

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

Институт кибернетики

Направление подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии»

Кафедра автоматики и компьютерных систем

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка имитационной модели информационной системы многокритериальной оптимизации производственных параметров

УДК 004.414.23

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И2А	Надмитова Татьяна Андреевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент каф. АиКС	Вичугова А.А.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель каф. менеджмента	Хаперская А.В.	—		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент каф. ЭБЖ	Мезенцева И.Л.	—		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав.кафедры.АиКС	Фадеев А.С.	К.Т.Н.		

Томск – 2016 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания для комплексной инженерной деятельности по созданию, внедрению и эксплуатации геоинформационных систем и технологий, а также информационных систем и технологий в бизнесе.
P2	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с созданием геоинформационных систем и технологий, информационных систем в бизнесе, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей
P4	Выполнять комплексные инженерные проекты по созданию информационных систем и технологий, а также средств их реализации (информационных, методических, математических, алгоритмических, технических и программных).
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретация полученных данных, в области создания геоинформационных систем и технологий, а также информационных систем и технологий в бизнесе
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные геоинформационные системы и технологии, информационные системы и технологии в бизнесе, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасность труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом. Владеть иностранным языком (углублённый английский язык), позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций
P10	Демонстрировать личную ответственность за результаты работы и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать знания правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, а также готовность к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

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

Институт кибернетики
 Направление подготовки (специальность) 09.03.02 «Информационные системы и технологии»
 Кафедра автоматики и компьютерных систем

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8и2А	Надмитовой Татьяне Андреевне

Тема работы:

Разработка имитационной модели информационной системы многокритериальной оптимизации производственных параметров	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№702/с от 04.02.2016

Срок сдачи студентом выполненной работы:	1.06.2016
--	-----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Постановка задачи
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Анализ предметной области; Методы и средства реализации; Практические результаты;
Перечень графического материала	Презентация в формате *.pptx на 13 слайдах.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Хаперская А.В.
Социальная ответственность	Мезенцева И.Л.

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент каф. АиКС	Вичугова А.А.	к.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И2А	Надмитова Татьяна Андреевна		

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

Институт кибернетики

Направление подготовки (специальность) 09.03.02 «Информационные системы и технологии»

Уровень образования – бакалавриат

Кафедра автоматики и компьютерных систем

Период выполнения весенний семестр 2015/2016 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2015
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
20.05.2016	Основная часть	75
25.05.2016	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
29.05.2016	Социальная ответственность	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. АиКС	Вичугова А.А.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав.кафедры АиКС	Фадеев А.С.	к.т.н.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
8И2А	Надмитовой Татьяне Андреевне

Институт	Институт кибернетики	Кафедра	Автоматики и компьютерных систем
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Информационные системы и технологии

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка потенциальных потребителей исследования, SWOT-анализ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование этапов работ, определение трудоемкости работы и построение календарного графика.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Сравнение эффективности вариантов исследований.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Матрица SWOT
2. График проведения работ и бюджет НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	09.02.2016
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преп. каф. менеджмента	Хаперская А.В.	—		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И2А	Надмитова Татьяна Андреевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8И2А	Надмитовой Татьяне Андреевне

Институт	Институт кибернетики	Кафедра	Автоматики и компьютерных систем
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Информационные системы и технологии

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования и области его применения	В рамках работы осуществлялась разработка имитационной модели информационной системы многокритериальной оптимизации производственных параметров
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения: 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения:	Выявление и анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при разработке или эксплуатации информационной системы. Вредные факторы: – отклонение показателей микроклимата; – повышенный уровень шума на рабочем месте; – недостаточная освещенность рабочей зоны; Опасные факторы: – электрический ток; – пожаровзрывобезопасность.
2. Экологическая безопасность	Непосредственно с выполнением данной работы, могут быть связаны негативно влияющие на экологию факторы, сопутствующие эксплуатации компьютера.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: – общие правила поведения в чрезвычайных ситуациях.	Выявление всех возможных чрезвычайных ситуаций, которые могут возникнуть в процессе работы в помещении офиса.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) режим труда и отдыха при работе с компьютером; – требования к организации и оборудованию рабочих мест.	Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся за персональным компьютером.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭБЖ	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И2А	Надмитова Татьяна Андреевна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 75 с., 32 рис., 21 табл., 14 источника.

Ключевые слова: имитационная модель, многокритериальная оптимизация, Anylogic, Java.

Объектом исследования является производственный процесс.

Цель работы – Разработать имитационную модель для повышения эффективности инвестиций при реализации проектов.

В процессе исследования проводился поиск и анализ подобных систем, также проводился анализ существующих программ для имитационного моделирования.

В результате исследования была разработана имитационную модель информационной системы многокритериальной оптимизации производственных параметров.

Экономическая эффективность/значимость работы высокая и подтверждается результатами различных оценочных карт, представленных в разделе «Финансовый менеджмент». Стоимость проектирования и разработки имитационной модели составила 139703,44 рублей.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	11
1 Анализ предметной области.....	12
1.1 Объект и методы исследования.....	12
1.2 Многокритериальная оптимизация.....	13
1.3 Критерий Парето.....	14
1.4 Аналитический обзор подобных систем	15
1.5 Постановка задачи	17
2 Методы и средства реализации.....	18
2.1 Обзор возможностей Anylogic.....	20
2.2 Методы имитационного моделирования Anylogic	21
3 Полученные практические результаты	23
4 Финансовый менеджмент.....	40
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	40
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	40
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	41
4.1.3 Технология QuaD.....	42
4.1.4 SWOT-анализ	43
4.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.....	45
4.3 Планирование научно-исследовательских работ	45
4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	45
4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	46
4.3.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	47
4.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	53
4.4.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	53
4.4.2 Основная заработная плата исполнителей темы	53
4.4.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	55
4.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	55
4.4.5 Накладные расходы	56
4.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	57
4.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	57
5 Социальная ответственность.....	60
5.1 Производственная безопасность	60
5.2 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения	61

5.2.1	Отклонение показателей микроклимата в помещении.....	62
5.2.2	Превышение уровня шума.....	63
5.2.3	Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	63
5.3	Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения	64
5.3.1	Электрический ток	64
5.3.2	Пожаровзрывобезопасность	66
5.4	Экологическая безопасность	67
5.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	68
5.6	Общие правила поведения в чрезвычайных ситуациях	68
5.7	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	69
5.7.1	Правовые нормы трудового законодательства.....	69
5.7.2	Организационные мероприятия обеспечения безопасности.....	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....		72
CONCLUSION		73
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ		74

Введение

Вопрос повышения эффективности инвестиции крупномасштабных проектов является сейчас весьма актуальным. Реализация инвестиций позволяет деятельности компании работать стабильно, увеличение объемов производства и сокращение влияния на компанию изменений рыночной ситуации. Таким образом, осуществление реальных инвестиций будем главным инструментом для управления рисками, которое позволит увеличить рост компании.

