ж).

Таблица 8 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта			
Угрозы проекта		Сл1	Сл2
	У1	+	–
	У2	–	+

Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Угрозы проекта и слабые стороны» и перечень уязвимостей проекта представлены в таблице SWOT-анализа, в графе «Уязвимости» (Приложение Ж).

Результаты проведенного SWOT-анализа учтены в процессе дальнейшей разработки структуры работ, которые необходимо выполнить в научно-исследовательском проекте.

5.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

С целью оценки готовности проекта к коммерциализации заполнена специальная форма, содержащая оценку степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенций разработчика научного проекта (таблица 9).

Таблица 9 – Оценка степени готовности научного проекта к коммерциализации

Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	4
Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	4
Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	4
Определены авторы и осуществлена охрана их прав	4	3
Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	3	3
Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	4	4
Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	3
Определены пути продвижения научной разработки на рынок	4	4
Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	3

Окончание таблицы 9

Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1
Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	1
Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	1	1
Имеется команда для коммерциализации научной разработки	1	1
Проработан механизм реализации научного проекта	4	4
ИТОГО БАЛЛОВ	46	44

Система измерения по каждому направлению «Степень проработанности научного проекта» ранжирована в соответствии со следующей пятибалльной шкалой: 1 балл – непроработанность проекта, 2 балла – слабая проработанность, 3 балла – выполнено, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта. Для оценки уровня имеющихся знаний разработчика система баллов имеет следующее значение: 1 балл – не знаком или мало знаю, 2 балла – есть теоретические знания, 3 балла – знание теории и практических примеров применения, 4 балла – знание теории и умение самостоятельно выполнять, 5 баллов – «знаю теорию, выполняю и могу консультировать».

После заполнения таблицы оценка готовности научного проекта к коммерциализации была определена по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i, \quad (1)$$

где $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. Полученное значение $B_{\text{сум}}$ по данному проекту составляет 45, что перспективность выше среднего. Для повышения уровня готовности проекта к коммерциализации в будущем необходимо проработать вопросы международного сотрудничества, использования услуг инфраструктуры поддержки, а также финансирования коммерциализации научной разработки.

5.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

В данном разделе магистерской диссертации осуществляется выбор метода коммерциализации объекта исследования и обоснование его целесообразности.

Выделяют следующие методы коммерциализации научных разработок: инжиниринг, передача интеллектуальной собственности, организация собственного предприятия, организация совместного предприятия, франчайзинг, передача ноу-хау и торговля патентными лицензиями. Патентная лицензия – это передача права использования патента без соответствующего ноу-хау («чистый патент»). Большая часть лицензионной торговли приходится на беспатентные лицензии, это обусловлено большой вероятностью дополнительных расходов (НИОКР, расходов на внедрение в производство). Лицензиат должен иметь развитую технологическую базу. Всё это связано с коммерческим риском и может оказаться экономически неэффективным и технологически труднореализуемым.

В зависимости от характера и объема прав на использование предметов лицензии могут быть:

- неисключительные (простые) – оставляют лицензиару возможность предоставлять одну и ту же лицензию нескольким лицензиатам, расположенным на данной территории;

- исключительные – предоставляют монопольное право лицензиата на использование предмета лицензии. Лицензиар отказывается от самостоятельного использования запатентованного им предмета лицензии и продажи его на оговоренной территории;

- полные – предоставляют лицензиату исключительное право на использование патента или ноу-хау в течение срока действия соглашения.

Лицензионная торговля осуществляется на основе лицензионных соглашений (договора), в которых определяются вид лицензии, характер и объем прав лицензиата, а также производственная сфера, территориальные границы и

сроки использования лицензии [55]. В результате анализа перечисленных методов коммерциализации выбран метод торговли патентными лицензиями, так как на данный момент составляется заявка на регистрацию патента совместно с ТПУ. В дальнейшем будет использоваться метод организации собственного предприятия и работа по франшизе.

5.2 Инициация проекта

5.2.1 Цели и результат проекта

В данном разделе приведена информация о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Под заинтересованными сторонами проекта понимаются лица или организации, которые активно участвуют в проекте или интересы которых могут быть затронуты как положительно, так и отрицательно в ходе исполнения или в результате завершения проекта. Информация по заинтересованным сторонам данного проекта представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
ТПУ	Получение патента на полезную модель. Внедрение разрабатываемого дидактического оборудования в учебный процесс.
Художественная школа г. Северск	Внедрение разрабатываемого дидактического оборудования в учебный процесс.

В таблице 11 представлена информация об иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Таблица 11 – Цели и результат проекта

Критерий	Содержание критерия
Цели проекта:	Разработка дидактического оборудования для развития изобразительных навыков на начальном этапе обучения бакалавров-дизайнеров
Ожидаемые результаты проекта:	Опытный образец дидактического оборудования Конструкторская документация Научно-методическая документация для использования дидактического оборудования в процессе обучения студентов-дизайнеров

Окончание таблицы 11

Критерий	Содержание критерия
Критерии приемки результата проекта:	Рабочий прототип Успешная апробация Готовая конструкторская и научно-методическая документация
Требования к результату проекта:	Эргономичность
	Соответствие требованиям к дидактическому оборудованию
	Функциональность

5.2.2 Организационная структура проекта

В рабочую группу проекта входят участники и партнеры (таблица 12).

Таблица 12 – Рабочая группа проекта

ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудо- затраты, час.
Казакова Тамара Дмитриевна, магистрант	Разработчик	– проектирование продукта – разработка конструкторской документации – разработка опытного образца – проведение апробации – обработка результатов апробации – оформление продукта – оформление презентационных материалов	976
Вехтер Евгения Викторовна, канд. пед. наук, доцент ОАР ИШИТР ТПУ	Научный руководитель (консультант по научной составляющей)	– консультирование по вопросам научного исследования – контроль выполнения этапов	20
Радченко Валерия Юрьевна, директор МБУ- ДО«Художественная школа», г. Северск	Консультант по дизайну	– консультирование на этапах дизайн-проектирования продукта	10
ИТОГО:			1006

В ходе реализации научного проекта, помимо магистранта, задействован ряд специалистов:

Консультант по науке помогает изучить теоретический материал для определения верных задач для разработки продукта. С помощью теоретических знаний о творчестве в целом и определения необходимых навыков для дизай-

нера разработчик получает возможность создать инновационный объект промышленности, который будет приносить максимальную пользу в обучении дизайнеров.

Консультант по дизайну участвует в разработке продукта: его формообразовании, цветовом и конструкционном решении. Консультирует при разработке упаковки по эргономическим, экономическим и экологическим критериям.

Консультанты по разделам ВКР проверяют соответствующие разделы ВКР: раздел, написанный на иностранном языке; раздел, посвященный финансовому менеджменту; раздел, посвященный социальной ответственности.

Партнер обеспечивает разработчика возможностью проведения тестов своего продукта. Также позволяет провести апробацию на своей территории со студентами.

5.3 Планирование управления научно-техническим проектом

5.3.1 План проекта

Планирование работ предполагало определение структуры работ по проведению научного исследования, определение участников каждого вида работ, установление продолжительности работ, построение графика проведения исследований. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей по разработке дидактического оборудования представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Календарный план проекта

Код работы (из ИСР)	Название	Содержание работ	Длительность, раб дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
1	Разработка технического задания	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	1	5 декабря	5 декабря	Вехтер Е.В.
		Календарное планирование	3	10 декабря	12 декабря	Казакова Т.Д., Вехтер Е.В.

Окончание таблицы 13

Код работ ы (из ИСР)	Название	Содержание работ	Дли тел ьно сть, раб дни	Дата начала работ	Дата окончан ия работ	Состав участ- ников (ФИО ответ- ственных ис- полнителей)
2	Выбор направлени я проектиров ания	Подбор и изучение материалов по теме, анализ аналогов	17	12 декабря	31 декабря	Казакова Т.Д.
		Выбор дизайн-концепции, эскизирование	12	8 января	21 января	Казакова Т.Д., Радченко В.Ю.,
3	Теоретичес кие и эксперимен тальные исследован ия	Колористический, функциональный, эргономический анализ	10	21 января	31 января	Казакова Т.Д.
		3D моделирование, макетирование	24	1 февраля	28 февраля	Казакова Т.Д.
4	Проверка результатов	Апробация	18	1 апреля	20 апреля	Казакова Т.Д., Радченко В.Ю.
5	Разработка техниче- ской доку- ментации и проектиро- вание	3D-визуализация (видеоролик)	13	22 апреля	6 мая	Казакова Т.Д., консультант
		Оформление чертежей	3	1 мая	6 мая	Казакова Т.Д.,
		Оформление планшетов, альбома, презентации	10	7 мая	22 мая	Казакова Т.Д.,
		Изготовление окончательного варианта макета	11	13 мая	24 мая	Казакова Т.Д.
И т о г о:			122			

Далее на основе календарного плана проекта составлен календарный план-график проведения НИОКР с использованием диаграммы Ганта (таблица 14).

Таблица 14 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№	Вид работ	Исп	Т _к кал. дн.	Продолжительность выполнения работ																	
				дек.			январ.			февр.			март			апрель			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп 2	1	█																	
2	Календарное планирование	Исп 1,2	3	█	█																
3	Подбор и изучение материалов по теме, анализ аналогов	Исп 1	20		▨	▨	▨														
4	Выбор дизайн-концепции, эскизирование	Исп 1,2	14				▨	▨	▨												
5	Колористический, функциональный, эргономический анализ	Исп 1	11						▨	▨	▨										
6	3D моделирование, макетирование	Исп 1	28							▨	▨	▨									
7	Апробация	Исп 1, 3	20															▨	▨		
8	3D-визуализация (видеоролик)	Исп 1	15																▨		
9	Оформление чертежей	Исп 1	6																▨		
10	Оформление планшетов, альбома, презентации	Исп 1	16																▨		
11	Изготовление окончательного варианта макета	Исп 1	12																▨		

Исп 1 – Казакова Т. Д.  Исп 2 – Вехтер Е. В.  Исп 3 – Радченко В. Ю.  Работа с консультантами 

5.3.2 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета исследования по проектированию дидактического оборудования для развития изобразительных навыков произведен расчет следующих статей затрат: материальных затрат научно-технического исследования; основной заработной платы исполнителей проекта; отчислений во внебюджетные фонды (страховых отчислений); контрагентных расходов.

Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов)

В данном разделе произведен расчет материальных затрат на подготовку макета разрабатываемого дидактического оборудования. Выполнен макет в пропорции 1/1. Необходимыми материалами для создания макета являются фанера (толщина 0,6 мм), оргстекло (толщина 0,6 мм), шпилька, гайка шестигранная, гайка колпачковая, шайба.

Расчет стоимости материальных затрат произведен по действующим прейскурантам. В стоимость материальных затрат включены транспортно-заготовительные расходы (3 – 5) %. В эту же статью включены затраты на

оформление документации (канцелярские принадлежности, тиражирование материалов). Расчеты представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Марка, размер	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Фанера	ФК шлифованная 6x1525x1525 мм, сорт 3/4	1 шт.	491	491
Орг. стекло	1525*2050	1 шт.	7380	7380
Эмаль аэрозольная алкидная белая матовая	KUDO Arte	2 шт.	160	320
Грунт аэрозольный алкидный	KUDO Arte	1 шт.	160	160
Лак аэрозольный матовый	KUDO Arte	1 шт.	200	200
Шпилька резьбовая	M6 2м	2 шт.	90	180
Гайка шестигранная	TECH-KREP DIN 934	150 шт.	1,50	225
Гайка колпачковая	DIN 1587 M6	20 шт.	2,5	50
Всего за материалы				9106
Транспортно-заготовительные расходы (3 – 5) %				455,3
Итого по статье С _м				9561,3

Основная заработная плата

В данном разделе произведен расчет основной заработной платы основных исполнителей проекта: научного руководителя, студента-дизайнера, консультанта по дизайну. Для расчета заработной платы использована информация о должностных окладах сотрудников Томского политехнического университета [56, 57]. Расчет основной заработной платы приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Расчет основной заработной платы по проекту

Исполнители	З _б , руб.	k _р	З _м , руб.	З _{дн} , руб.	T _р , раб. дн.	З _{осн} , руб.
Руководитель (ППС 3, доцент, кн)	33664	1,3	43763,2	1772	2,5	4430
Студент-дизайнер (профессиональная квалификационная группа специалистов, 1 уровень)	12663	1,3	16461,9	666,4	121	81301
Консультант по дизайну (ППС 2, старший преподаватель, без степени)	24960	1,3	32448	1314	1,25	1642,5

Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды (30,2 %) и рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (2)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Отчисления на уплату во внебюджетные фонды составит 26387 руб.

Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями

Исследование по проектированию дидактического оборудования предполагает привлечение контрагентов для создания макета, а также для представления результатов проекта в виде планшета и альбома. В таблице 17 представлены расчеты оплаты контрагентных услуг по проекту.

Таблица 17 – Расчет контрагентных расходов

Наименование работы	Стоимость работы
Резка фанеры	2000
Резка оргстекла	1500
Накатка планшета	3000
Распечатка альбома	500
Распечатка пояснительной записки	300
Итого	7300

Накладные расходы

Накладные расходы предполагают затраты на управление и хозяйственное обслуживание, расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, зданий, сооружений и др. Для расчета бюджета проекта накладные расчеты приняты в размере 70 % от суммы основной заработной платы участников проекта и составляют 61161,5 руб.

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составлена калькуляция плановой себестоимости НТИ «Комплексное решение проблемы развития изобразительных навыков с помощью дидактического оборудования» (таблица 18).

Таблица 18 – Группировка затрат по статьям

Статьи							
Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями	Накладные расходы	Итого плановая себестоимость
9561,3	0	87373,5	8737,35	26387	7300	61161,5	2000521

5.3.3 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты. Информация по данному разделу представлена в таблице 19.

Таблица 19 – Реестр рисков

Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска*	Способы смягчения риска	Условия наступления
Финансовый	Потеря денежных средств, приостановление производства	3	3	Средний	Страхование	Нестабильность валют и удорожание сырья
Юридический	Приостановление ввоза сырья	1	1	Низкий	Страхование	Изменения в законодательстве
Экологический	Потеря оборудования и сырья	1	5	Низкий	-	Стихийное бедствие
Технический	Приостановка производства	2	2	Низкий	Аренда оборудования /запасное оборудование	Поломка оборудования
Риски участников	Потеря рабочей силы, уменьшение скорости производства	2	2	Средний	Аутстаффинг персонала	Болезнь сотрудника / декрет / увольнение
Риски производства	Приостановление производства	3	3	Среднее	Сотрудничество с разными компаниями	Сбой поставок

Таким образом, в данной главе проведена оценка готовности проекта к коммерциализации, охарактеризована организационная структура проекта, выполнено планирование управления научно-техническим проектом (план, бюджет, риски проекта). Проект может быть оценен как эффективный и экономически выгодный и может считаться готовым к коммерциализации.

6 Социальная ответственность

Данный раздел магистерской диссертации содержит анализ проектируемого объекта исследования с целью выявления того, какие основные технологические опасности и вредности могут быть связаны с его изготовлением. Раздел нацелен на оценку степени воздействия данных факторов на человека, общество и природную среду, а также на поиск методов минимизации данных воздействий и защиты от них.

Проектируемое в данной работе дидактическое оборудование для развития изобразительных навыков предназначено для использования в учебном процессе в качестве наглядного пособия для студентов младших курсов или для учащихся старших классов художественных школ.

Процесс разработки дидактического оборудования в рамках данной работы в качестве одного из этапов предполагает изготовление автором исследования макета проектируемого объекта из фанеры (в масштабе 1/1) в реальных производственных условиях – в мастерской TreeLab (ООО «ТСК», т. Томск, пер. Добролюбова, д. 10/1). В связи с этим в данном разделе ВКР уделяется особое внимание технике безопасности при производстве проектируемого объекта на мебельном производстве.

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Работа на мебельном производстве относится к типу работ «работы стоя». Соответственно, при организации рабочего места мастера деревообработки необходимо, в первую очередь, соблюдать эргономические требования ГОСТ 12.2.033-78 [58].