Инвестиции для любого предприятия или проекта играют важную роль. Это своего рода финансовая подпитка, которая позволяет производству освоить новые технологии, выйти на качественно иной уровень и расширить круг потребителей. Освоить инвестиции просто, сложность заключается в грамотном использовании денежных средств

Большой объем инвестиций в виде финансов, времени, материалов и людей повышает уровень ожиданий к результату. В свою очередь, степень достижения целей проекта отражается соответствием фактических количественных и качественных характеристик продукта запланированным. При этом залог успешного выполнения проекта основан на эффективном распределении ресурсов на этапе планирования и непрерывном контроле промежуточных показателей с принятием корректирующих управленческих решений. Таким образом, задача мониторинга процесса реализации требований к объекту в период выполнения проекта является весьма актуальной.

В задачах принятия решения часто встречается ситуация, когда нельзя ограничиться рассмотрением одного критерия выбора решения. Поэтому была использована теория многокритериальной оптимизации, которая используется при разработке методов, предназначенных для поддержки лиц, принимающих решения, при наличии нескольких критериев выбора. Для наглядного отображения оптимизации была разработана имитационная модель.

1 Анализ предметной области

Долгосрочное планирование производится в условиях неопределенности. Зачастую фактор неопределенности просто игнорируется, а решения принимаются на основе детерминированных моделей, которые предполагают, что все факторы либо точно известны, либо ограничены некоторым диапазоном значений. Одни неизвестные факторы определяются предположениями экспертов, другие — экстраполяцией последних известных значений, бывает и такое, что неизвестные факторы принимаются без анализа. А что если между двумя второстепенными факторами существует зависимость, которая станет катализатором увеличения стоимости? Опыт показывают, что использование детерминированных моделей приводит к значительным потерям в точности, а они — к финансовым потерям.

Использование имитационного моделирования в условиях неопределенности позволяет определить все возможные результаты развития событий, выявить в различных ситуациях скрытые взаимодействия, проверить зависимости и проанализировать чувствительность. Моделирование помогает раскрыть неопределенность, разработать оптимальное решение, оценить риски и возможность потенциальных негативных исходов.

1.1 Объект и методы исследования

Объектом исследования данной работы являлся бизнес-процесс по работе с выбором наиболее подходящего поставщика для реализации проектов предприятия. Моделирования данной системы реализуется в программе Anylogic.

Для оптимизации процесса были выделены основные требования к имитационной модели:

- Возможность выбора максимального количества проектов для дальнейшей реализации, для каждого поставщика;
- Возможность выбора стоимости ресурсов для каждого поставщика;
- Возможность выбора количества ресурсов (работников);

- Возможность задания времени для реализации проектов;
- Учет простоя не используемых ресурсов;
- Графическое отображение результатов;
- Выбор подходящего поставщика

1.2 Многокритериальная оптимизация

Многокритериальная оптимизация или программирование - применяется для одновременной оптимизации нескольких конфликтующих целевых функций в заданной области определения. [1]

Задача многокритериальной оптимизации встречаются во многих областях науки, техники и экономики.

Задача многокритериальной оптимизации формулируется следующим образом:

$$\min_x \{f_1(x), \dots, f_k(x)\},$$

$$x \in S$$

Где $F_i : R^n \rightarrow R$ это $k(k \geq 2)$ целевых функций. Векторы решений $\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ относятся к непустой области определения S . [2]

Задача многокритериальной оптимизации заключается в поиске вектора целевых переменных, удовлетворяющего наложенным ограничениям и оптимизирующего векторную функцию, элементы которой соответствуют целевым функциям. Эти функции образуют математическое описание критерия удовлетворительности и, как правило, взаимно конфликтуют. Отсюда, «оптимизировать» означает найти такое решение, при котором значение целевых функций были бы приемлемыми для постановщика задачи.

Для возможности оценки качества найденных решений обычно рассматривают такие точки в области значения целевой функции:

- идеальная точка y^I ;
- утопическая точка y^U ;

– надир y^N .

Идеальная точка определяется как вектор $y^I = (y^I_1, \dots, y^I_p)$, каждая из координат которого имеет оптимальное значение соответствующей составляющей целевой функции:

$$y^I_k = \min_{x \in X} f_k(x) = \min_{y \in Y} y_k$$

Точка надир $y^N = (y^N_1, \dots, y^N_p)$ определяется как вектор:

$$y^N_k = \max_{x \in X_E} y_k(x) = \max_{y \in Y_N} y_k, \quad k = 1, \dots, p.$$

Утопическую точку y^U вычисляют на основе идеальной:

$$y^U = y^I - \epsilon U$$

где $\epsilon > 0$, U — единичный вектор. [3]

1.3 Критерий Парето

Оптимальность по Парето — такое состояние некоторой системы, при котором значение каждого частного показателя, характеризующего систему, не может быть улучшено без ухудшения других. [4]

Вектор решения $x \in S$ называется оптимальным по Парето, если не существует $\overset{\Gamma}{x} \in S$ такого, что $f_i(\overset{\Gamma}{x}) < f_i(x)$ для всех $i = 1, \dots, k$ и $f_i(\overset{\Gamma}{x}) \leq f_i(x)$ для хотя бы одного i . Множество оптимальных по Парето решений можно обозначить как $P(S)$. Целевой вектор является оптимальным по Парето, если соответствующий ему вектор из области определения также оптимален по Парето. Множество оптимальных по Парето целевых векторов можно обозначить как $P(Z)$. [5]

Множество оптимальных по Парето векторов является подмножеством оптимальных по Парето в слабом смысле векторов. Вектор $\overset{\Gamma}{x} \in S$ является

слабым оптимумом по Парето тогда, когда не существует вектора $\overset{1}{x} \in S$ такого $f_i(\overset{1}{x}) < f_i^{\Gamma}(x)$, что для всех $i = 1, 2, \dots, k$.