Некоторые виды деятельности в производстве мебели, как компоненте деревообрабатывающей промышленности, относятся к видам работ в тяжелых и вредных условиях. Так, в соответствии с Перечнем тяжелых работ и работ с вредными и опасными условиями труда [59], запрещается привлечение к работе лиц моложе 18 лет по таким видам работ, как набор облицовочных материалов для мебели (с применением синтетических клеев), облицовка деталей мебели в

гидравлических прессах, подготовка набивочных и настилочных материалов с применением синтетических материалов. Лица, выполняющие данные виды работ, а также изготовители изделий из вспенивающихся материалов, операторы сушильных установок и работники, занимающиеся спайкой, склейкой и сваркой изделий из полихлорвиниловой пленки, должны обеспечиваться дополнительными денежными выплатами, дополнительными отпусками, выдачей бесплатного питания [60]. В соответствии с Постановлением 298/П-22 [61], данным работникам положен дополнительный отпуск в количестве 6 / 12 рабочих дней (в зависимости от вида работ).

Качество организации рабочей зоны на мебельном предприятии должно отвечать соответствующим санитарным нормам и гигиеническим требованиям, в частности СанПиН 2.2.4.548-96 [62], СП 2.2.1.1312-03 [63], СП 2.2.2.1327-03 [64] и т. д. Предприятие по производству мебели должно находиться на первом этаже, должно иметь все необходимые коммуникации. В помещениях должна отсутствовать сырость и влажность. Обязательно наличие промышленной системы вентиляции. Для обогрева помещений мебельного производства рекомендуется использовать стационарное водяное отопление.

Для среднего мебельного производства необходимо помещение площадью не менее 300 м², с высотой потолков около 4,5 м. Рабочая зона должна освещаться комбинированным или общим освещением, с соблюдением регламента яркости. Внутренняя планировка рабочей зоны должна обеспечивать работнику удобство рабочей позы, досягаемость необходимых предметов, беспрепятственность перемещения. Производственное оборудование должно располагаться так, чтобы это было удобно для работы, а также для обслуживания и соответствовало требованиям техники безопасности и охраны труда. Расстояние между станками, а также между станками и стенами помещения должно обеспечивать безопасную и комфортную работу [65].

6.2 Производственная безопасность

В процессе выполнения исследования был осуществлен анализ проектируемого решения с точки зрения его безопасности и выявлен перечень основных вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при производстве дидактического оборудования на мебельной фабрике. Процесс разработки дидактического оборудования (работа дизайнера за компьютером) и процесс использования дидактического оборудования (срисовывание студентами предложенных фигур) не содержат значительных потенциальных опасных и вредных факторов.

Для идентификации потенциальных факторов использован ГОСТ 12.0.003-2015 [66]. Перечень выявленных возможных опасных и вредных факторов представлен в таблице 20.

Таблица 20 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разра- ботка	Изготов- ление	Эксплуа- тация	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96 [62] ГОСТ 12.1.005-88 [67]
2. Превышение уровня шума		+		ГОСТ 12.1.003-2014 [68] ГОСТ 12.1.029-80 [69] СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [70]
3. Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [71] СП 52.13330.2016 [72]
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [71] СП 52.13330.2016 [72]
5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	ГОСТ 12.1.019-2017 [73] ГОСТ 12.1.038-82 [74]
6. Движущиеся объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы)		+		ГОСТ 12.2.003-91 [75] ГОСТ 12.3.002-2014 [76] ГОСТ 12.4.011-89 [77]
7. Чрезмерное загрязнение воздушной среды в зоне дыхания		+		ГОСТ 12.1.005-88 [67] ГН 2.2.5.3532-18 [78] СанПиН 2.2.4.548-96. 2.2.4 [79]

6.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

В данном разделе рассматриваются выявленные потенциальные опасные и вредные факторы при производстве дидактического оборудования на мебельной фабрике. Выявляются источники фактора, описывается его природа, приводятся допустимые нормы.

6.2.1.1 Отклонения показателей микроклимата

Показатели микроклимата разделяют на четыре критерия: 1) температура воздуха, 2) относительная влажность воздуха, 3) скорость движения воздуха, 4) интенсивность теплового излучения [67].

Работа мастера мебельного производства относится к категории работ II а (средней тяжести), т. к. предполагает частую ходьбу, перемещение мелких предметов и связана с определенным физическим напряжением. Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха для производственных помещений по категории работ средней тяжести согласно [67] представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Нормы микроклимата на рабочем месте для категории работ «II а»

Период года	Температура, °С					Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с	
	оптимальная	допустимая				оптимальная	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных, не более	оптимальная, не более	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных
		верхняя граница		нижняя граница					
		на рабочих местах							
	постоянных	непостоянных	постоянных	непостоянных					
Холодный	18-20	23	24	17	15	(40 – 60)	75	0,2	Не более 0,3
Теплый	21-23	27	29	18	17	(40 – 60)	65 (при 26°С)	0,3	0,2-0,4

Недостаточная или высокая температура воздуха в помещении является причиной отклонений теплоотдачи человека, что вызывает дискомфорт. Такое же влияние на организм человека оказывает повышение или понижение скоро-

сти движения воздуха в помещении. При повышении влажности испарение пота замедляется, при понижении влажности у человека пересыхает слизистая оболочка дыхательных путей.

6.2.1.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте

Следующим вредным фактором при производстве дидактического оборудования на мебельной фабрике является повышенный уровень шума.

Шум является одним из распространенных вредных факторов технологического процесса изготовления оборудования, т. к. данный процесс предполагает обработку материалов – раскрой пиломатериалов, грунтовку, шпаклевку и др. – действия, связанные с интенсивным шумом [80].

Постоянный шум вызывает у человека повышенную утомляемость, головную боль, расстройство центральной нервной системы. Ослабляется иммунитет, страдают органы пищеварения, слуховой аппарат, может развиваться тугоухость.

В мебельных мастерских в процессе работы станков создается преимущественно широкополосный постоянный шум. Гигиенические нормативы по шуму устанавливаются национальным законодательством [68].

В таблице 22 представлены допустимые уровни шума для рассматриваемой отрасли производства, обозначенные в Санитарных нормах [70].

Таблица 22 – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами в Гц						
	31,5	63	125	250	500	1000	2000
Выполнение всех видов работ на постоянных рабочих местах производственных помещениях и на территории	107	95	87	82	78	75	73

Работа мастера на мебельном производстве относится к категории работ со средней физической нагрузкой (с точки зрения тяжести трудового процесса)

и к категории работ с напряженностью средней степени. Для рабочих мест таких работников предельно допустимый уровень шума составляет 70дБА [70].

6.2.1.3 Недостаточная освещенность рабочего места

Для освещения производственных помещений, связанных со зрительными работами, необходимо использовать совмещенное освещение [71]. Работа мастера за лазерным станком относится к шестому разряду зрительной работы – зрительная работа очень малой точности, предполагающая необходимость различения объектов размером более 5 мм. Нормы разных видов освещения для промышленных помещений со зрительными работами четвертого разряда представлены в таблице 23 [72].

Таблица 23 – Требования к освещению промышленных предприятий для зрительных работ по разряду VI

Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение				Естественное освещение		Совмещенное освещение		
		Освещенность, лк		Сочетание нормируемых величин объединенного показателя дискомфорта UGR и коэффициента пульсации		КЕО $e_{тн}$, %				
		при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения	UGR, не более	$K_{п}$, %, не более	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	
		Всего	В том числе от общего							
Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		-	-	200	25	20	3,0	1,0	1,8	0,6

Длительная работа при недостаточном освещении приводит к снижению остроты зрения, к усталости и сухости глаз, а также к ухудшению сна.

6.2.1.4 Электрический ток

Электрический ток является повышенным источником опасности в промышленности и в быту. В зависимости от характеристик тока и напряжения длительности воздействия на человека и условий внешней среды степень влияния электрического тока может быть различной. Электрический ток оказывает на человека термическое влияние (ожоги), электрическое (разложение крови и других органических жидкостей), механическое (повреждения тканей) и биологическое (судорожные сокращения мышц) воздействие [81].

Источником поражения электрическим током являются открытые металлические участки электроприборов, поврежденная проводка, выключатель, розетка.

Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в таблице 24 [74].

Таблица 24 – Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов

Род тока	$U, В$	$I, мА$
	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

6.2.1.5 Движущиеся объекты

При производстве дидактического оборудования опасность представляют вращающиеся дисковые пилы, привод станка, механизмы подачи плитных материалов, заготовки. В процессе работы мастера может произойти случайное соприкосновение его рук с вращающимися дисковыми пилами, руки могут попасть в механизм подачи, опасна возможность обратного вылета обрабатываемого материала и обрезков. Все эти факторы могут нанести работнику травму или привести к летальному исходу.

С целью сокращения появления данных опасностей следует соблюдать правила, обозначенные в стандарте ГОСТ 12.2.003-91 [75]. Необходимо, чтобы производственное оборудование исключало нагрузку на те детали и сборочные единицы, которые могут привести к разрушениям; при невозможности избежать таких нагрузок необходимо ограждать опасные детали и единицы от работника, располагая их так, чтобы они не создавали травмоопасных ситуаций. Также оборудование и его отдельные части не должны падать, опрокидываться или самопроизвольно смещаться.

Несмотря на требование отсутствия у производственного оборудования острых кромок, заусенцев и шероховатостей, в процессе производства дидактического оборудования работник сталкивается с данными опасностями, т. к. производственное оборудование содержит режущие элементы, а заготовки из фанеры могут иметь острые кромки и заусенцы. В данном случае работнику необходимо соблюдать инструкции и рекомендации по технике безопасности при работе с острыми и режущими предметами. В частности, нельзя пользоваться тупыми и поврежденными инструментами. Острые инструменты и заготовки необходимо хранить в специально отведенном месте, не допуская случайного прикосновения к ним. Нельзя делать во время работы резкие движения, нельзя отвлекаться, нельзя работать влажными руками. При работе с острыми и шероховатыми заготовками необходимо проявлять внимательность и аккуратность. В случае возникновения травмы необходимо срочно обращаться за медицинской помощью.

6.2.1.6 Загрязнение воздушной среды в зоне дыхания

В связи с тем, что в процессе изготовления дидактического оборудования на производстве осуществляются работы с фанерой, которой свойственно при механической обработке давать отходы в виде мелкой стружки, на рабочем месте столяра может возникнуть такой вредный фактор, как повышенная запыленность воздуха.

Требования к воздуху рабочей зоны регламентируются стандартом ГОСТ 12.1.005-88 [67], в котором указываются показатели микроклимата и определяется допустимое содержание в воздухе рабочей зоны вредных веществ. В соответствии с данным стандартом, необходимо регулярно контролировать содержание в воздухе вредных веществ, в том числе пыли. При производственных работах по изготовлению дидактического оборудования главным источником запыленности воздуха является древесная пыль – частицы, размер которых составляет 15–20 мкм [82]. Предельно-допустимая норма концентрации древесной пыли в воздухе рабочей зоны: $\leq 6 \text{ мг/м}^3$ [78]. Пыль не только может нанести вред здоровью людей (частое нахождение человека в запыленном помещении может привести к пылевой болезни), но и может служить причиной пожара и взрыва.

6.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на работающего

В данном подразделе представлены решения, обеспечивающие снижение влияния выявленных опасных и вредных факторов на работающих; указаны мероприятия, обеспечивающие безопасность технологического процесса.

6.2.2.1 Мероприятия по улучшению микроклимата в рабочей зоне

С целью обеспечения показателей микроклимата требуемым оптимальным и допустимым нормам, необходимо проводить измерение показателей микроклимата в соответствии с требованиями, представленными в СанПиН 2.2.4.548-96 [62]. Улучшение микроклимата обеспечивается регулированием движения воздуха (с помощью вентиляции, кондиционера, проветривания), влажной уборкой, увлажнением воздуха, повышением температуры посредством отопительных приборов.

6.2.2.2 Мероприятия по снижению уровня шума на рабочем месте

Деревообрабатывающие станки нередко производят шум, превышающий допустимые значения [80], в связи с этим на мебельном производстве необходимо принятие мер по снижению уровня шума и защиты людей от его воздействия. В случае отсутствия на производстве шумобезопасной техники необходимо применять средства и методы коллективной защиты от шума и средства индивидуальной защиты от шума: использовать звукопоглощающую облицовку, рационально размещать технологическое оборудование, создавать шумозащищенные зоны, рационально планировать режим труда и отдыха работников шумного производства, обеспечивать работников противозащитными наушниками [69].

6.2.2.3 Организация освещения рабочей зоны

Помещения производственных цехов должны освещаться общим внутренним верхним освещением, с правильным количеством осветительных приборов и правильным их расположением. При выборе осветительных приборов и их расположения необходимо учитывать возможность равномерного распределения яркости, обеспечить отсутствие на рабочей поверхности различных теней. Правильное освещение предполагает также, что в поле зрения работников не попадает прямая и отраженная блескость, и освещенность помещения стабильна. В современных условиях наиболее эффективным и безопасным считается использование светодиодных ламп дневного света, а также люминесцентных ламп.

6.2.2.4 Обеспечение электробезопасности

Мастерам мебельной фабрики, работающим с электрическими лазерными станками, необходимо соблюдать стандартные меры безопасности, регламентирующие работу с электроустановками: нельзя включать в сеть неисправный прибор, при возникновении посторонних звуков и запахов необходимо немедленно отключить оборудование от сети питания (обесточить цех); запрещается ремонтировать оборудование при подключенном источнике питания; за-

прещается нарушать цельность и надежность электропроводов (нельзя их передавливать, завязывать, закладывать за трубы, подвешивать на них предметы).

Обеспечению электробезопасности служат конструкция электроустановок, технические способы и средства защиты, а также организационные и технические мероприятия. Чтобы обеспечить защиту от случайного прикосновения к токоведущим частям, применяют защитные барьеры и оболочки, изоляцию рабочего места [73].

6.2.2.5 Обеспечение безопасности при работе с производственным оборудованием, материалами, заготовками

Для охраны работника от выбрасывания опасных предметов должны использоваться защитные ограждения. Также необходимо предусматривать ограждение потенциально травмоопасных движущихся частей оборудования. У элементов конструкции оборудования должны отсутствовать острые углы, кромки, заусенцы, неровности и шероховатости, представляющие опасность для здоровья человека. От работника требуется соблюдение правил техники безопасности и внимательность [76]. С целью защиты рук работника мебельной фабрики от заусенцев и шероховатостей заготовок можно использовать перчатки [77].

6.2.2.6 Мероприятия по снижению уровня загрязнения воздушной среды в зоне дыхания

Для предотвращения запыленности помещения при столярных работах необходимо следить за качеством работы оборудования (качественное оборудование производит меньше пыли), а также обеспечивать помещение качественными аспирационными системами – системой вентиляции, позволяющей достаточно быстро и надежно очищать воздух от пыли. Скорость воздушного потока, обеспечивающая сдувание осевшей пыли, должна быть около 1 м/с [82]. Уменьшению запыленности помещений могут служить также следующие меры: применение пневмотранспорта сыпучих отходов; соблюдение герметичности оборудования; недопущение скопления оседающей пыли на оборудовании;

ежедневная текущая очистка помещений и регулярная генеральная уборка пыли с использованием централизованной системы пневмоуборки [82]. Для защиты работников от древесной пыли рекомендуется также использовать спецодежду и маски [77].

6.3 Экологическая безопасность

Жизненный цикл дидактического оборудования включает следующие этапы: добыча сырья, изготовление (производство), применение продукта, прекращение его использования, окончательная утилизация [83].

Основным материалом (сырьем) для разрабатываемого дидактического оборудования служит фанера. Современное фанерное производство характеризуется нацеленностью на ресурсоэффективное природопользование, в связи с чем в качестве сырья для фанеры в основном используется вторичная древесина «после потребителя». В случае если в качестве источника древесины используется лес-кругляк (чураки, шпон), то необходимо соблюдать требования лесопользования [84].

При производстве фанеры из древесных отходов возможны выбросы в атмосферу различных веществ: твердые частицы, оксиды азота (NO_x), монооксид углерода (CO), оксиды серы (SO_x), альдегиды (в том числе формальдегид) и иные летучие органические соединения [85]. Фабрики по производству фанеры должны использовать технологии, максимально снижающие данные выбросы, с целью соблюдения соответствующих нормативных документов – [86, 87] и др.

Производство разрабатываемого в данной работе дидактического оборудования предполагается осуществлять в мебельной мастерской из готовых материалов (листы фанеры), т. е. на производстве будет выполняться только обработка материала: резка, шлифовка. В связи с этим данное производство представляется экологически чистым. Потенциально негативное влияние на окружающую среду при производстве дидактического оборудования из готовых листов фанеры может оказывать древесная пыль, которая, при неправильной организации производства, может скапливаться в большом количестве и посту-

пать в атмосферу, а в дальнейшем загрязнять гидросферу и литосферу. Появляющаяся в процессе обработки заготовок древесную пыль можно собирать при помощи пневмотранспорта и направлять на дальнейшее использование: производить древесную муку, перерабатывать пыль в формованные изделия, изготавливать из нее пьезотермопластики, древесно-стружечные плиты; использовать ненужную пыль как наполнитель в различных материалах (клеях, замазках и т. д.) [32].

Эксплуатация дидактического оборудования не оказывает отрицательного влияния на окружающую среду: материал нетоксичен, при взаимодействии с моющими средствами (при требуемой постоянной обработке поверхности) не выделяет вредных веществ.

Утилизация оборудования выполняется традиционным способом в несколько этапов: оборудование разбирается на составные части, которые в дальнейшем сортируются, перевозятся в соответствующие места утилизации. Деревянные изделия обычно перерабатываются на производство топлива или удобрений или сжигаются. Процесс сжигания материала может сопровождаться выбросом в атмосферу вредных соединений, поэтому требуется, чтобы занимающаяся данной деятельностью фабрика была оснащена необходимыми очистными сооружениями [88].

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В процессе производства дидактического оборудования на мебельной фабрике могут возникнуть различные техногенные, природные, биологические, социальные или экологические чрезвычайные ситуации. Наиболее вероятной ЧС является пожар.

В качестве основных причин пожара на мебельной фабрике выделяются взрыв, самовоспламенение, удар молнии [89]. Для того чтобы обезопасить производство от удара молнии, необходимо устанавливать на каждом строении заземленные громоотводы. Для предотвращения самовоспламенения способных к самовозгоранию предметов и веществ (промасленных тряпок, опилок, угля) их

необходимо хранить в металлических ящиках, регулярно отслеживая температуру. К взрыву может привести скопление в помещении мебельного цеха древесной пыли. Чтобы избежать возникновения данной ЧС, в помещениях необходимо постоянно вентилировать воздух и удалять пыль специальными приспособлениями. Во избежание пожара также нельзя использовать некачественную электрическую проводку, поврежденные механические приспособления, обогревательные приборы с открытым огнем и открытые осветительные приборы. Необходимо регулярно проверять качество пробок, выключателей, проводов, двигателей и ламп.

С целью своевременной борьбы с пожаром на предприятии необходимо держать в близкой доступности соответствующие средства пожаротушения: воду, песок, огнетушители. Предприятие также должно быть оснащено необходимыми сигнализирующими средствами – телефоном, сиреной, колоколом или автоматической сетью. В случае возникновения на предприятии пожара после его ликвидации создается комиссия, которая определяет возможность дальнейшего использования производственного оборудования и имеющихся коммуникаций. Производственное оборудование, цеховые помещения, трубопроводы, электрооборудование проверяются на соответствие их состояния требованиям производства, а также нормам пожарной безопасности. В случае отсутствия повреждений осуществляется перезапуск производства [90].

Таким образом, в данном разделе рассмотрены основные вопросы организации безопасности (для человека и природы) в процессе изготовления дидактического оборудования из фанеры на мебельной фабрике. В результате подготовки данного раздела было принято решение изменить выбор материала для дидактического оборудования с целью повышения его экологической безопасности: выбор сделан в пользу фанеры, изготовленной из вторсырья.

Заключение

С целью комплексного решения проблемы развития изобразительных навыков студентов-дизайнеров на начальном этапе обучения в данном исследовании разработана концепция дидактического комплекса для морфологического анализа.

Спроектированный в данном исследовании дидактический комплекс для морфологического анализа предназначен для разрешения противоречия между необходимостью владения специалистами художественного профиля устойчивыми изобразительными навыками (технические умения, пространственное и художественно-образное мышление), с одной стороны, и отсутствием инновационного дидактического оборудования, позволяющего эффективно развивать данные навыки на начальном этапе образования, с другой стороны.

Применение методов системного дизайна в процессе проектирования дидактического оборудования позволило разработать дизайн-объект, отвечающий всем современным требованиям, эффективно выполняющий свои функции, отличающийся инновационностью.

Инновационный характер разработанного объекта обусловлен:

– новизной предлагаемого решения – предлагаемое дидактическое оборудование объединяет сильные стороны существующих на данный момент наглядных материалов, отличается комплексностью, модульностью, компактностью, многофункциональностью;

– практической ценностью – использование дидактического комплекса позволит повысить уровень художественного образования;

– переносом дидактического оборудования в виртуальную среду, что отвечает современным тенденциям компьютеризации образования, использования в учебном процессе электронных образовательных ресурсов;

– сочетанием различных способов работы с комплексом: тактильный (дидактическое оборудование), визуальный (видеоролики), интерактивный (выполнение заданий на компьютере).

Работа с комплексом основана на принципах комплексности, последовательности и системности. Разработанный комплекс учитывает выявленные недостатки классического дидактического оборудования, соответствует современным тенденциям в образовании, доступен и удобен для преподавателей и обучающихся. Дидактический комплекс для морфологического анализа, представленный в виде наглядного оборудования и мультимедийного комплекта, обеспечивает эффективное формирование изобразительных навыков у студентов-дизайнеров.

Потенциальными потребителями разработанного дидактического комплекса являются художественные школы и вузы, в которых осуществляется подготовка дизайнеров и архитекторов. Дидактическое оборудование предназначено для аудиторной работы на занятиях по рисунку. Мультимедийный комплект может быть как отдельным самостоятельным средством обучения, используемым в аудиторной и внеаудиторной работе студентов-дизайнеров, так и частью целого онлайн-курса по дисциплине «Пропедевтика» для студентов, обучающихся по образовательной программе бакалавриата «Дизайн», что позволит оптимизировать самостоятельную работу студентов, сделать студентов активными субъектами обучения, а также повысить их мотивацию.

Дидактический комплекс позволит решать следующие задачи развития изобразительных навыков:

- развитие пространственного мышления, которое имеет особое значение не только для творческих людей, но и для всех специалистов технического профиля;
- развитие художественно-образного мышления;
- формирование навыков конструирования и проектирования на основе работы с простыми геометрическими фигурами;
- совершенствование технических умений посредством регулярного срисовывания разных форм и композиций.

Список публикаций

1. Казакова Т.Д. Стилизованный элитный сервис на основе творчества К. С. Малевича / Т.Д. Казакова, Е.М. Давыдова // *Gaudeamus Igitur*. – 2015. – № 1. – С. 85–86.
2. Казакова Т.Д. Информационные технологии в создании рекламного ролика / Е.М. Давыдова, Т.Д. Казакова, Ю.С. Шешукова // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине: сб. науч. тр. III Междунар. науч. конф. В 2 ч. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – Ч. 1. – С. 528–530.
3. Казакова Т.Д. Создание модели рабочего места кинолога / Т.Д. Казакова, А.И. Фех // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине: сб. науч. тр. III Междунар. науч. конф. В 2 ч. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – Ч. 1. – С. 541–543.
4. Казакова Т.Д. Использование корпоративного стиля при проектировании парковой зоны / Е.М. Давыдова, В.Ю. Радченко, Т.Д. Казакова [Электронный ресурс] // Современные научные исследования и инновации. – 2016. – № 9. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2016/09/71806>.
5. Казакова Т.Д. Роль компьютерных технологий в разработке проекта мебели / Т.Д. Казакова, Е.М. Давыдова, В.Ю. Радченко // Молодежь и современные информационные технологии: сб. тр. XIV Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии». – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – Т. 2. – С. 197–198.
6. Казакова Т.Д. Принципы проектирования комплекта мебели (на примере комплекта для мастера маникюра) / Т.Д. Казакова, Е.М. Давыдова, В.Ю. Радченко // Наука в современном обществе: закономерности и тенденции развития: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. Ч. 2. – Пермь: НИЦ АЭТЕРНА, 2017. – С. 206–208.
7. Казакова Т.Д. Организация доступной среды в вузе посредством визуальной навигационной системы / З.Р. Акбашева, Е.М. Давыдова,

- Т.Д. Казакова, В.Ю. Радченко [Электронный ресурс] // Современные научные исследования и инновации. – 2017. – № 3. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2017/03/79149>.
8. Казакова Т.Д. Роль художественного образа в проектировании комплекта мебели для сферы услуг / Е.М. Давыдова, В.Ю. Радченко, Т.Д. Казакова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2017. – № 11. – С. 6–11.
 9. Казакова Т.Д. Роль информационных технологий в дизайн-проектировании (на примере разработки концепта оболочки нейроинтерфейса коллективом авторов) / Т.Д. Казакова, В.А. Серяков // Молодежь и современные информационные технологии: сб. тр. XV Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных. – Томск: Изд-во ТПУ, 2018. – С. 345–346.
 10. Казакова Т.Д. Руководство студенческим дизайн-проектом в виде стартапа / В.А. Серяков, Т.Д. Казакова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2018. – № 7. – С. 92–95.
 11. Казакова Т.Д. Стилизация в современном дизайне костюма (на примере мотоэкипировки) // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2018. – № 8. – С. 6–10.
 12. Казакова Т.Д. Концепция мультимедийного дидактического комплекта для морфологического анализа в обучении студентов-дизайнеров / Е.В. Вехтер, В.Ю. Радченко, Т.Д. Казакова // GraphiCon 2018: труды 28-й Междунар. конф. по компьютерной графике и машинному зрению. – Томск, 2018. – С. 348–349.
 13. Казакова Т.Д. Концепт многофункционального настольного светильника на основе LED-технологии // (в печати – Современные технологии концептуального конструирования).
 14. Казакова Т.Д. Информационные технологии как средство развития изобразительных навыков дизайнеров (на примере пакета интерактивных заданий для морфологического анализа) / Т.Д. Казакова, Е.В. Вехтер,

В.Ю. Радченко // Молодежь и современные информационные технологии: сб. тр. XVI Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск: Изд-во ТПУ, 2018. – С. 448–449.

15. Казакова Т.Д. Комплексное решение проблемы развития изобразительных навыков с помощью дидактического оборудования / Е.В. Вехтер, В.Ю. Радченко, Т.Д. Казакова (в печати – ГрафиКон-2019).

Список используемых источников

1. Абдирасилов С.Ф. Художественные традиции как основа профессионального мастерства // Наука и образование сегодня. – 2016. – № 2(3). – С. 63–69.
2. Королев В.А. Учебный рисунок. – М.: Изобразительное искусство, 1981. – 128 с.
3. Михеева М.М. Основы системного дизайна: методическое указание по курсу «Основы теории и методологии проектирования в промышленном дизайне». – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. – 59 с.
4. Кухта М.С. Промышленный дизайн: учебник / М.С. Кухта, В.И. Куманин, М.Л. Соколова, М.Г. Гольдшмидт. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – 312 с.
5. Сафин Д.Ю. Использование системного подхода в промышленном дизайне / Д.Ю. Сафин, А.Е. Алымова // Интернет-журнал Науковедение. – 2015. – Т. 7. – № 6 (31). – URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/134TVN615.pdf>.
6. Папанек В. Дизайн для реального мира. – М.: Д. Аронов, 2008. – 416 с.
7. Вехтер Е.В. Особенности применения методов системного дизайна при проектировании ортопедической обуви / Е.В. Вехтер, В.Ю. Радченко, Р.Г. Крайняя // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. – Тамбов: Издательство «Грамота». – 2017. – № 10-2 (84). – С. 35–38.
8. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 54.03.01 Дизайн (уровень бакалавриата). Утв. 11.08.2016 // Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. URL: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/540301.pdf> (дата обращения: 28.06.2018).
9. Дикая И.В. Развитие пространственного таланта будущих бакалавров средствами мультимедиа при обучении ландшафтному дизайну / И.В. Дикая, Р.А. Галустов, А.А. Дикой, В.С. Глухов // Известия Южного федерального университета. Педагогические науки. – 2013. – № 10. – С. 133–143.

10. Ветлугина Н.А. Художественное творчество и обучение детей // Дошкольное воспитание. – 1969. – № 5. – С. 55–61.
11. Сакулина Н.П. Изобразительная деятельность в детском саду / Н.П. Сакулина, Т.С. Комарова. – М.: Просвещение, 1973. – 208 с.
12. Флёрина Е.А. Изобразительное творчество детей дошкольного возраста. – М.: Учпедгиз, 1956. – 91 с.
13. Евсюкова И.А. Формирование изобразительных и технических навыков у детей среднего дошкольного возраста посредством дидактических игр и упражнений: Выпускная квалификационная работа по направлению «Педагогическое образование». – Бийск, 2018. – 77 с.
14. Медведев Л.Г. Формирование графического художественного образа на занятиях по рисунку: Учеб. пособие для пед. ин-тов. – М.: Просвещение, 1986. – 159 с.
15. Якиманская И.С. Развитие пространственного мышления школьников: автореф. дис. ... д-ра психол. наук. – М., 1980. – 41 с.
16. Каплунович И.Я. Развитие структуры пространственного мышления // Вопросы психологии. – 1986. – № 2. – С. 56–66.
17. Сысоева Е.А. Специфика пространственного мышления художников декоративно-прикладного искусства // Омский научный вестник. – 2012. – № 4 (111). – С. 279–281.
18. Щеглов А.В. Роль и место объемно-пространственной композиции в процессе обучения студентов-дизайнеров // Известия Тульского государственного университета. Гуманитарные науки. – 2012. – № 1–2. – С. 351–358.
19. Пекина О.И. Дидактика художественного образования: прогностическая методика планирования учебного содержания по рисунку // Вектор науки ТГУ. – 2015. – № 2 (32-1). – С. 196–204.
20. Знаменская Е.В. Формирование пространственных представлений у младших школьников при изучении геометрического материала: Дис. ... канд. пед. наук. – М., 1995. – 201 с.

21. Марков В.И. Эвристика в развитии культуры объёмно-пространственного мышления // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2011. – № 1. – С. 193–206.
22. Чернышев Ю.В. К проблеме развития конструктивно пространственного мышления студентов дизайнеров в процессе обучения проектному рисунку // Наука. Искусство. Культура. – 2015. – № 2 (6). – С. 261–265.
23. Горбунова Т.Г. Морфология как метод анализа вещественных археологических источников // Актуальные вопросы истории Сибири. Пятые научные чтения памяти профессора А.П. Бородавкина: сб. науч. тр. / Под ред. В.А. Скубневского и Ю.М. Гончарова. – Барнаул: «Аз Бука», 2005. – С. 249–250.
24. Сластенин В.А. и др. Педагогика: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / В.А. Сластенин, И.Ф. Исаев, Е.Н. Шиянов; Под ред. В.А. Сластенина. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 576 с.
25. Цатурова И.А. Компьютерные технологии в обучении иностранным языкам / И.А. Цатурова, А.А. Петухова. – М.: Высшая школа, 2004. – 95 с.
26. Манько Н.Н. О роли визуализации дидактических объектов в активизации деятельности субъекта обучения // Известия Алтайского государственного университета. Педагогика и психология. – 2010. – Вып. 1–2. – С. 28–31.
27. Зрелых Д.Л. Реализация принципа наглядности в подготовке бакалавра художественного образования на факультете искусств // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2009. – № 1. – С. 79–83.
28. Общие особенности восприятия // Основы психологии, общая психология, конфликтология [Сайт]. – URL: <http://psyznaiyka.net/view-vozpriyatie.html?id=obschie-osobennosti-vozpriyatiya> (дата обращения: 12.01.2019).