Диапазон значений оптимальных по Парето решений в области допустимых значений дает полезную информацию об исследуемой задаче, если целевые функции ограничены областью определения. Нижние границы оптимального по Парето множества представлены в «идеальном целевом векторе» $\overset{1}{z} \in R^k$. Его компоненты z^i получены путем минимализации каждой целевой функции в пределах области определения. [6]

1.4 Аналитический обзор подобных систем

В данном пункте описаны примеры решений подобных задач. Одной, из которых является «Оптимизация производственных параметров личных подсобных хозяйств как составная часть моделирования развития сельских территорий»

Для достижения благоприятных условий развития личных подсобных был использован метод экономико-математического моделирования и основывающийся на принятии модельных решений, определяющих оптимальное развитие производственной структуры. Разработка модельных решений способствует сокращению непроизводительных затрат при одновременных положительных сдвигах в производственной структуре личных подсобных хозяйств и позволяет сельским товаропроизводителям значительно увеличить прибыль от ведения производственно-хозяйственной деятельности. [7]

В итоге была разработана структурная линейная экономико-математическая модель оптимизации размера посевных площадей и численности поголовья животных, применительно к личным подсобным хозяйствам. Оптимизационная задача заключалась в следующем: исходя из научно-обоснованных прогнозно-плановых объемов ресурсов, требуется определить такую структуру посевных площадей и численности поголовья животных, которая бы наилучшим образом учитывала природно-

экономический потенциал личных подсобных хозяйств позволяя получить максимальную прибыль. Постановка экономико-математической задачи формировалась с учетом возможных вариаций урожайности сельскохозяйственных культур, продуктивности скота, вероятных колебаний уровней стоимостных показателей (себестоимости и цен реализации сельскохозяйственной продукции). Максимум дохода от реализации дополнительной продукции, получаемой личными подсобными хозяйствами, был выбран в качестве критерия оптимизации.

Таблица 1 – Постановка оптимизационной модели производственной структуры личных подсобных хозяйств

Этапы	Формулы	Обозначения
I. Целевая функция	$F_{\max} = \sum_{i \in I_0} \sum_{j \in J_0} c_{ij} z_{ij} x_j$	<p>F_{\max} – целевая функция, состоящая в максимизации дохода от реализации дополнительной продукции;</p> <p>i – номер ресурсов, видов продукции;</p> <p>j – номер отрасли растениеводства и животноводства;</p> <p>c_{ij} – выход продукции вида i с единицы отрасли j;</p> <p>z_{ij} – стоимость продукта i отрасли j.</p> <p>x_j – размер отрасли j;</p> <p>I_0 – множество видов труда и продукции;</p> <p>J_0 – множество отраслей растениеводства и животноводства</p>
II. Ограничения: 1) По использованию земельного участка	$\sum_{j \in J_1} a_{kj} x_j \leq A_k,$ $k \in K_0, J_1 \in J_0$	<p>a_{kj} – расход сельхозугодий вида k на единицу отрасли j;</p> <p>A_k – наличие сельхозугодий вида k;</p> <p>k – номер сельскохозяйственного угодья;</p> <p>K_0 – множество видов сельхозугодий;</p> <p>J_1 – множество отраслей растениеводства</p>

По потребности в продукции животноводства	$\sum_{j \in J_2} c_{ij} x_j \geq C_i,$ $i \in I_2, J_2 \in J_0$	C_i – потребности семьи в продукте i ; I_2 – множество видов продукции; J_2 – множество отраслей животноводства
4) По использованию труда по сезонам (месяцам) года	$\sum_{i \in I_1} \sum_{j \in J_0} b_{ijh} x_j \leq \sum_{i \in I_1} B_{ih} + \sum_{i \in I_1} x_{ih}$ $h \in H_0$	H_0 – множество видов труда
5) По обеспеченности животных питательными веществами	$\sum_{i \in I_2} t_{ni} d_{ij} \geq P_{nj},$ $j \in J_2$	t_{ni} – содержание n элемента питания в i виде корма; P_{nj} – потребность в n элементе питания животных j вида
III. Условие неотрицательности переменных	$x_j \geq 0$	

1.5 Постановка задачи

Целью является разработка имитационной модели многокритериальной оптимизации производственных параметров для повышения эффективности инвестиций при реализации проектов, за счет автоматизированного планирования, анализа производственных возможностей и выбора наиболее подходящего поставщика с учетом всех рассматриваемых критериев.

В таблице представлены критерии, которые следует оптимизировать.

Таблица 2 – Критерии оптимизации

Критерий		Оптимизация
Обозначения	Расшифровка	
P	Затраты	$P \downarrow; \min(P)$
t	Время реализации	$t \downarrow; \min(t)$
Z	Ресурсы	$Z \downarrow; \min(Z)$
T	Время простоя ресурсов	$T \downarrow; \min(T)$
R	Сумма простоя ресурсов	$R \downarrow; \min(R)$
Целевая функция		$F_{\min} = f(P, Z, t, T)$

Целью также являлось построение имитационной модели, для этого была выбрана программа AnyLogic.

2 Методы и средства реализации

Имитационная модель – компьютерная программа для исследования сложных систем, она представляет собой логико-алгоритмическое описание действий каждого элемента системы и правила их взаимодействий между собой, показывающих последовательность событий, возникающих в моделируемой системе. [8]

Ниже представлена таблица обзора характеристик систем имитационного моделирования.

Таблица 3 – Обзор характеристик

Характеристика	Система		
	AnyLogic 6.3.1	Arena 12.0	Simulink 7.2
Производитель	XJ Technologies	Rockwell Automation Inc	Math Works Inc
Области применения	Прогнозы, стратегическое планирование. Производство. Бизнес-процессы. Управление проектами. Управление персоналом. Социальная динамика.	Бизнес-процессы. Производство. Логистика. Склад. Центры обработки вызовов.	Обработка сигналов и изображений. Системы управления, финансовые расчеты. Производство. Медицинские исследования.
Русский язык интерфейса	Да	Нет	Нет
Поддержка и обучение:			
- Руководство пользователя,	Да	Да	Да
- Обучающие пособия	Да	Да	Да
- Обучающие курсы	Да	Да	Да
- Тренинги	Да	Да	Да
- Консультации			
- Форум для обсуждений	Да	Да	Да
Построение модели:			
- Построение модели графически		Да	Да
- Программирование			
- Языки программирования	JAVA	SIMAN	MATLAB
- Открытая архитектура	Да	Да	Да
Структура			

производственного процесса иерархическая	Да	Нет	Да
Анимация: - Анимация модели и представление данных - 3D анимация - Просмотр модели в режиме реального времени	Да Да Да	Да Да Да	Да Да Да
Анализ данных: - Анализ чувствительности - Оптимизация - Метод Монте-Карло - Сценарный анализ	Да Да Да Да	Да Да Нет Да	Да Да Да Да
Системные требования: - Операционная система - Аппаратные требования	Microsoft Windows от XP, Apple Mac OS, SuSE, Linux. Свободного дискового пространства составляет 250 MB и 1 GB RAM	Microsoft Windows 2000/ Server 2003/ от XP. Свободного дискового пространства составляет 250 MB и 1 GB RAM	Microsoft Windows от XP, Macintosh, Unix/ Linux. Свободного дискового пространства составляет 300 MB и 1 GB RAM
Цена: - Профессиональная версия - Образовательная версия	355900 рублей 21500 рублей	759303 руб -	От \$1507 От \$99

Имитационная модель была создана с помощью программного обеспечения AnyLogic. Инструмент обладает современным графическим интерфейсом и позволяет использовать язык Java для разработки моделей.