29. Пашков Д.Е. Зрительное восприятие перспективного изображения: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород, 2017. – С. 3837–3842.
30. Вехтер Е.В. Информационные технологии как средство развития изобразительных навыков дизайнеров (на примере пакета интерактивных заданий для морфологического анализа) / Т.Д. Казакова, Е.В. Вехтер, В.Ю. Радченко // Молодежь и современные информационные технологии: сб. тр. XVI Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск: Изд-во ТПУ, 2018. – С. 448–449.
31. Мамугина В.П. Рисование геометрических форм и композиций: метод. разработки. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 32 с.
32. Марчук Н.Ю. Психолого-педагогические особенности дистанционного обучения // Педагогическое образование в России. – 2013. – № 4. – С. 78–85.
33. Князева Г.В. Применение мультимедийных технологий в образовательных учреждениях // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2010. – № 16. – С. 77–95.
34. Хафизова П.И. Компьютерная графика как средство обучения студентов-дизайнеров / П.И. Хафизова, А.Р. Хайруллин // Гуманистическое наследие просветителей в культуре и образовании: мат-лы конф. – Уфа, 2018. – С. 346–348.
35. Kayleighmahon. What impact have digital technologies had on the graphic design practice? [Electronic resource] // Kayleighmahonwordpress.com. 22.11.2012. URL: <https://kayleighmahon.wordpress.com/2012/11/22/essay-what-impact-have-digital-technologies-had-on-the-graphic-design-practice/> (date of access: 10.09.2018).
36. Василенко А.В. Методическая подготовка будущих учителей к развитию пространственного мышления учащихся средствами информационных технологий // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер. «Информатизация образования». – 2013. – № 2. – С. 59–65.

37. Вехтер Е.В. Концепция мультимедийного дидактического комплекта для морфологического анализа в обучении студентов-дизайнеров / Е.В. Вехтер, В.Ю. Радченко, Т.Д. Казакова // GraphiCon 2018: труды 28-й Междунар. конф. по компьютерной графике и машинному зрению. – Томск, 2018. – С. 348–349.
38. Татомир М.О. Роль компьютерных обучающих программ в повышении эффективности обучения // Новая наука: теоретический и практический взгляд. – 2016. – № 5-1 (81). – С. 71–73.
39. ФИПС. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» [Сайт]. – URL: <http://www1.fips.ru/> (дата обращения: 29.04.2018).
40. Михеева М.М. Современные методы в дизайне: методическое указание по курсу «Основы теории и методологии проектирования в промышленном дизайне». – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 104 с.
41. СанПиН 2.4.7.007-93. Производство и реализация игр и игрушек. Санитарные правила и нормы (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 12.08.1993 № 9) (ред. от 19.12.2005, с изм. от 28.10.2010).
42. ГОСТ 25779-90. Игрушки. Общие требования безопасности и методы контроля (дата введения: 01.0.1.1992).
43. Остапенко И.А. Дидактические требования к наглядным методам и их использованию в процессе педагогической практики / И.А. Остапенко, Е.В. Магомедова // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 23. – С. 72–76.
44. Saljo R. Representational tools and the transformation of learning // Designing for Change in Networked Learning Environments. – Bergen, Norway, 2003. – Т. 2. – P. 1–2.
45. Сазонова М.В. Обучающие и развивающие возможности дидактического материала, практическая направленность урока // Инфоурок. 09.04.2017. – URL: <https://infourok.ru/metodicheskiy-material-obuchayuschie-i->

- razvivayuschie-vozmozhnosti-didakticheskogo-materiala-prakticheskaya-napravlennost-urokov-1771131.html (дата обращения: 10.02.2018).
46. Способы крепления деревянных конструкций: соединяем детали с использованием различных методик // Rubankom.com. 2016. URL: <https://rubankom.com/obrabotka/kreplenie/650-sposoby-krepleniya-derevyannyh-konstrukcij> (дата обращения: 24.12.2018).
47. Топоркова А.П. Тестирование дизайн-решения как способ контроля процесса проектирования / А.П. Топоркова, А.В. Шкляр // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине: сб. науч. тр. III Междунар. науч. конф. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – Ч. 1. – С. 590–593.
48. ГОСТ Р 56645.1-2015. Системы дизайн-менеджмента. Руководство по управлению дизайном промышленной продукции (дата введения: 01.06.2016).
49. Хаммар М. Верификация проектирования против валидации проектирования в ISO 9001 / пер. с англ. В. Рахманова // Единый стандарт. 04.10.2017. URL: <https://1cert.ru/stati/verifikatsiya-proektirovaniya-protiv-validatsii-proektirovaniya-v-iso-9001> (дата обращения: 05.02.2019).
50. Мищевский Г. Тестирование. Фундаментальная теория // Хабр. 17.03.2016. URL: <https://habr.com/ru/post/279535/> (дата обращения: 05.02.2019).
51. Babich N. A Comprehensive Guide To Product Design: Design, Testing and Post-Launch Activities (Part 3) // Adobe Blog. 02.06.2018. URL: <https://theblog.adobe.com/comprehensive-guide-product-design-design-testing-post-launch-activities-part-3/> (дата обращения: 07.02.2019).
52. Brewin L. The 5 steps of better product design: 3. Prototype & test // Novoda. 09.12.2016. URL: <https://blog.novoda.com/the-5-steps-of-better-product-design-step-3-prototype-test/> (дата обращения: 07.02.2019).
53. Бакалдина Г.В. Композиционное формообразование как средство профессионализации будущего дизайнера на начальном этапе обучения в вузе // Успехи современной науки и образования. – 2017. – Т. 1. – № 2. – С. 6–8.

54. Майсак О.С. SWOT-анализ: объект, факторы, стратегии. Проблема поиска связей между факторами // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2013. – № 1 (21). – С. 151–157.
55. Брагин Л.А. Торговое дело: экономика и организация: учебник / Л.А. Брагин, Т.П. Данько. – М.: Инфра-М, 1997. – 256 с.
56. Должностные оклады ППС и педагогических работников [Электронный ресурс] // Корпоративный портал ТПУ. – 01.06.2016. – URL: <http://portal.tpu.ru:7777/departments/otdel/peo/documents/Tab1/oklad.pdf> (дата обращения: 23.03.2019).
57. Оклады по новой системе оплаты труда [Электронный ресурс] // Корпоративный портал ТПУ. – 01.10.2013. – URL: http://portal.tpu.ru:7777/departments/otdel/peo/documents/Tab1/oklad_2013.pdf (дата обращения: 23.03.2019).
58. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования (дата введения: 01.01.1979).
59. Перечень тяжелых работ и работ с вредными или опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда лиц моложе восемнадцати лет (в ред. Постановлений Правительства РФ от 20.06.2001 № 473, от 20.06.2011 № 479).
60. Компенсации и льготы за вредные условия труда в организациях, занимающихся изготовлением мебели [Электронный ресурс] // Audit-it.ru. – 15.10.2007. – URL: <https://www.audit-it.ru/articles/account/stuff/a58/58638.html> (дата обращения: 20.04.2019).
61. Постановление Госкомтруда СССР и Президиума ВЦСПС от 25.10.74 № 298/П-22 «Об утверждении списка производств, цехов, профессий и должностей с вредными условиями труда, работа в которых дает право на дополнительный отпуск и сокращенный рабочий день» (с изменениями от 29 мая 1991 г.).

62. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г.).
63. СП 2.2.1.1312-03. Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий (утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 22 апреля 2003 г.).
64. СП 2.2.2.1327-03. Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту (утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 23 мая 2003 г.).
65. Шариков Л. П. Охрана труда в малом бизнесе. Мебельное производство: практическое пособие. – М.: Альфа-пресс, 2009. – 208 с.
66. ГОСТ 12.0.003-2015. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (дата введения: 01.03.2017).
67. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (дата введения: 01.01.1989).
68. ГОСТ 12.1.003-2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности (дата введения: 01.11.2015).
69. ГОСТ 12.1.029-80. ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация (дата введения: 01.07.1981).
70. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31 октября 1996 г.).
71. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий (дата введения: 15.06.2003).
72. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* (дата введения: 08.05.2017).

- 73.ГОСТ 12.1.019-2017. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты (дата введения: 01.01.2019).
- 74.ГОСТ 12.1.038-82. ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов (дата введения: 01.07.1983).
- 75.ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности (дата введения: 01.01.92).
- 76.ГОСТ 12.3.002-2014. ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности (дата введения: 01.07.2016).
- 77.ГОСТ 12.4.011-89. ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация (дата введения: 01.07.1990).
- 78.ГН 2.2.5.3532-18. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны (утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 13.02.2018 № 25).
- 79.СанПиН 2.2.4.548-96. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 01.10.1996 № 21).
- 80.Федоровская Н.И. Анализ условий труда работников мебельного производства / Н.И. Федоровская, А.В. Михайленко // Экология и безопасность жизнедеятельности: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. (1–10 ноября 2011 г.). – Комсомольск-на-Амуре: Изд-во АмГПГУ, 2012. – С. 120–132.
- 81.Куликов Г.Б. Безопасность жизнедеятельности: учебник. – М.: МГУП, 2010. – 408 с.
- 82.Древесная пыль [Электронный ресурс] // Портал лесной отрасли WOOD.RU. – 2017. – URL: <http://www.wood.ru/ru/othod15.html> (дата обращения: 21.04.2019).
- 83.ГОСТ Р ИСО 1410-2010. Экологический менеджмент. Оценка Жизненного Цикла. Принципы и структура (дата введения: 01.06.2010).
- 84.ГОСТ Р 58003-2017. Лесопользование и лесопользование. Сертификационные требования (дата введения: 01.06.2018).

- 85.Руководство по охране окружающей среды, здоровья и труда для предприятий по производству фанеры и материалов на основе древесных отходов // IFC. Международная финансовая корпорация. – 30.04.2007. – URL: <https://www.ifc.org/>.
- 86.ГН 2.1.6.2309-07. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест (утв. 19.12.2017, с изменениями на 21.10.2016).
- 87.ГН 2.1.6.3492-17. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений (утв. 22.12.2017, с изменениями на 31.05.2018).
- 88.Процесс утилизации мебели [Электронный ресурс] // VtorOthodi.ru. – 2015. – URL: <http://vtorothodi.ru/utilizaciya/utilizaciya-mebeli> (дата обращения: 19.04.2019).
- 89.Противопожарная безопасность на мебельных фабриках [Электронный ресурс] // Дреvesиноведение. – 2017. – URL: <http://www.drevesinas.ru/proizvmebeli/safety/4.html> (дата обращения: 19.04.2019).
- 90.ВНЭ 5-79. Правила пожарной безопасности при эксплуатации предприятий химической промышленности (утв. Министерством химической промышленности 25 июля 1979 г.).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Раздел магистерской диссертации на иностранном языке

Автореферат магистерской диссертации

«Комплексное решение проблемы развития изобразительных навыков
с помощью дидактического оборудования»

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ДМ71	Казакова Т.Д.		

Консультант ОАР ИШИТР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Вехтер Е.В.	к.п.н.		

Консультант-лингвист ОИЯ ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ ШБИП	Диденко А.В.	к.ф.н.		

Introduction

The problem of drawing skills development has a long history in Russian pedagogy and abroad. The first researcher of teaching drawing in Russian higher education was A.V. Losenko (1737–1773). He believed that the main thing in art education is to draw from nature. Drawing with plaster casts needs practice [1]. Also, A.L. Korolev made a great contribution to the development of pedagogy of art education [2]. He suggested that it could be essential to form students' ability to represent complex shapes, simple geometric shapes, because they are easy to understand. For example, of it might be a situation when an art teacher represents a man figure in the form of a spatial-lattice structure, while students are expected to draw a man correctly.

However, the methods of academic drawing, designed to teach professional artists, are often above the understanding of modern design students. They do not always correspond to the tasks of the design-training course.

The contradictions in the whole system of teaching designers, which make it obvious that, this research is **relevant**, are the following:

1) in spite of the fact that a modern designer needs drawing skills to be formed, there is a lack of innovative didactic equipment that can effectively be used to develop these skills of university students at the present moment;

2) distance learning in the electronic environment is actively developing at the moment, however appropriate teaching materials are not sufficient to cover the needs of the training programs for designers.

The key issue of the **research problem** is focused on finding effective means for the complex development of drawing skills for design students in full-time and part-time (distance) education.

This scientific study is based on a **scientific hypothesis**: didactic complex for morphological analysis, which consists of the didactic representational tool and multimedia kit, will improve the learning process of design students.

The objective of the research is to develop an approach to the design of the didactic representational tool.

The purpose of design is to develop the didactic representational tool for the development of drawing skills of design students.

The main **research tasks** are listed below:

1. To study the methodology of system design.
2. To characterize the structure of graphic designer skills.
3. To describe the principles of formation and development of drawing skills.
4. To develop the concept of the didactic representational tool for the development of drawing skills.
5. To develop the concept of a multimedia kit for the development of drawing skills.
6. To create scientific and methodological documentation for the use of didactic complex in the process of teaching design students.
7. To test the didactic representational tool.
8. To make a graphical part of the project.
9. To evaluate the financial efficiency and social security of the project.

The process of development of drawing skills in the training of design students is considered to be **the object** of this research.

The didactic representational tool used to develop drawing skills is the **subject** of the research.

Design object is the didactic representational tool used for morphological analysis.

Analysis of scientific and methodical literature, planning of pedagogical process, approbation of methods of work were used as basic **research methods**. The design process is based on the methodology of system design.

Theoretical framework of the research is based on the recent scientific works devoted to the theory of system design and the theory of art education.

The scientific novelty of the research is as follows: the analysis of experience in using the didactic representational tool for the development of drawing skills helped the author to develop a new didactic complex for teaching design students on

the basis of modern information technology. The author proposed a comprehensive solution to the problem of developing and forming drawing and technical skills, spatial, artistic and imaginative thinking with the application of the didactic representational tool.

The author proposed a set of principles that must be followed by a professional in the design process of the didactic representational tool, which constitutes **theoretical significance of the research**.

Practical significance of research lies in the author's attempt to develop a didactic complex for morphological analysis (a prototype of the didactic representational tool, multimedia kit, relevant technical and methodological documentation). The didactic complex can be used in the process of teaching design students at the beginning stage.

The text of the master's thesis consists of 80 pages. The work includes six chapters.

The main content of the work

Chapter 1. Research part

The author considers the definition of system design in the first section of the research part of the master's thesis. System design considers the design object as a complex system. This system includes a variety of structural elements related to each other in a certain unity and integrity. The designer considers each object as a large and complex system, which is an element of another system at the same time. The designer takes into account the objects and phenomena that affect the system, as well as those objects and phenomena that are affected by this system. The parts of the considered system have system properties, which make subsystems be studied separately. These subsystems consist of elements that constitute minimal, indivisible components of the system. All elements of the system are combined by means of stable horizontal and vertical links that determine regularity of the whole system. System design or integrated design involves a comprehensive designer's perception of the entire design process [3].

Thus, the methodology of system design involves the following:

- 1) the design object must be considered as a system (the internal structure of the system and its connection with external systems are considered),
- 2) the design process must be organized as a complete system, this system should be based on certain stages and interrelation of different elements of its designer's activity.

To prepare any design project, it is essential to take into consideration the systems given below.

1. «Ecology». How environment is affected by the design, development, production and use of the object.
2. «Economy». It is important to determine materials and other resources needed to create a design object.

The author comes to the conclusion that in the development of the didactic representational tool it is necessary to pay special attention to the coherence of the

designed object with such systems as «Pedagogy» and «Psychology». The purpose of the design object determines its use in the whole educational process.

In the second section of the first Chapter, the author mentions professional competence of the designer in the field of drawing activity, systematized methods and principles of development of drawing skills.

The analysis of pedagogical and methodical literature on the research subject has helped the author to identify the main elements that represent drawing skills. These are:

- technical skills, which provide the ability to draw;
- spatial thinking, which forms the ability to perceive;
- artistic and figurative thinking, which is the basis of the creative ability and artistic expression.

Furthermore, the author highlights the principles of formation and development of drawing skills, which are:

- 1) activity represents the basis for the development of visual skills (activity oriented approach);
- 2) representational materials should vary (the principle of visibility);
- 3) the logic of drawing should be considered to develop drawing skills [4];
- 4) the principles of consistency, expediency, science, consciousness, accessibility should be observed, etc.

The author concludes that that the main methods and techniques of development of drawing skills are based on the development of students' skill to work with elements of a complex object, that is mainly ability to see, isolate and change them. The author assumes that these methods are based primarily on the ability of morphological analysis, which is a method of studying the shape, structure and relative position of parts of the product [5]. Thus, for the development of drawing skills of designers at the beginning stage of training it is necessary to use the didactic tool, which can assist the formation of sustainable skills of morphological analysis.

Psychophysiological features of visual perception are considered in the third section of the research part, for the reason that the didactic representational tool be-

longs to the group of visual didactic learning tools. Visualization in art education is based on the visibility of the first level, with references to the subject-material visibility [6]. It explains the specific nature of the process of drawing creativity, as the artist constantly uses visual images, so one must perceive the phenomena and objects of reality [7].

From a psychological point of view, perception is based on the following properties: objectivity, integrity, structurality, constancy, apperception, meaningfulness, selectivity, illusion. It is noted that active usage of real objects is very important to form the designer's professional perception, as they provide the consistency of visual perception. Besides, it is impossible to perceive the depth of space due to the presence of flat images [8].

Taking into account the psychophysiological characteristics of perception it is obvious that the didactic representational tool used for the development of drawing skills must meet the following requirements:

- it should provide a reliable perception of the size of the object and the ability to touch or move it (objectivity of perception);
- it should provide an opportunity to gain experience of professional perception of objects of the reality (constancy and apperception);
- it should allow forming selectivity of perception, developing professional view of the designer.

The following design tasks are the result of the theoretical and methodological validation of the development of drawing skills of designers with the use of the didactic representational tool performed in the first Chapter:

- 1) to analyze existing analogues of the didactic representational tool for the development of drawing skills;
- 2) to study the requirements for the design of the didactic representational tool;
- 3) to develop a compositional idea of the didactic representational tool for morphological analysis, taking into account the requirements of system design and psychophysiological features of perception;

4) to choose materials and manufacturing technology of the didactic representational tool;

5) to make functional and ergonomic analysis of the designed object.

Chapter 2. Analytical part

The first section of the second Chapter is devoted to didactic tools. Didactic tools are a set of material, technical, information and organizational resources used to provide pedagogical methods. Visual skills in art education are developed with the help of the following didactic tools: didactic representational tools, video clips, educational tables, three-dimensional models, reproductions of paintings, teacher's drawings [7]. Three-dimensional models are most effective at the beginning stage of professional designers training. Morphological analysis plays an important role in the development of drawing skills using three-dimensional models. Morphological analysis is based on the idea that any form of a complex volume can be structured into simple geometric figures: cube, pyramid, sphere, cylinder, cone and prism. Geometric figures are the most suitable objects. They help to understand the laws of formation of objects and learn the principles of their construction in drawing [9]. The designer must be able to see simple geometric figures in a complex object and their relationship to design new objects successfully.

In the second Chapter the author pays special attention to multimedia teaching tools. Modern education system is characterized by a wide use of technical tools for training, which combine didactic and technical support [10].

Computer graphics is the most popular technical tool of teaching design students, because the skills of different graphic programs are included in the complex of professional competence of the designer [11]. In this case, specialized computer programs are used in the classroom for teaching students in order to make the final design product. For instance, 3D modeling provides an opportunity to change the angle of the image. Computer graphics makes it possible to design, improve, and transform the visual images of the world conveniently.

Multimedia presentation is another kind of the use of information technologies for spatial thinking development. With the help of multimedia presentation it is possible to implement the principle of visibility.

It should be noted that it is important to use computer technology as the auxiliary tool in the development of basic drawing skills when working with design students at the beginning stage of training (in the first and second years) [12]. Computer educational programs in this case play an important role. In this regard, the author of the research proposes the concept of a multimedia kit for morphological analysis for teaching design students.

The analogues of the didactic representational tool for morphological analysis considered in the research are the following equipment that uses simple geometric shapes (geometric plaster figures, ready-made models) and equipment that uses complex shapes (educational plaster model, a mannequin man on the hinges).

It is concluded that the main disadvantage of the classical equipment is low information content. Solid shapes do not give students the opportunity to see the inner edge of the object, and it is necessary for the precise construction forms.

These shortcomings lead to two main principles of the developed didactic representational tool: first, the didactic representational tool should ensure the formation of students' skills of morphological analysis (shape analysis, analysis of the internal structure of complex objects); secondly, it should be convenient and safe to use.

In connection with the above disadvantages of the classical equipment for art education, equipment that involves a combination of figures is considered as analogues. It is used to form spatial thinking within the disciplines of «Descriptive geometry», «Technical drawing», «Solid geometry» (convertible game construction set, a set of polyhedrons (for solid geometry), telescopic set on solid geometry).

Each of the considered analogues solves individual problems, developing certain skills and abilities necessary for the designer. The didactic representational tool for morphological analysis designed in the master's thesis combines the strengths of available representational materials. This will allow using this tool kit for the development of drawing skills in complex.

The multimedia set is the second element of the didactic complex. The author reviewed about 400 patents for 2018 to find the patented analogues of the multimedia set for the morphological analysis on the website of Federal state budgetary institution «Federal Institute of industrial property» (section «Computer Programs. Database. Technology chips»). Four programs are selected as the basis to develop the concept of the complex.

The fourth section of the second Chapter describes the requirements for the design of the didactic representational tool.

In accordance with the requirements of the system design, the design object should be anthropocentric, multi-component and multi-level, open and flexible, self-organizing and self-developing, managed, included in the activity [13]. Any designed object must meet aesthetic, functional, ergonomic, sociological, economic and environmental criteria. According to the requirements of sanitary rules and state standards, the equipment must be made of materials that have received a hygienic assessment and confirmed by a certificate. The edges of the connecting elements must be safe to use. Dimensions the didactic representational tool must comply with the mission statement and the psychophysiological capabilities of the user. Pedagogical requirements imply that the didactic tools should correspond to the age of students and their level of development; goals and content of training [14; 15]. The didactic tools should most accurately correspond to real objects, should be aesthetically designed and should not include unnecessary elements. In terms of psychological criteria, the didactic representational tool should take into account the peculiarities of human visual perception.

Chapter 3. Practical part

In sections 3.1, 3.2, and 3.3 there is a detailed description of the components of the developed didactic representational tool. There is information about the sum of parts, type of attachment, size and weight. A sketch search of the shape, material and fasteners is presented. The scenario of testing (approbation) and questionnaires for carrying out approbation are given.

In section 3.4 the didactic representational tool is characterized as a system design object. The didactic representational tool as an object of system design consists of subsystems «Ecology» (production, operation, materials, utilization), «Society» (need, opportunity, psychological properties of the person), «Economy» (demand, sale, materials, production, pricing, marketing).

In conclusion, it should be highlighted that within the research framework the design object is considered as a system object, which allows developing the didactic representational tool, characterized by anthropocentricity, multicomponent, integrative integrity, openness, flexibility, variability, manageability, involvement of activities.

Chapter 4. Methodical part

The author describes how to work with the didactic representational tool, the development of the visual skills of design students in the section «Methods of work with the didactic representational tool for morphological analysis in the training of design students at the university».

The author presents the concept of multimedia complex for the development of drawing skills in the section «Didactic kit for morphological analysis in the e-learning environment».

The multimedia didactic kit for morphological analysis used to train design students includes two main elements. The first element is the videos that perform the function of demonstration and explanation of the material. The second element is a package of interactive tasks that are aimed at training the skills and control their formation.

It is noted that the transfer of the didactic representational tool in the virtual environment meets modern trends of computerization of education, the use of electronic resources in the educational process. Nowadays, when the length of training courses are being reduced, the use of Internet technologies is an effective solution to the problem.

In the fifth Chapter of the research, the assessment of competitiveness of the developed didactic representational tool is fulfilled. Besides, potential users of the

development and competitive solutions are identified. Design of the didactic representational tool is characterized as an innovative project and the budget of scientific research is calculated.

In the sixth Chapter of the master's thesis the author considers social responsibility, production and environmental safety in the process of producing the didactic representational tool.

Conclusion

Thus, in this study the concept of didactic complex for morphological analysis for the design students training is developed. The whole process of work with this complex is based on the principles of complexity, consistency and integrity. The developed complex takes into account identified shortcomings of the classical didactic equipment. This complex corresponds to modern trends in education, and it is accessible and convenient for teachers and students. The didactic complex for morphological analysis, which consists of the didactic representational tool and the multimedia kit, provides effective formation of drawing skills of students-designers.

The multimedia kit can be separate independent means of learning used in classroom and extracurricular work of design students. Moreover, it can become a part of the whole online course on the subject of «Introduction to the profession» for students who are enrolled in the bachelor training course «Design». It will allow optimizing independent work of students, so students become active subjects of training, which will increase their motivation. The designed didactic complex for morphological analysis is necessary to resolve the contradiction between the fact that the specialists of the artistic profile must possess stable drawing skills (technical skills, spatial and artistic and figurative thinking) and the fact that there no innovative didactic representational tool that allows effectively developing these skills at the beginning stage of education.

Potential consumers of the developed didactic representational tool are art schools and universities, where designers and architects are trained. Art shops represent the sphere of sales.

The innovative nature of the product developed is due to the novelty of the proposed solution, since the proposed didactic representational tool combines the strengths of the currently existing visual materials, different complexity, modularity, compactness, versatility. The developed object has practical importance; the use of didactic kit will improve the level of art education. The transfer of the didactic representational tool in a virtual environment corresponds to the modern trends of computerization of education, the use of electronic educational resources in the educational

process. The didactic complex is based on a combination of different ways of working: tactile method (didactic equipment), visual method (videos), interactive method (performing tasks on the computer).

The didactic complex will allow solving the following problems of development of drawing skills: firstly, to develop spatial thinking, which is of particular importance not only for creative people, but, also, for all technical specialists; secondly, to develop artistic and imaginative thinking; thirdly, to build design and engineering skills by working with simple geometric shapes.

References

1. Abdirasilov S.F. Artistic traditions as the basis of professional skill // Science and education today. – 2016. – № 2(3). – P. 63–69. (In Russian)
2. Korolev V.A. Educational drawing. – M., 1981. – 128 p. (In Russian)
3. Papanek V. Design for the Real World: Human Ecology and Social Change. – Chicago Review Press, 2005. – 416 p.
4. Pekina O.I. The Didactics of Art Education: Predictive Methods of Planning of Educational Content of Drawing Studies // Vektor Nauki of Togliatti State University. – 2015. – № 2 (32-1). – P. 196–204. (In Russian)
5. Gorbunova T. G. Morphology as a method of analysis of real archaeological sources // The actual questions of history of Siberia. – Barnaul, 2005. – P. 249–250. (In Russian)
6. Manko N.N. On a Role of Visualization of Didactic Objects in Stirring up Activity of the Subject of Training // Izvestiya of Altai State University. Pedagogy and psychology. – 2010. – Vol. 1–2. – P. 28–31. (In Russian)
7. Zrelykh D.L. The Use of Visual Methods in Training Bachelors of Art Education at the Faculty of Arts // Scientific Notes. – 2009. – № 1. – P. 79–83. (In Russian)
8. Pashkov D.E. Visual perception of perspective image: international scientific and technical conference of young scientists of BSTU named after V.G. Shukhov. – Belgorod, 2017. – P. 3837–3842. (In Russian)
9. Malugina V.P. Draw geometric forms and compositions: method. developments. – Tambov, 2009. – 32 p. (In Russian)
10. Lai J.W.M., Bower M. How is the use of technology in education evaluated? A systematic review // COMPUTERS & EDUCATION. – 2019. – Vol. 133. – P. 27–42. (In Russian)
11. Kayleighmahon. What impact have digital technologies had on the graphic design practice? [Electronic resource] // Kayleighmahonwordpress.com. 22.11.2012. URL: <https://kayleighmahon.wordpress.com/2012/11/22/essay->

what-impact-have-digital-technologies-had-on-the-graphic-design-practice/
(date of access: 10.09.2018).

12. Waechter E.V., Radchenko V.Y., Kazakova T.D. The concept of multimedia didactic kit for morphological analysis in the training of students-designers // GraphiCon 2018. – Tomsk, 2018. – P. 348–349. (In Russian)
13. Mikheeva M.M. Fundamentals of system design: methodical instruction on the course “Fundamentals of the theory and methodology of design in industrial design”. – M., 2010. – 59 p. (In Russian)
14. Ostapenko I.A., Magomedova E.V. Didactic requirements to visual methods and their use in the process of pedagogical practice // Scientific-methodical electronic journal “Concept”. – 2016. – Vol. 23. – P. 72–76. (In Russian)
15. Saljo R. Representational tools and the transformation of learning // Designing for Change in Networked Learning Environments. – Bergen, Norway, 2003. – T. 2. – P. 1–2.

Приложение Б

(справочное)