AnyLogic – инструмент принятия решений для любого отдела и отрасли инструмент, позволяющий принимать решения. Программа удовлетворяет все потребности любой компании, в ней поддерживаются все методы имитационного моделирования. Инженер, аналитик отделов цепей поставок, HR-менеджер, специалист по анализу рынка и стратегическому планированию может использовать Anylogic как инструмент моделирования. [9]

Благодаря гибкости и функциональности Anylogic может использоваться в любой отрасли бизнеса или производства, от цепочек поставок и логистики до анализа рынка и планирования производства, помогая принимать правильные решения и эффективно справляться с задачами компании. Применяемое на любом уровне, включая оперативный, тактический и стратегический, имитационное моделирование быстро станет неотъемлемой частью организации вашего бизнеса. AnyLogic может дать следующие возможности:

- Нет необходимости покупать и осваивать разные программные продукты: AnyLogic позволяет решать задачи в самых разных секторах вашего бизнеса.

- Возможность делиться знаниями и опытом сотрудникам разных отделов благодаря использованию единой платформы.

- Есть возможность соединять имитационные модели, созданные в разных отделах, например, совместить модели внутреннего устройства распределительного центра и внешней цепи поставок с информацией о поведении потребителя, и таким образом получить точные рекомендации по количеству товарных запасов или производственным планам.

Все это возможно благодаря многоподходному моделированию, которое делает AnyLogic уникальным. [10]

2.1 Обзор возможностей Anylogic

AnyLogic это гибкий инструмент имитационного моделирования, который обладает многими средствами для описания структуры, поведения и данных моделируемой системы, чем любой другой инструмент Имитационного моделирования. В нем имеются интерфейсы, иерархия, диаграммы, таймер, сообщения, переменные, также существует возможность добавлять выражения, операторы или функцию на языке Java в любом месте модели составляют великолепный арсенал для любого уровня и специализации. Представлен обзор возможностей, которые использовались при разработке имитационной модели.

Анимация. Возможность создания интерактивных анимаций любой сложности, создание графических элементов во встроенном редакторе моделей. Иерархическая структура анимации может изменяться динамически. Также существует возможность создания нескольких вариантов или нескольких уровней детальности в одной анимации. Элементы управления и развитая бизнес-графика позволяют оценить эффективность решений. Также имеется поддержка двумерной и трехмерной анимации.

Анализ. Возможность строить стохастические и детерминированные модели, проведение анализа результатов моделирования. Поддержка более чем 35 стандартных вероятностных распределений.

Оптимизация. AnyLogic имеет встроенный оптимизатор OptQuest – это лучший оптимизатор в данной области. Комбинируя эвристики, генетические алгоритмы, нейронные сети и математическую оптимизацию, OptQuest позволяет находить значения дискретных и непрерывных параметров модели, соответствующие максимуму или минимуму целевой функции, в условиях неопределённости и при наличии ограничений. Настраивается и запускается OptQuest прямо из среды разработки модели. [11]

2.2 Методы имитационного моделирования Anylogic

При создании модели был использован вид дискретно-событийного моделирования. В дискретно-событийном моделировании функционирование системы представляется как хронологическая последовательность событий. Событие происходит в определенный момент времени и знаменует собой изменение состояния системы.

Дискретно-событийное моделирование. Данный подход рассматривает процессы как последовательность отдельных событий. Подход к построению имитационных моделей, предлагающий представить реальные действия такими событиями и называется "дискретно-событийным" моделированием. [12]

Дискретно-событийный подход это последовательность различных операций (прибытие, задержка, захват ресурса, разделений) над сотрудниками,

документами, звонками, пакетами данных, транспортными средствами (сущностями) и т.п. Данные сущности являются пассивными, так как не могут контролировать свою динамику, но обладают атрибутами, которые влияют на процесс их обработки или накапливающими статистику (время ожидания, цена.) Процессное моделирование используется на среднем или низком уровне абстракции: каждый объект моделируется индивидуально, как отдельная сущность, но множество деталей "физического уровня" (геометрия, ускорения/замедления) опускается. Такой подход широко используется в моделировании бизнес-процессов, производства, логистики, здравоохранения и т.д. Пример продемонстрирован на рисунке 1.

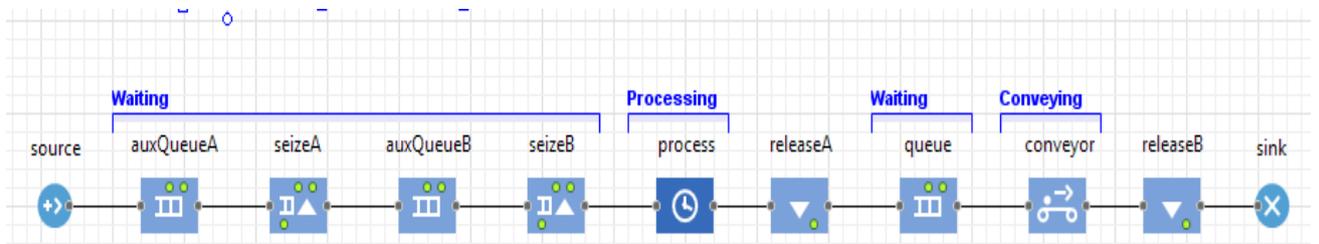


Рисунок 1 – Дискретно-событийный подход

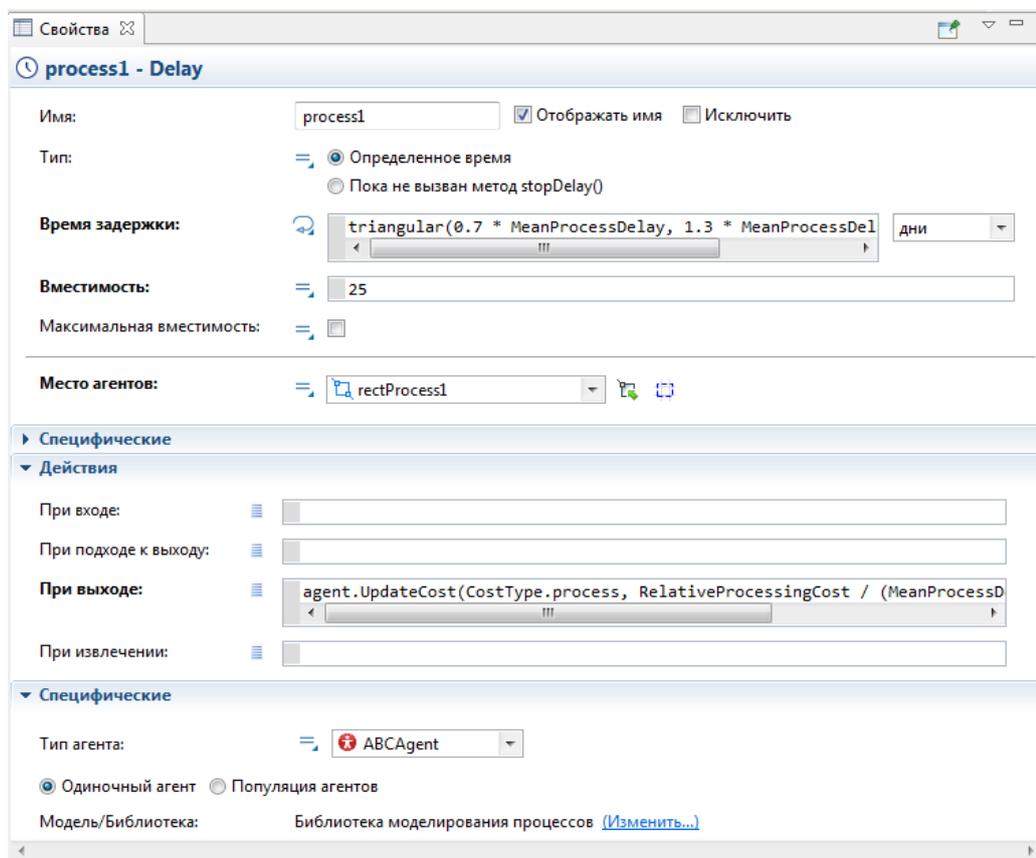


Рисунок 2- Дискретно-событийный подход

3 Полученные практические результаты

Разработана имитационная модель, в которой с помощью метода расчета себестоимости по видам деятельности вычисляется и анализируется стоимость производства продукта. Каждый продукт занимает определенные ресурсы, проходит этап изготовления, транспортируется конвейером и затем освобождает ресурсы. В течение всего времени изготовления продукта к стоимости добавляется стоимость пребывания. На время использования продуктом ресурса к стоимости продукта добавляется стоимость использования этого ресурса, в остальное время добавляется стоимость простоя ресурса. Изготовление и транспортировка по конвейеру имеют фиксированные стоимости, отличающиеся для оборудования с различной производительностью. Накопленная стоимость товара разбивается на несколько категорий для последующего анализа и оптимизации. Вы можете вручную изменять параметры по ходу выполнения модели и наблюдать за тем, как это будет влиять на стоимость товара. Или же вы можете запустить оптимизационный эксперимент для того, чтобы автоматически найти оптимальные значения параметров.

На рисунке 3 продемонстрирована диаграмма процесса для первого поставщика, она задает последовательность операций, которые будут производиться над проходящими по диаграмме процесса заявками.

Для второго поставщика диаграмма аналогична.

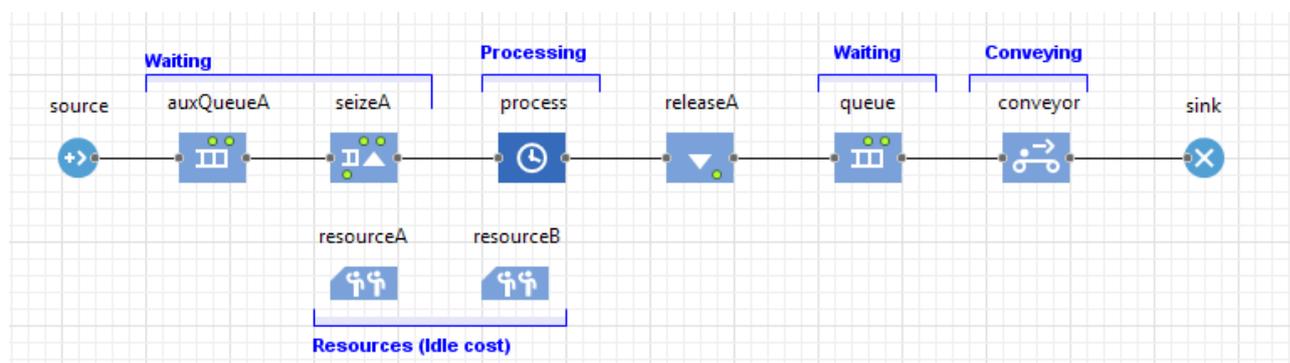


Рисунок 3 – Диаграмма процесса

Первым объектом в диаграмме процесса является объект типа Source. Объект Source генерирует заявки определенного типа. Заявки представляют

собой объекты, которые производятся, обрабатываются, обслуживаются, или еще каким-нибудь образом подвергаются действию моделируемого процесса, в данной модели заявками будет производственный продукт, а объект Source будет моделировать их приход.