Аналоги



Рисунок Б1 – Геометрические гипсовые фигуры

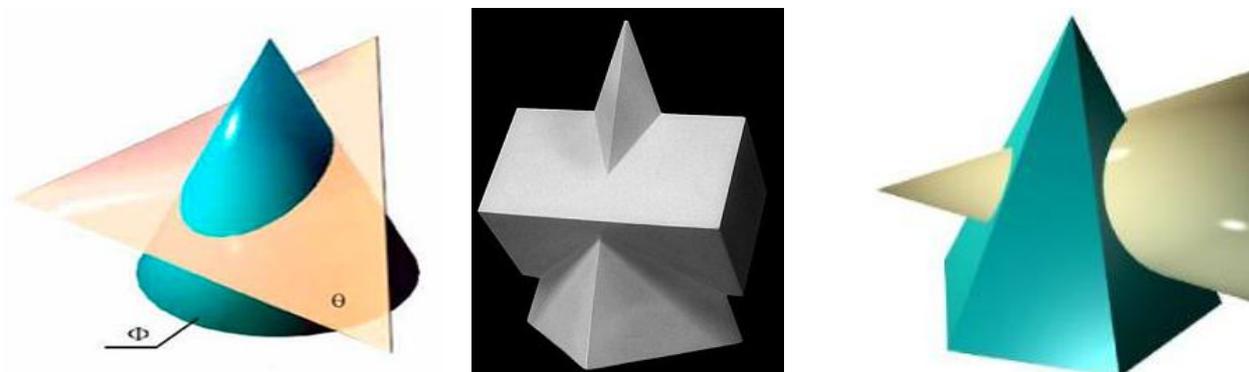


Рисунок Б2 – Готовые модели

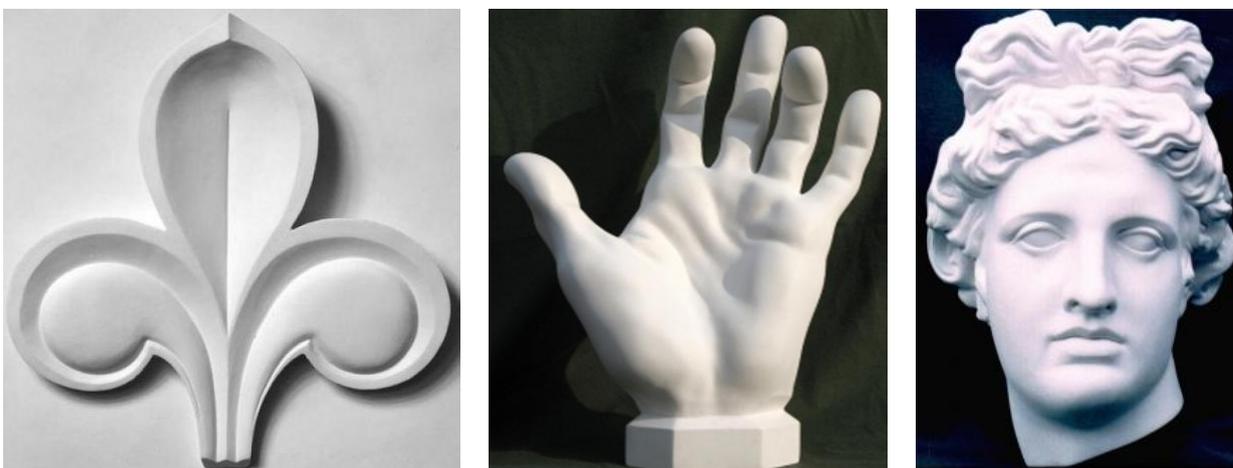


Рисунок Б3 – Учебные гипсовые модели



Рисунок Б4 – Манекен человека на шарнирах

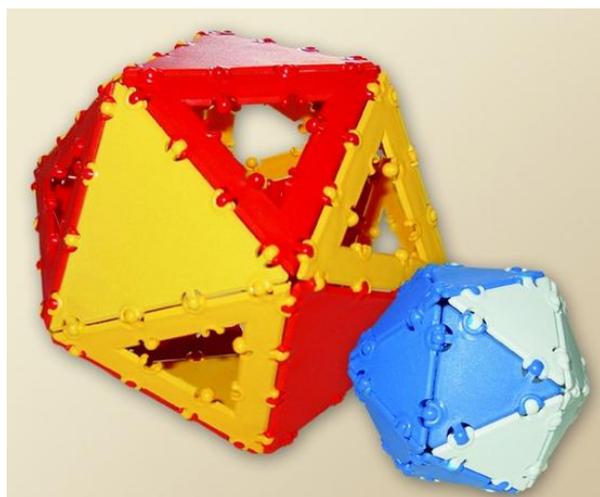


Рисунок Б5 – Трансформируемый игровой конструктор

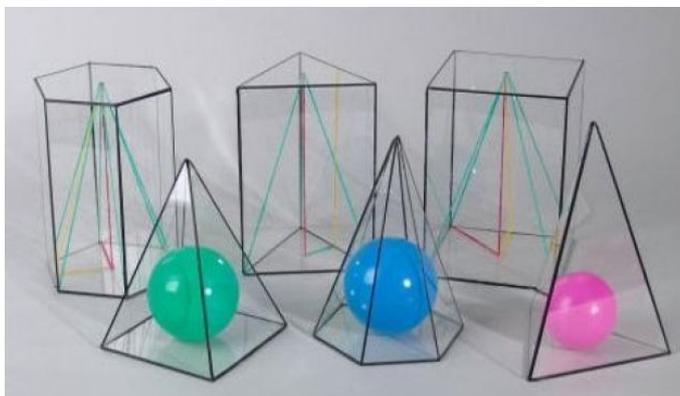
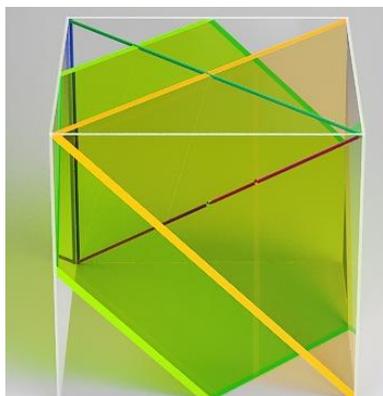


Рисунок Б6 – Набор многогранников (для стереометрии)

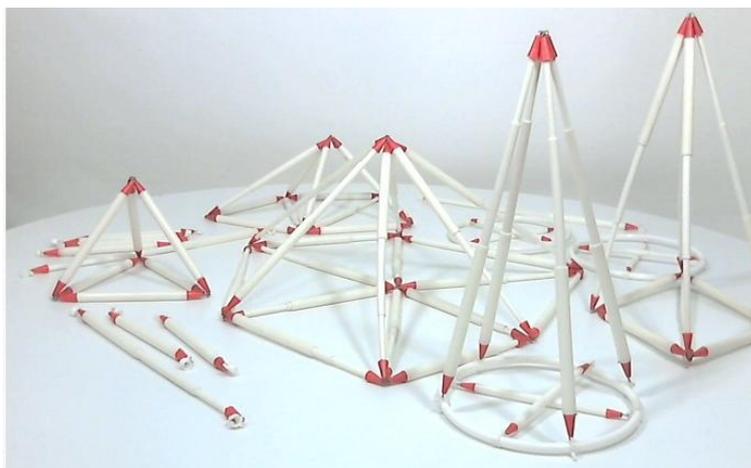


Рисунок Б7 – Набор по стереометрии (телескопический)

Таблица – Запатентованные электронные курсы (программы)

Название	№ патента	Авторы	Описание
Материалы для программы дополнительного образования «Юный механик» по конструированию для детей 7-10 лет (младшего школьного возраста)	2018621898	Тарасова Валентина Николаевна (RU), Лялина Светлана Юрьевна (RU), Жуков Виталий Васильевич (RU) Правообладатель: Общество с ограниченной ответственностью «Игры разума» (RU)	Материалы для программы дополнительного образования «Юный механик» по конструированию для детей 7-10 лет (младшего школьного возраста) База данных предназначена для хранения материалов по конструированию. Область применения базы данных: развивающие программы дополнительного образования детей младшего школьного возраста (7-10 лет). База данных содержит: учебный план, фрагменты отдельных схем (графических инструкций) по сборке моделей конструктора; 2 отдельные технологии сборки, 2 фото собранных моделей, 2 презентации; спецификация большого и малого стендов конструктора, рекомендуемая планировка и требования к мебели, таблица изображений деталей и 2 конспекта к занятиям.
SIKE Электронный курс «Работы на высоте»	2018664969	Общество с ограниченной ответственностью «Корпоративные системы плюс» (RU)	Программа предназначена для обучения правилам работы на высоте студентов по специальностям, связанным с допусками к работам на высоте; подготовке специалистов к высотным работам в соответствии с законодательством; для периодической аттестации персонала предприятия. Программа состоит из 6-ти разделов, содержащих теоретическую информацию, методические материалы, интерактивные элементы, тестовые вопросы, итоговое тестирование. Программа разработана на основе приказа Министерства труда и социальной защиты РФ от 28 марта 2014 г. № 155н. В курсе учтены требования и проверка знаний для 3-х разных групп подготовки.
Электронный учебник по психодиагностике	2018621865	Писаренко Елена Анатольевна (RU), Кравцова Надежда Федоровна (RU), Цибизов Игорь Юрьевич (RU)	База данных предназначена для хранения совокупности самостоятельных учебных текстовых материалов, используемых в образовательном процессе при изучении дисциплины «Психодиагностика». База данных содержит учебные тексты, измерительные задания, тексты психодиагностических методик, упражнения, направленные на формирование общекультурных и профессиональных компетенций у студентов.

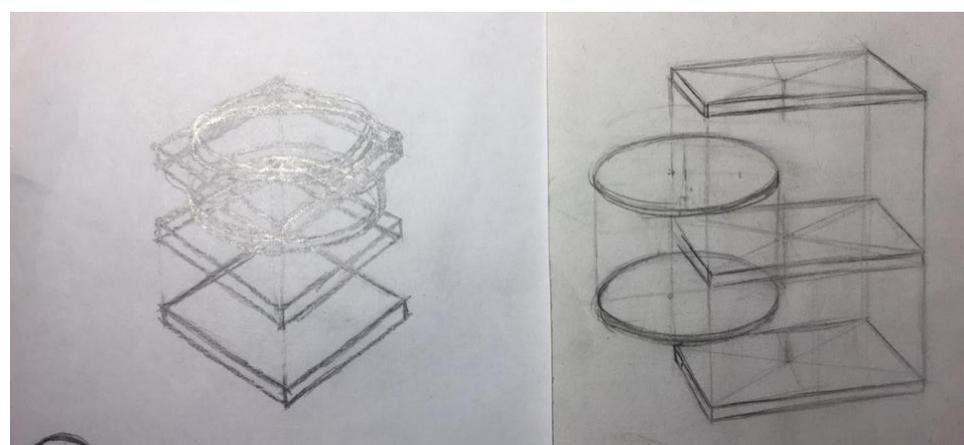
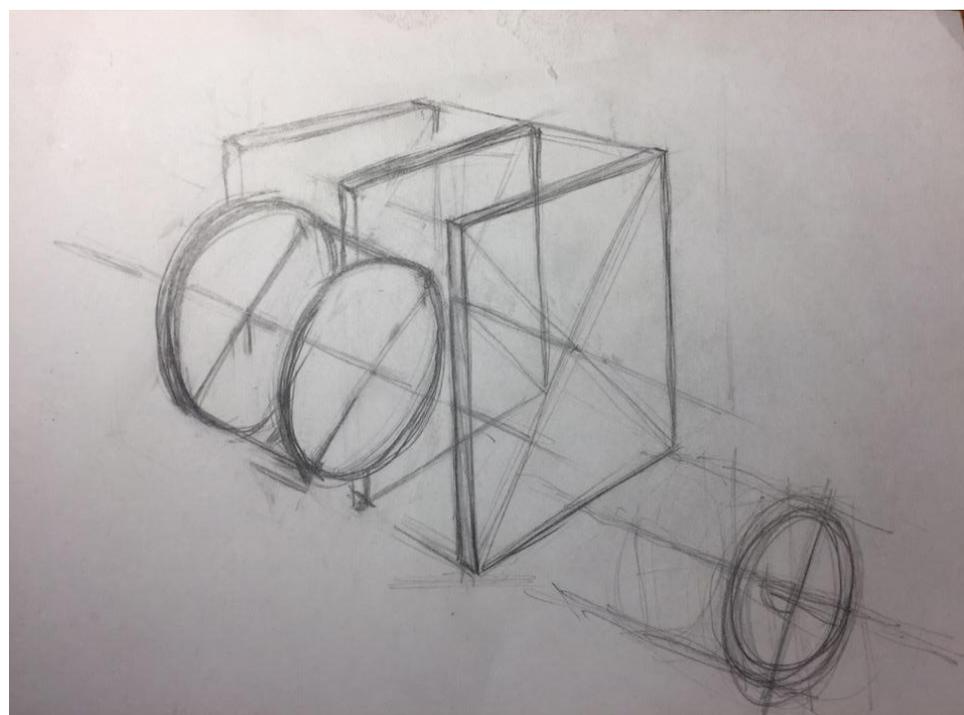
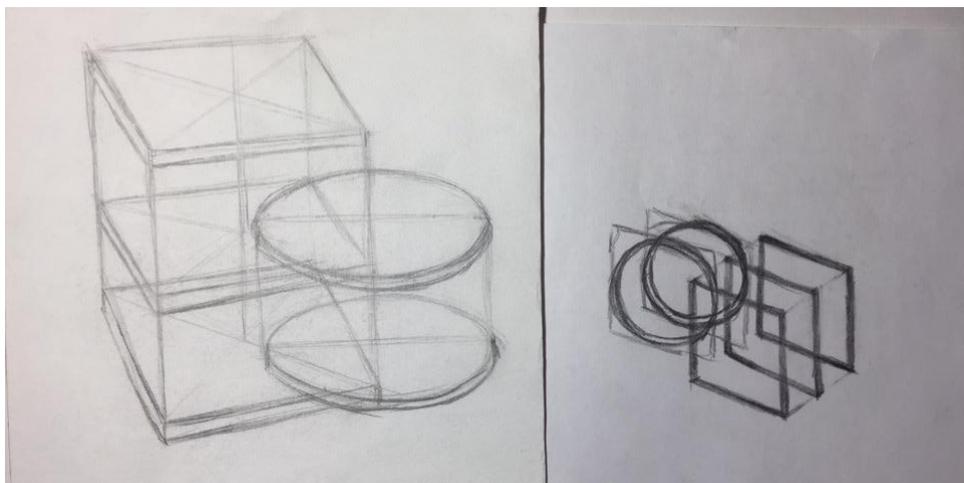
Окончание таблицы

Название	№ патента	Авторы	Описание
		<p>Правообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пятигорский государственный университет» (RU)</p>	<p>Применение базы данных способствует усвоению теоретических знаний, а также овладению практическими умениями в области психодиагностики, необходимыми для работы психолога в разных сферах: в образовании, бизнесе, управлении, правоохранительных органах и т.д. Материалы, содержащиеся в базе данных, систематизированы в соответствии с проблематикой по разделам, каждый из которых включает гиперссылки на различные компоненты базы данных и внешние ресурсы.</p>
<p>Конструктор «Познавательная реальность»</p>	<p>2018664694</p>	<p>Бутенко Ольга Васильевна (RU) Правообладатель: Общество с ограниченной ответственностью «Проф-ИТ» (RU)</p>	<p>Конструктор образовательных материалов в дополненной и виртуальной реальностях – программа, разработанная как средство проектирования учебных материалов педагогом на основании набора предварительно подготовленных виртуальных элементов по каждой из образовательных дисциплин. Конструктор является инструментом педагога при создании образовательных материалов для использования в программном комплексе: 5 основных естественно-научных дисциплин; библиотек наборов объектов и сценариев для каждой дисциплины; схем взаимодействия участников; вспомогательных и справочных материалов. Применение программ «Познавательная реальность» в учебном процессе позволяет решить задачи удовлетворения потребности в современных наглядных интерактивных обучающих материалах, содействия более глубокому пониманию изучаемого материала благодаря наглядному представлению трудных тем, способствует повышению заинтересованности учащихся в учебном процессе, т. к. отличается увлекательностью и занимательностью предлагаемых экспериментов, обеспечивает увеличение удовлетворенности учебным процессом обучаемой и обучающей сторонами.</p>

Приложение В

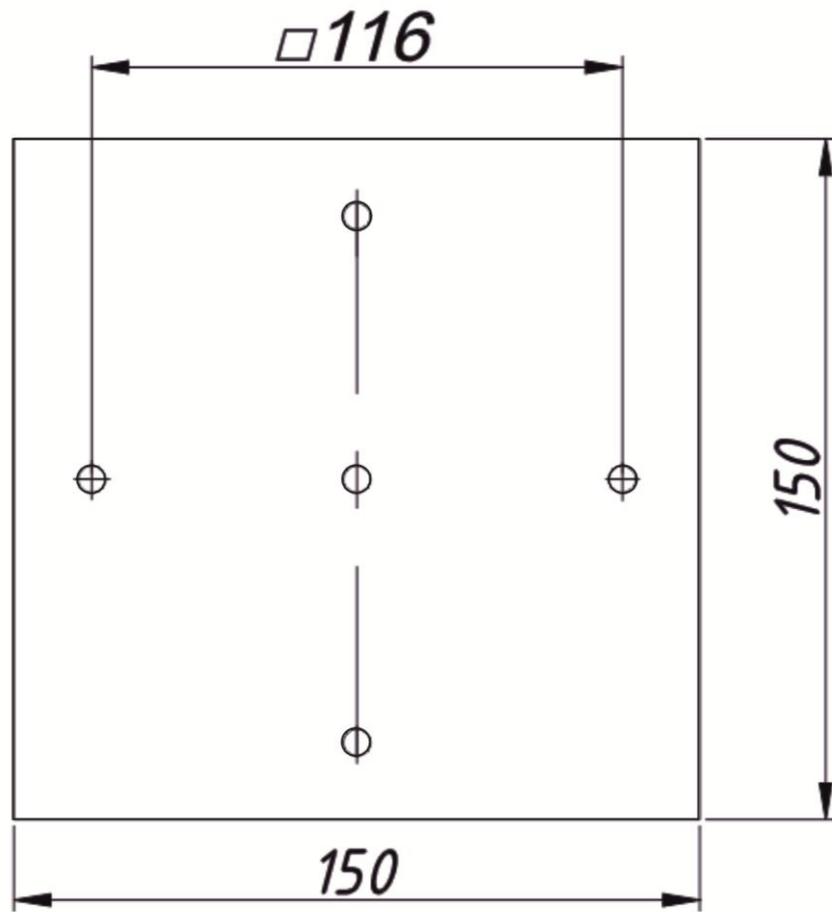
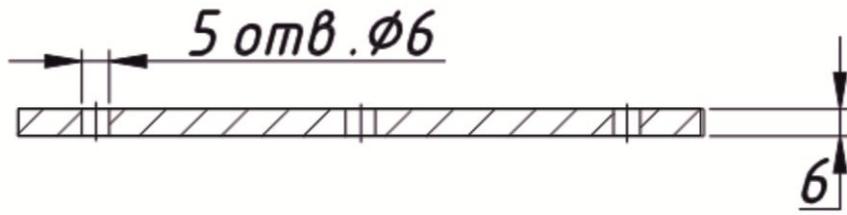
(справочное)