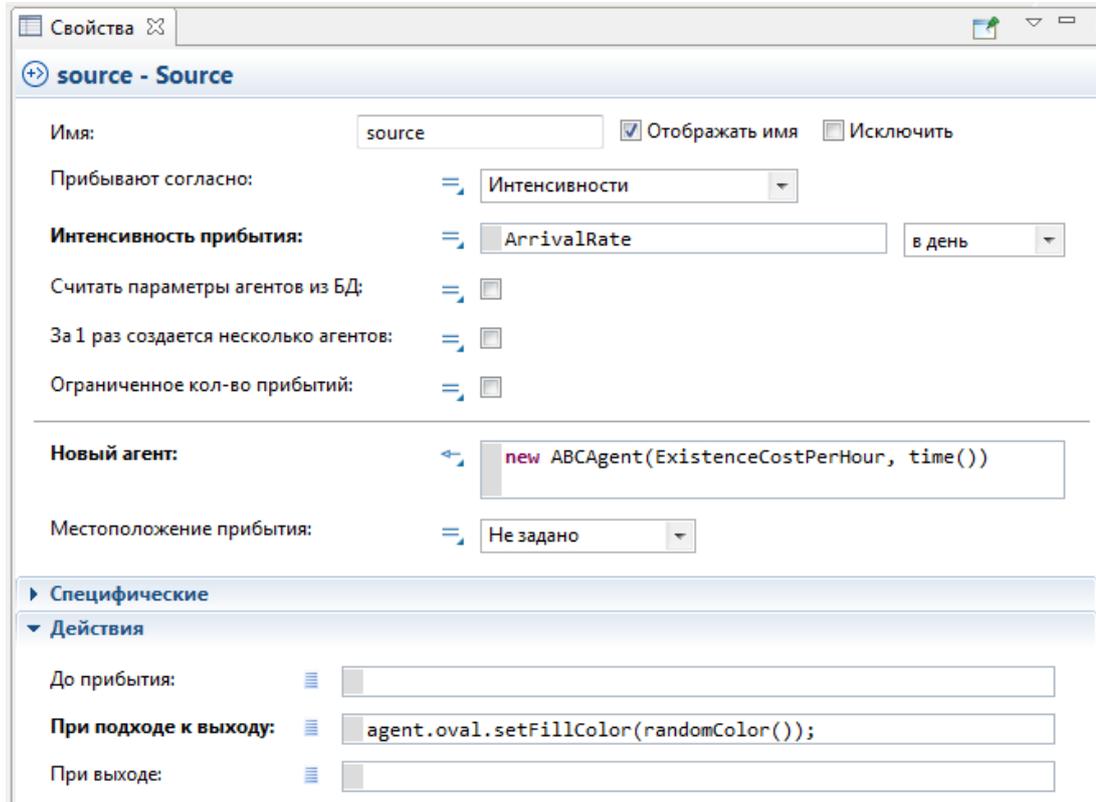


Рисунок 4 – объект Source

Следующий объект Queue моделирует очередь, ожидающих приема объектами, следующими за данным в потоковой диаграмме, в данном случае объект Seize A. Поступающие агенты помещаются в очередь согласно правилу FIFO (в порядке поступления в очередь - по умолчанию).

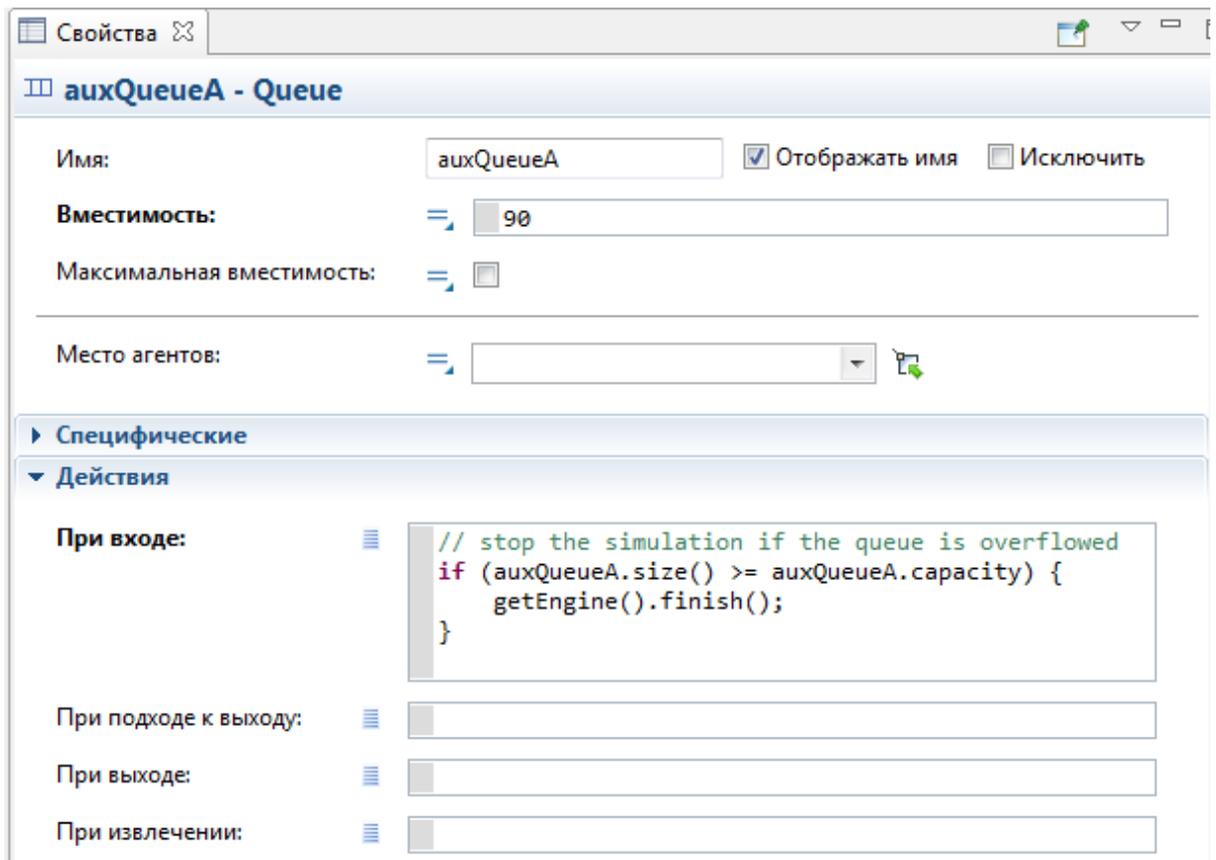


Рисунок 5 – процесс Queue

Далее следует процесс Seize, он захватывает для продукта заданное количество ресурсов (из указанного блока ResourcePool).

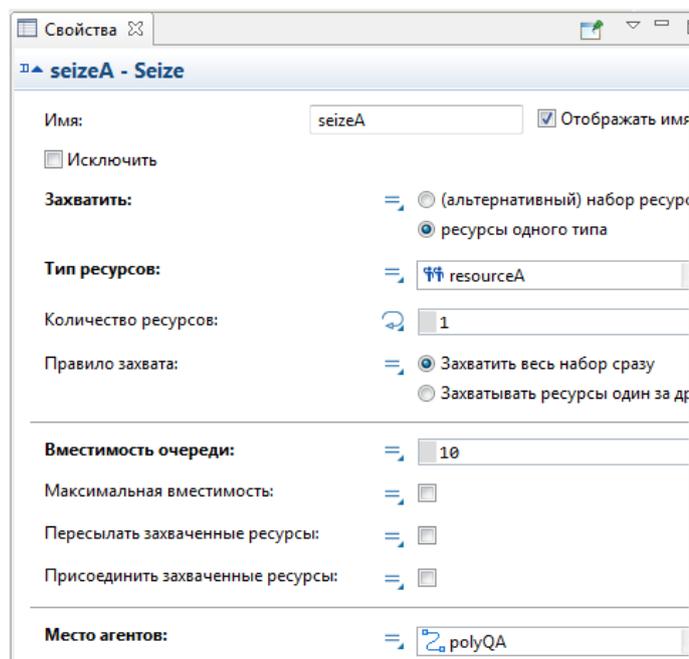


Рисунок 6 – процесс Seize

Следующим в нашей диаграмме процесса следует объект Delay. Он задерживает заявки на заданный период времени, представляя в нашей модели процесс изготовления продукта.

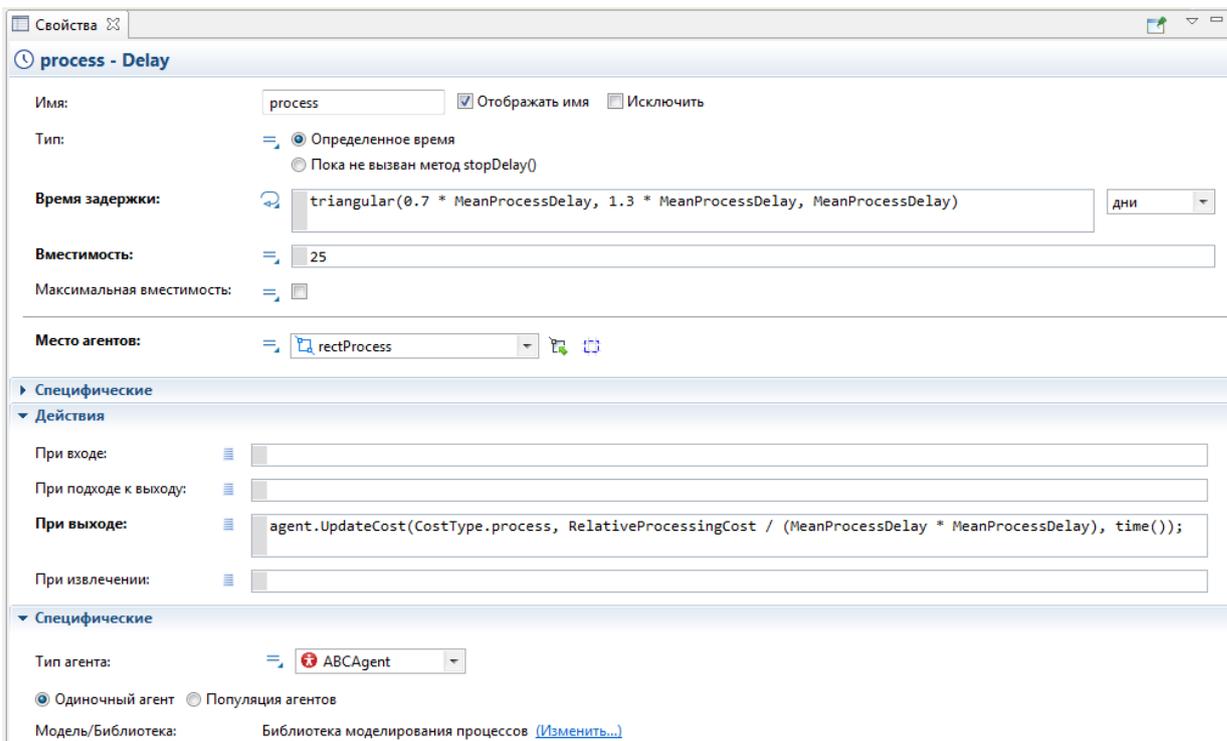


Рисунок 7 – Процесс Delay

Объект Release освобождает заданное количество ресурсов, ранее захваченных агентом с помощью объекта Seize.

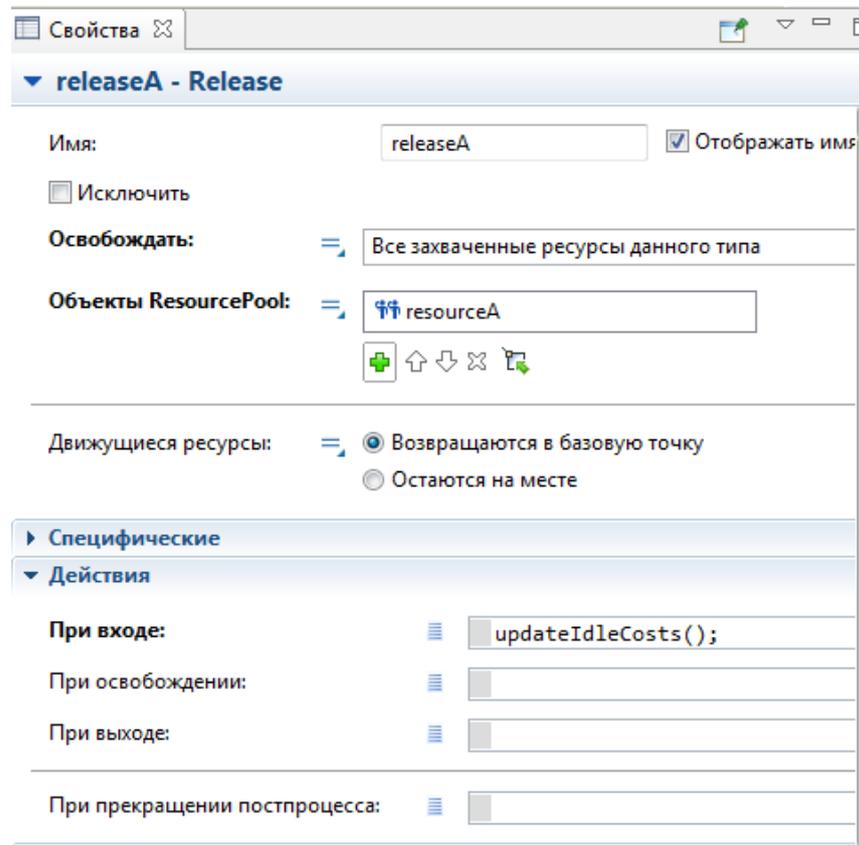


Рисунок 8 – процесс Release

Следующий объект - Queue. Он моделирует очередь заявок, ожидающих приема объектами, следующими в диаграмме процесса. В нашем случае он моделирует процесс простоя ресурсов.