Примеры работ участников тестирования



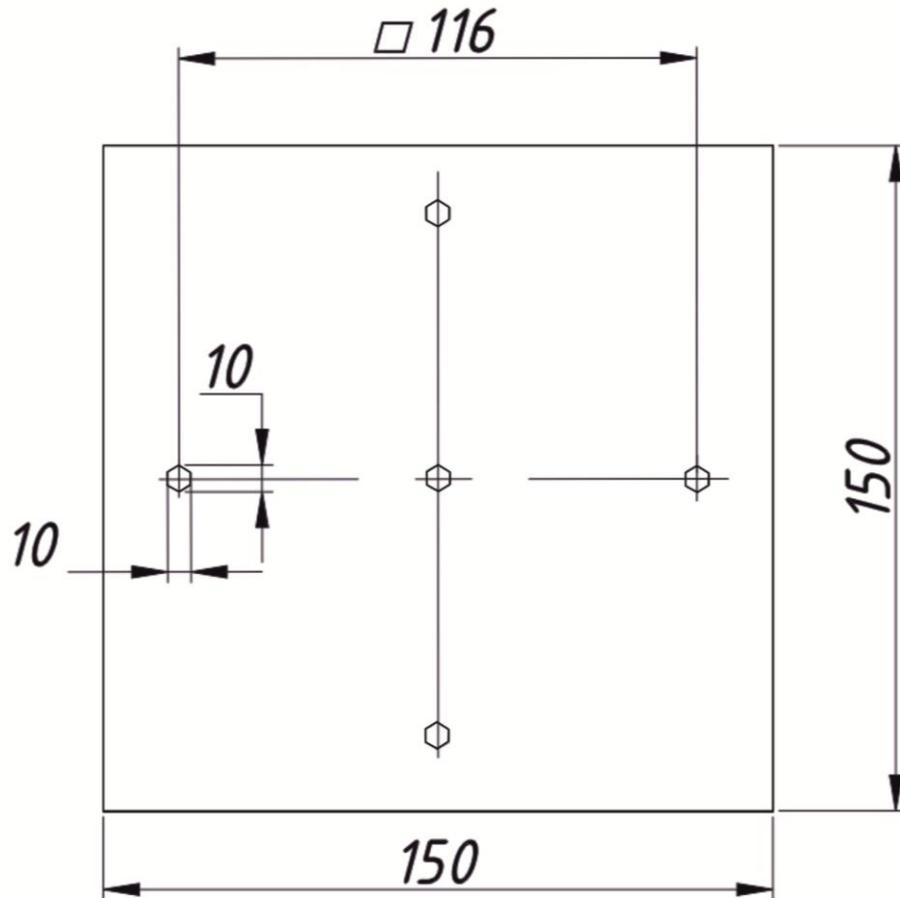
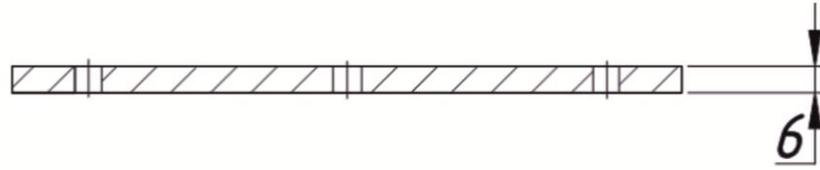
Приложение Г
(обязательное)
Конструкторская документация

Фс	Эа	По	Обозначение	Наименование	Кол	Примеч
				<u>Документация</u>		
			ФЮРА. ХХХХХХ.ХХХ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
A4			ФЮРА. 731153.001	Пластина квадратная (с круглыми отверстиями)	20	
A4			ФЮРА. 731153.002	Пластина квадратная (с шестиугольными отверстиями)	20	
A4			ФЮРА. 711141.003	Пластина круглая (с круглыми отверстиями)	20	
A4			ФЮРА. 711141.004	Пластина круглая (с шестиугольными отверстиями)	20	
A4			ФЮРА. 731195.005	Основание	10	
A4			ФЮРА. 711141.006	Диск	10	
A4			ФЮРА. 731153.007	Планка	10	
A4			ФЮРА. 731153.008	Пластина шестиугольная (с круглыми отверстиями)	20	
A4			ФЮРА. 731153.009	Пластина шестиугольная (с шестиугольными отверстиями)	20	
				<u>Стандартные изделия</u>		
				Гайка М6 DIN 934	40	
				Гайка-муфта стяжная М6 DIN 1479	40	
				Гайка колпачковая	10	
				Шпилька резьбовая М6 DIN 975	5	
				Шайба М6 DIN 433	40	
				ФЮРА. 161438.010		
Из	Лист	№ докум	Подпис	Дата		
Разраб		Казакова Т.Д			Лист	Лист
Провед		Вехтер Е.В.				Листо
Т.конт					ТПУ ИШИТР Группа 8ДМ71	
Н.конт						
Утв.						
				Лидпктичегкий комплект		



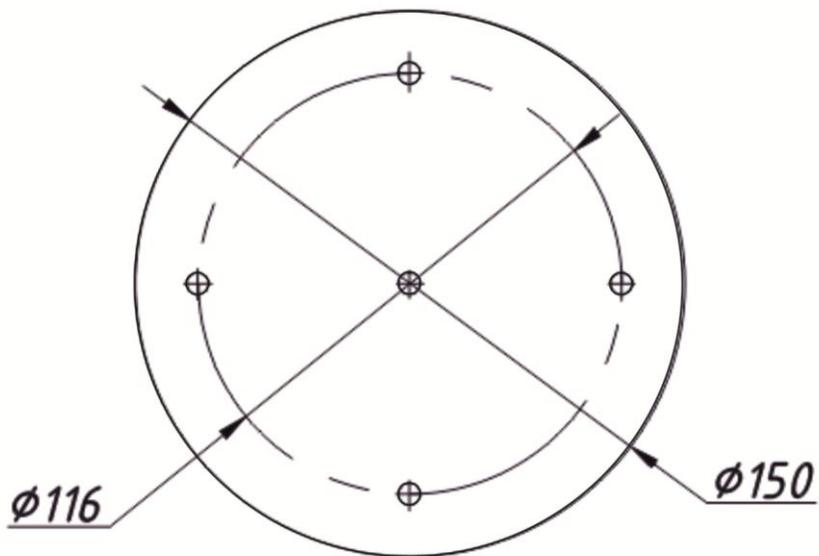
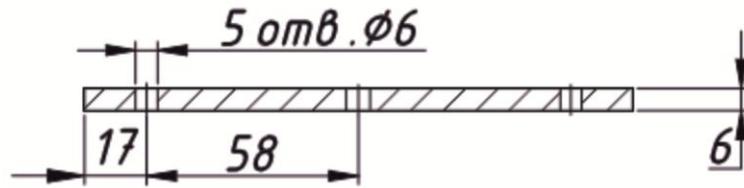
					ФЮРА.731153.001		
					<i>Пластина квадратная (с круглыми отверстиями)</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
					У		1 : 2
Разраб.	Казакова Т.Д.				Лист		Листов
Пров.	Вехтер Е.В.				ТПУ ИШИТР Группа 8ДМ71		

ФЮРА.731153.002



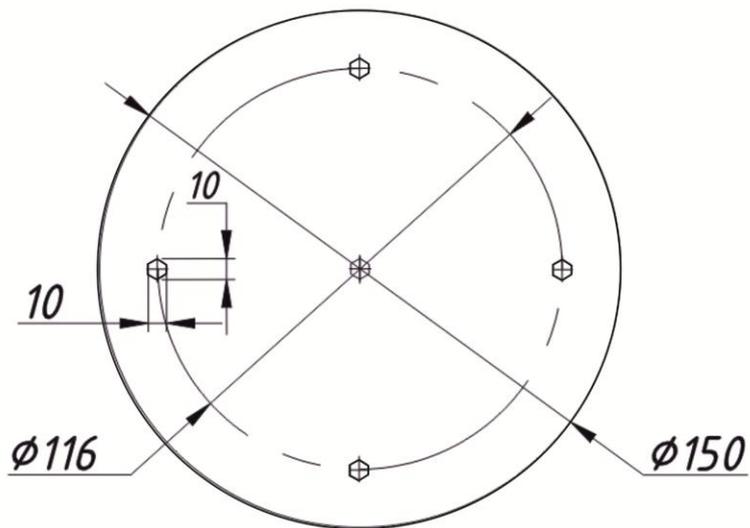
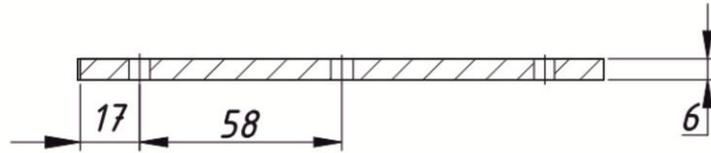
					ФЮРА.731153.002		
					<i>Пластина квадратная (с шестигранными отверстиями)</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
					У		1 : 2
Разраб.	Казакова Т.Д.				Лист		Листов
Пров.	Вехтер Е.В.				ТПУ ИШИТР		
					Группа 8ДМ71		

ФЮРА.711141.003



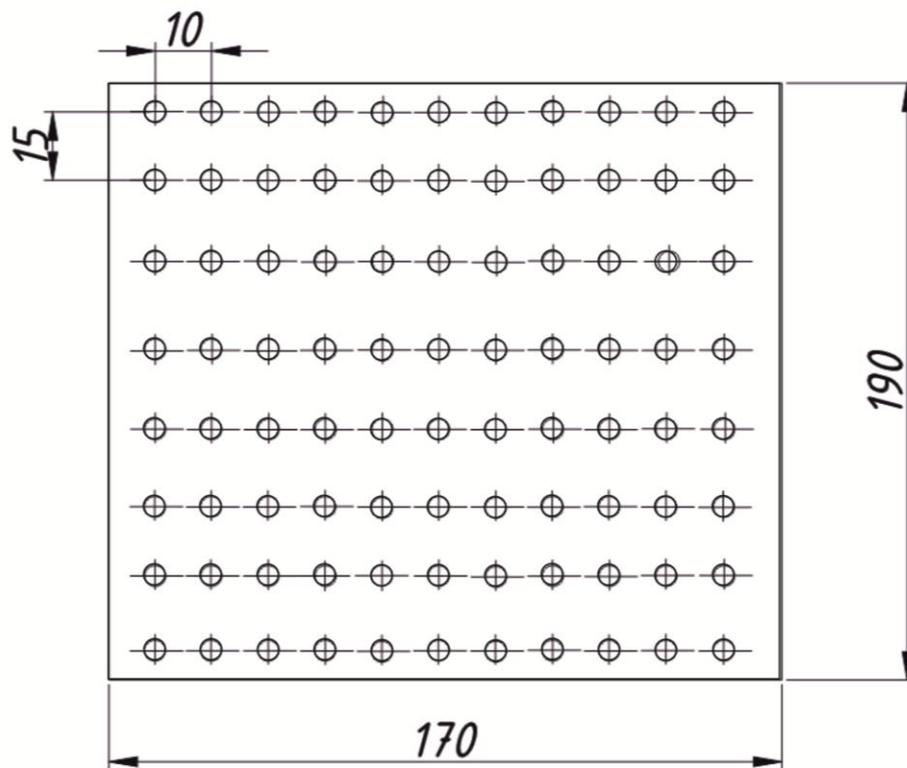
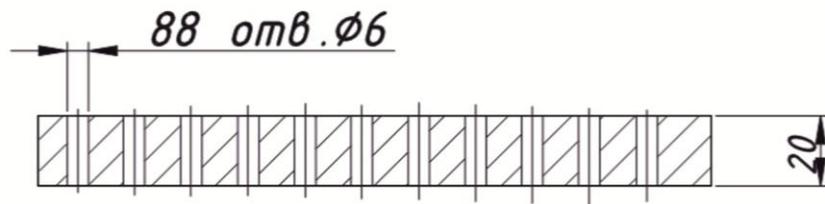
					ФЮРА.711141.003		
					Пластина круглая (с круглыми отверстиями)		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
					У		1:2
Разраб.		Казакова Т.Д.			Лист		Листов
Пров.		Вехтер Е.В.					
					ТПУ ИШИТР		
					Группа 8ДМ71		

ФЮРА.711141.004



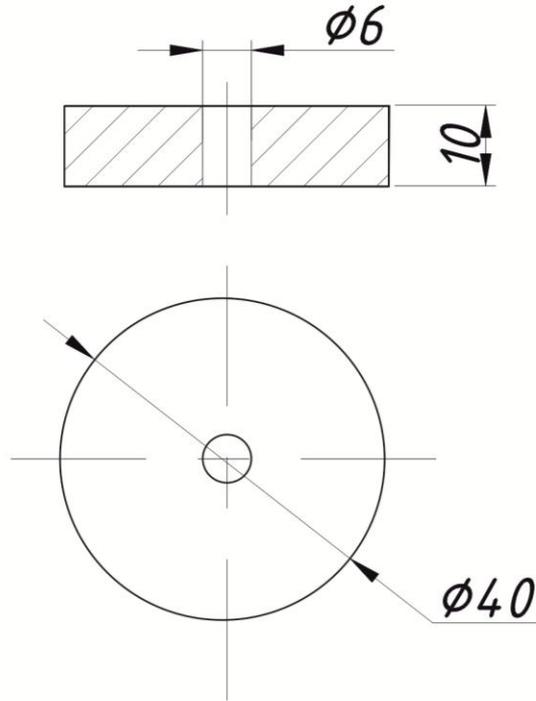
					ФЮРА.711141.004			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Пластина круглая (с шестигранными отверстиями)	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Казакова Т.Д.					У		1 : 2
Пров.	Вехтер Е.В.					Лист	Листов	
					ТПУ ИШИТР Группа 8ДМ71			

ФЮРА.731195.005



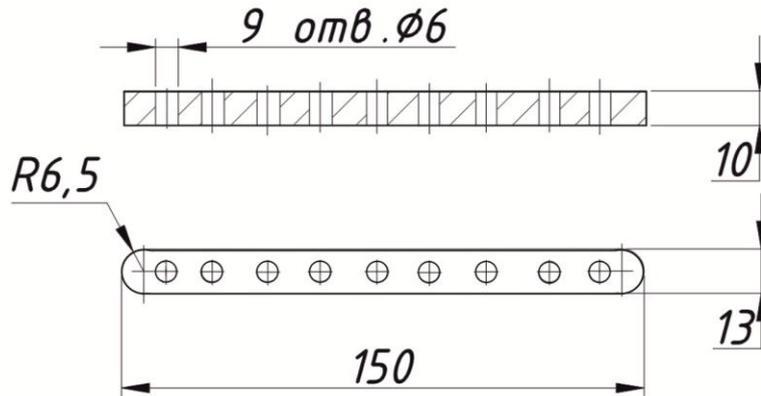
					ФЮРА.731195.005		
					Основание		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
					У		1 : 2
Разраб.		Казакова Т.Д.			Лист / Листов		
Пров.		Вехтер Е.В.			ТПУ ИШИТР		
					Группа 8ДМ71		

ФЮРА. 711141.006



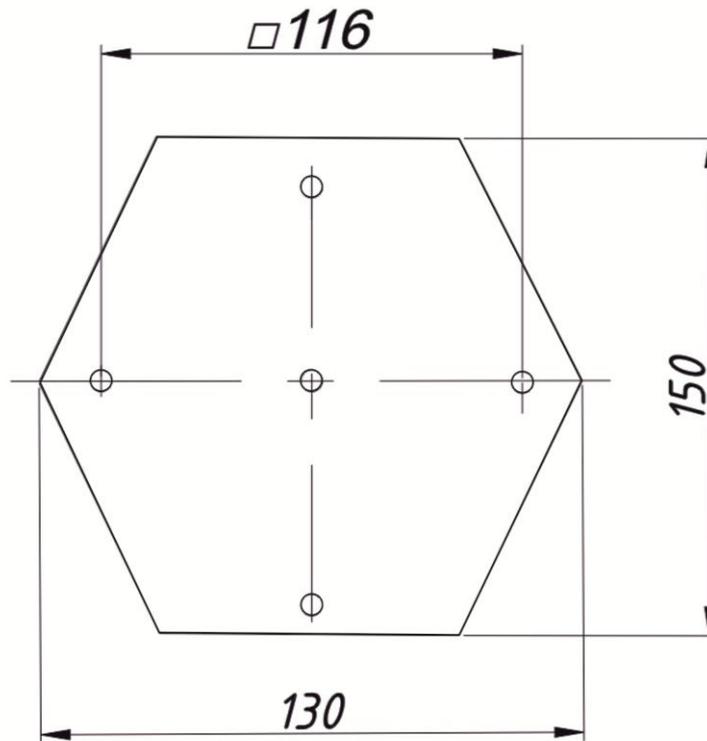
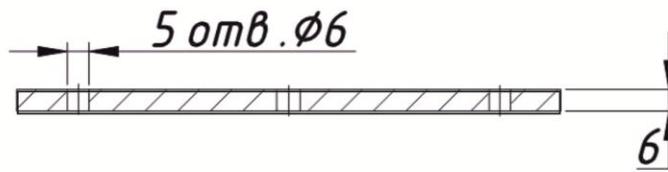
					ФЮРА. 711141.006		
					Диск		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Казакова Т.Д.			У		1:1
Пров.		Вехтер Е.В.			Лист	Листов	
					ТПУ ИШИТР Группа 8ДМ71		

ФЮРА.731153.007



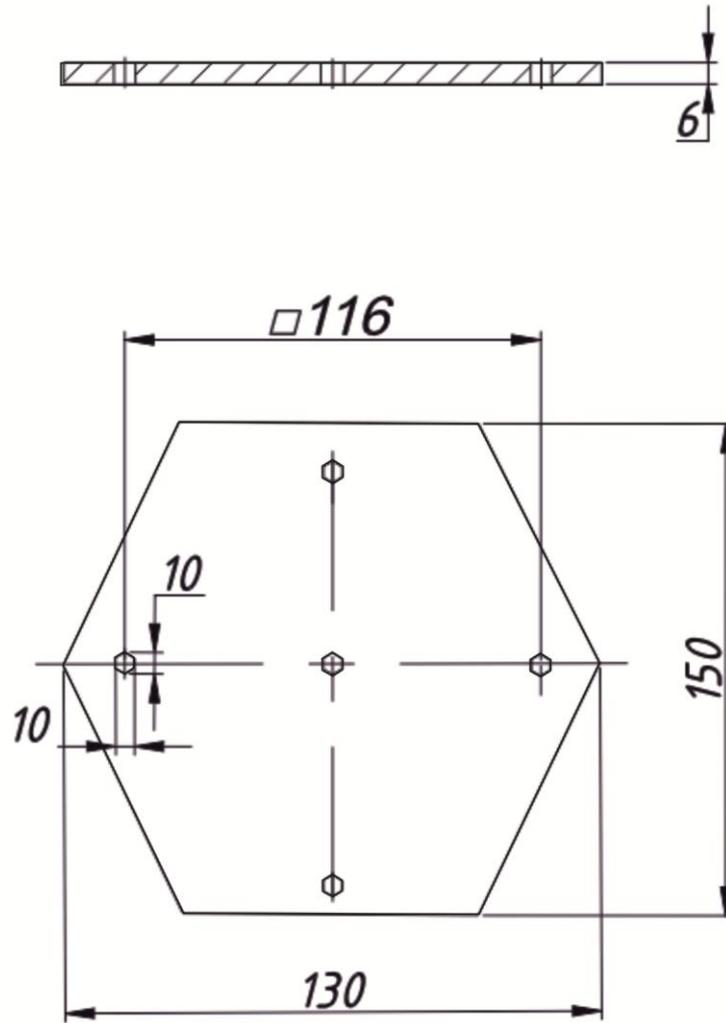
					ФЮРА.731153.007		
					Планка		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Казакова Т.Д.			У		1:2
Пров.		Вехтер Е.В.			Лист	Листов	
					ТПУ ИШИТР Группа 8ДМ71		

ФЮРА.731153.008



					ФЮРА.731153.008			
						Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Пластина шестигранная (с круглыми отверстиями)	У		1 : 2
Разраб.	Казакова Т.Д.					Лист	Листов	
Пров.	Вектер Е.В.				ТПУ ИШИТР Группа 8ДМ71			

ФЮРА.731153.009

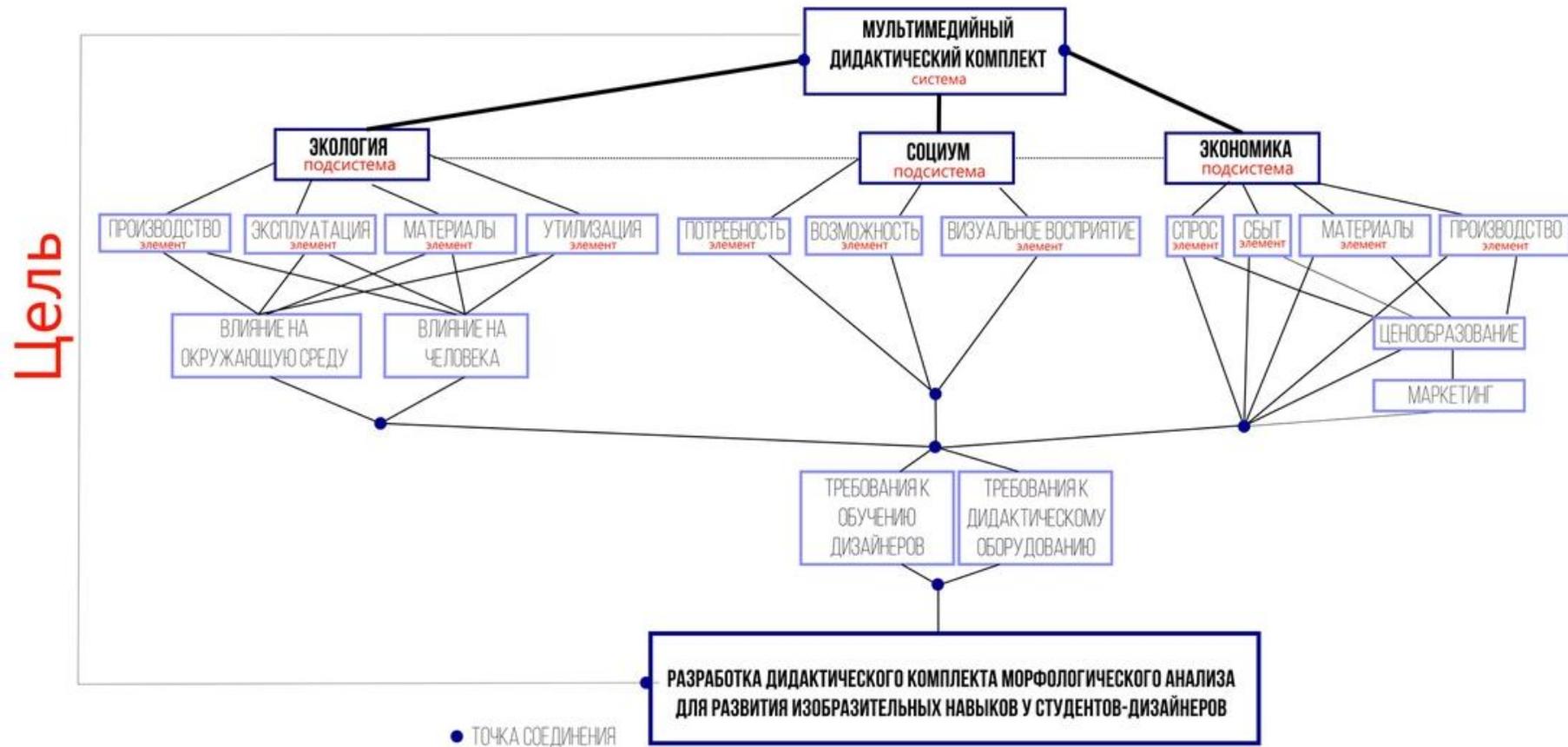


ФЮРА.731153.009								
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Пластина шестигранная (с шестигранными отверстиями)	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Казакова Т.Д.					У		1 : 2
Пров.	Вехтер Е.В.					Лист	Листов	
					ТПУ ИШИТР Группа 8ДМ71			

Приложение Д

(справочное)

Дидактическое оборудование для морфологического анализа как объект системного дизайна (схема)



Приложение Е

(справочное)

Сравнение конкурентных технических решений

(разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Вес оборудования	0,04	5	4	4	0,2	0,16	0,16
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,13	5	5	3	0,65	0,65	0,39
3. Устойчивость оборудования	0,05	4	5	2	0,2	0,25	0,1
4. Надежность крепления	0,08	5	5	2	0,4	0,4	0,16
5. Возможность действовать по алгоритму	0,03	5	5	5	0,15	0,15	0,15
6. Безопасность	0,06	5	3	4	0,3	0,18	0,24
7. Удобство переноски	0,03	5	5	2	0,15	0,15	0,06
8. Функциональные возможности	0,07	5	2	3	0,35	0,14	0,21
9. Простота эксплуатации	0,07	4	5	3	0,28	0,35	0,21
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,06	5	5	5	0,3	0,3	0,3
2. Уровень проникновения на рынок	0,03	4	4	4	0,12	0,12	0,12
3. Цена	0,08	4	3	5	0,32	0,24	0,4
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,08	5	4	3	0,4	0,32	0,24
5. Послепродажное обслуживание	0,03	5	5	5	0,15	0,15	0,15
6. Финансирование научной разработки	0,03	5	5	5	0,15	0,15	0,15
7. Срок выхода на рынок	0,03	4	5	4	0,12	0,15	0,12
8. Наличие сертификации разработки	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
Итого	1	80	75	64	4,74	4,36	3,66

Приложение Ж

(справочное)

Результаты SWOT-анализа

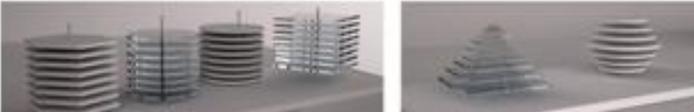
	Сильные стороны научно- исследовательского проекта	Слабые стороны научно- исследовательского проекта
	С1. Эргономичность	Сл1. Сложный механизм для скрепления модулей
	С2. Уникальная система сборки	Сл2. Наличие конкурентов, имеющих устойчивый рынок сбыта
	С3. Доступные материалы и технологии производства	
	С4. Привлекательный дизайн	
	С5. Вариативность комплектации	
	С6. Возможность учитывать индивидуальные потребности потребителя	
	С7. Мобильность	
	С8. Простота в изготовлении формы	
	С9. Низкая стоимость материалов	
	С10. Модульность	
Возможности	Направления развития	Сдерживающие факторы
В1. Улучшение продукта	В1С1С2С5С7. Совершенствование механизма для скрепления модулей	В1Сл1. Большое количество элементов, нуждающихся в одновременном скреплении
В2. Увеличение групп лиц, заинтересованных в продукте	В2С1С5С6С8. Модульность и мобильность проекта, а также гибкость дизайна оборудования позволяют использовать его разным группам лиц, от школьников до профессионалов	В2Сл2. Отказ магазинов от сотрудничества
В3. Хорошая реклама	В3С2С4С5С6С7С8С10.	В3Сл2. Переизбыток то-

	Уменьшение себестоимости продукта, увеличение конкурентоспособности, возможность модификации продукта	варов на рынке
В4. Увеличение доступности товара	В4С2С8С10. Более дешевые технологии, возможность модификации	В4Сл1. Необходимость большого количества креплений
Угрозы	Угрозы развития	Уязвимости
У1. Исчезновение заинтересованных групп лиц	У1С3. Предусмотреть возможность использования других материалов и технологий изготовления	У2Сл2. Доступность для сильных конкурентов более развитых технологий изготовления
У2. Конкуренция на рынке технологий производства	У1С3. Предусмотреть возможность использования других материалов и технологий изготовления	У2Сл2. Доступность для сильных конкурентов более развитых технологий изготовления

Приложение 3 (обязательное) Планшет

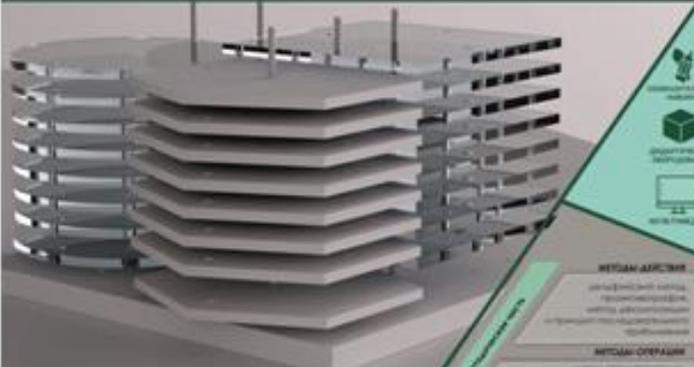
КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИЗОБРАЗИТЕЛЬНЫХ НАВЫКОВ

С ПОМОЩЬЮ ДИДАКТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ



Комплекс прожектов обработки в МБУДО «Художественная школа» (г. Северск)

Дидактический комплекс для морфологического анализа представлен в виде наглядного оборудования и мультимедийного комплекта, обеспечивает эффективное формирование изобразительных навыков у студентов-дизайнеров.



Дидактическое оборудование:

- x 20
- x 20
- x 20
- x 10
- x 1
- x 2
- x 2
- x 2

ИННОВАЦИОННЫЙ ХАРАКТЕР

Модуль объединяет разные стороны существующих материалов, отличается комплексностью, универсальностью, комплексностью, многофункциональностью.

Практическая ценность: позволяет повысить уровень художественного образования. Перенос дидактического оборудования в виртуальную среду.

Сочетание различных способов работы: виртуальный (дидактическое оборудование), визуальный (материалы), интерактивный (выполнение заданий на компьютере).

МЕТОД ДЕЙСТВИЯ
анализ, синтез, композиция, моделирование, проектирование, презентация, рефлексия, самооценка, оценка.

МЕТОД ОПЕРАЦИИ
создание, моделирование, проектирование, презентация, рефлексия, самооценка, оценка.

МЕТОД ДЕЙСТВИЯ
анализ, синтез, композиция, моделирование, проектирование, презентация, рефлексия, самооценка, оценка.

МЕТОД ОПЕРАЦИИ
создание, моделирование, проектирование, презентация, рефлексия, самооценка, оценка.

МЕТОД ДЕЙСТВИЯ
анализ, синтез, композиция, моделирование, проектирование, презентация, рефлексия, самооценка, оценка.

МЕТОД ОПЕРАЦИИ
создание, моделирование, проектирование, презентация, рефлексия, самооценка, оценка.



ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОНЛАЙН ОБУЧЕНИЯ

2000

2008

2016

2018

2020...

апробация

навыки