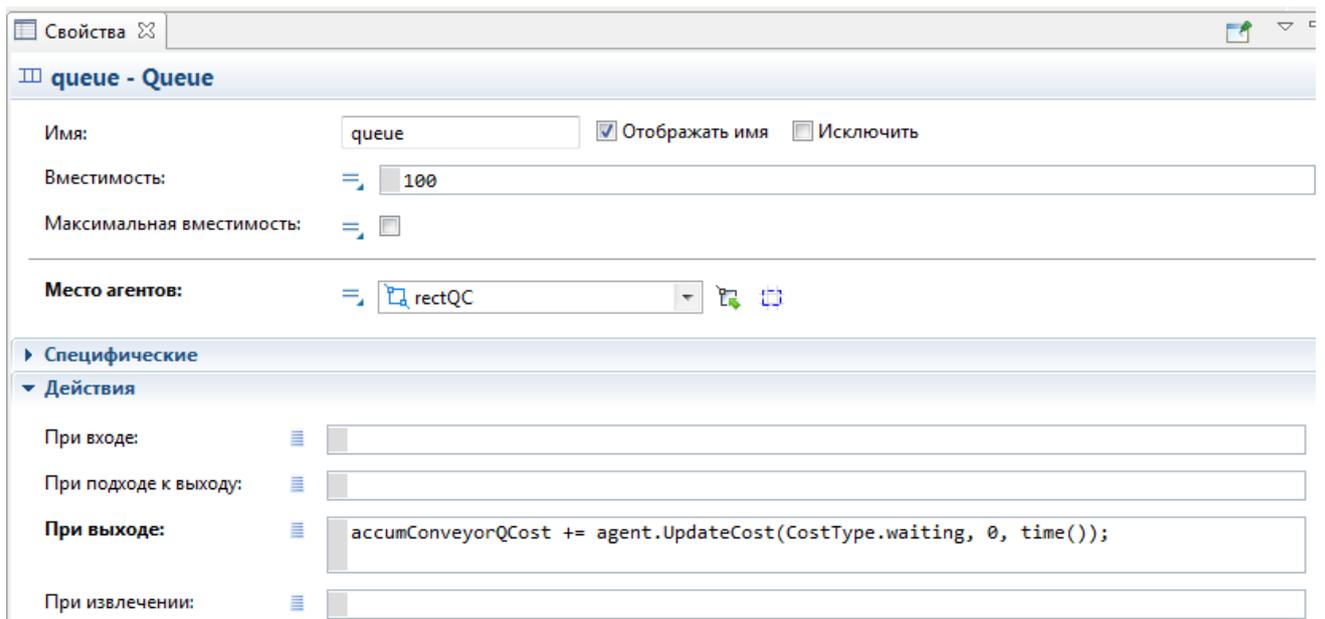


Рисунок 9 – Процесс Queue

Процесс Conveyor моделирует конвейер. Перемещает продукт по пути заданной длины с заданной скоростью, сохраняя их порядок и оставляя заданные промежутки между ними.

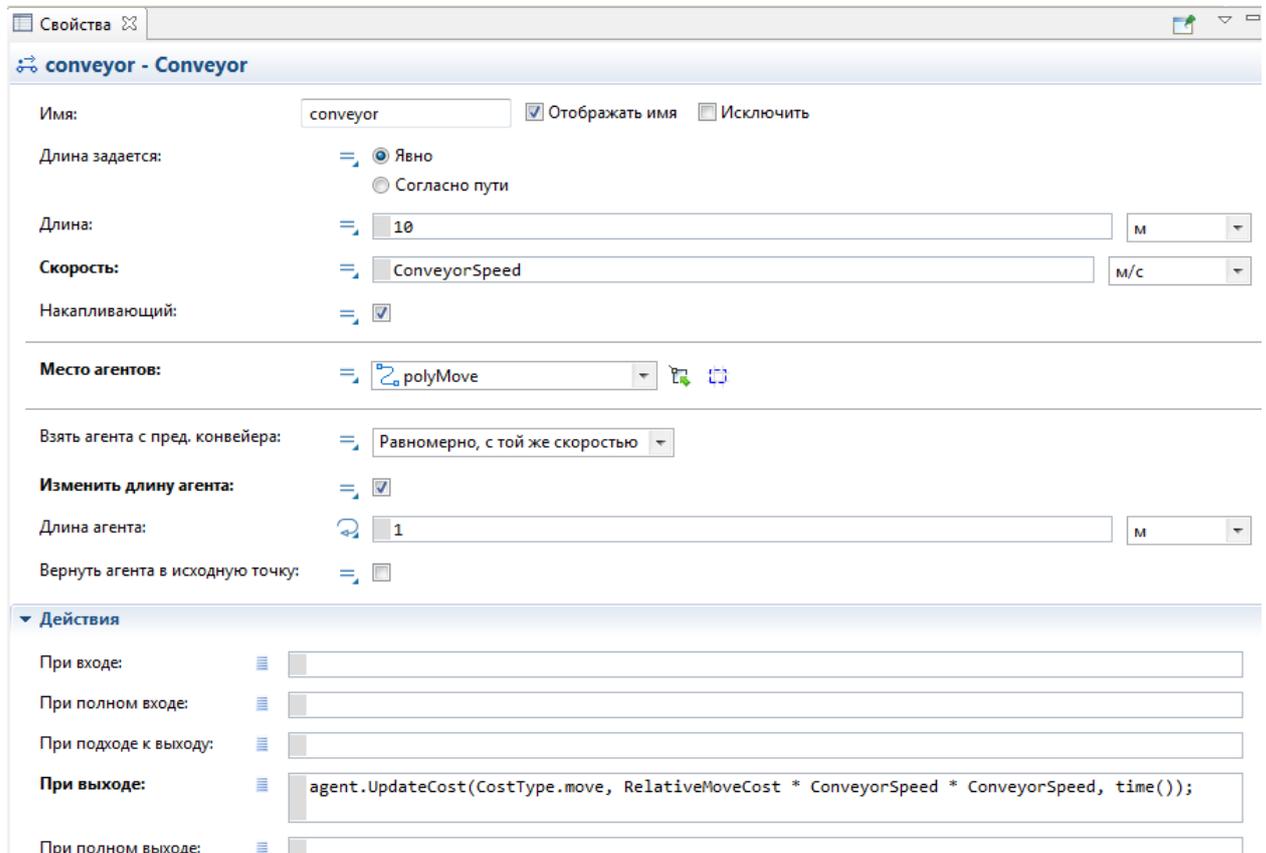


Рисунок 10 – процесс Conveyor

Последний процесс Sink уничтожает поступившие продукции.

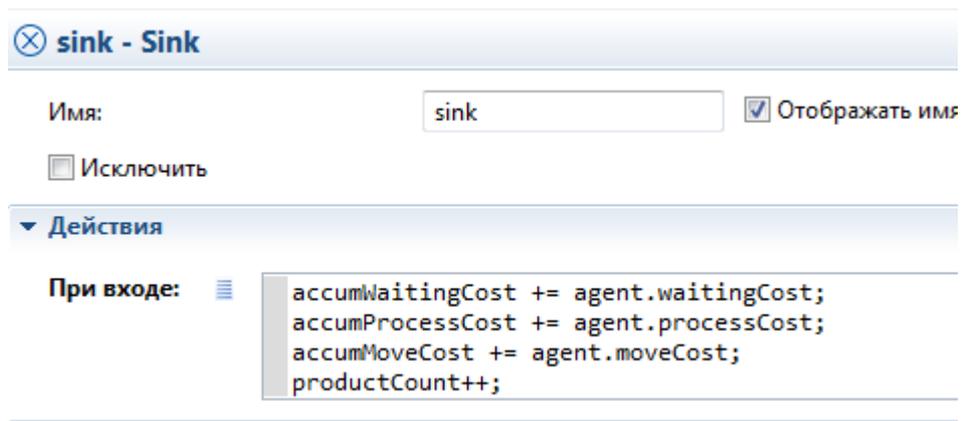


Рисунок 11 – процесс Sink

Также в диаграмме существует объект ResourcePool, он задает набор ресурсов, которые захватываются объектом Seize.

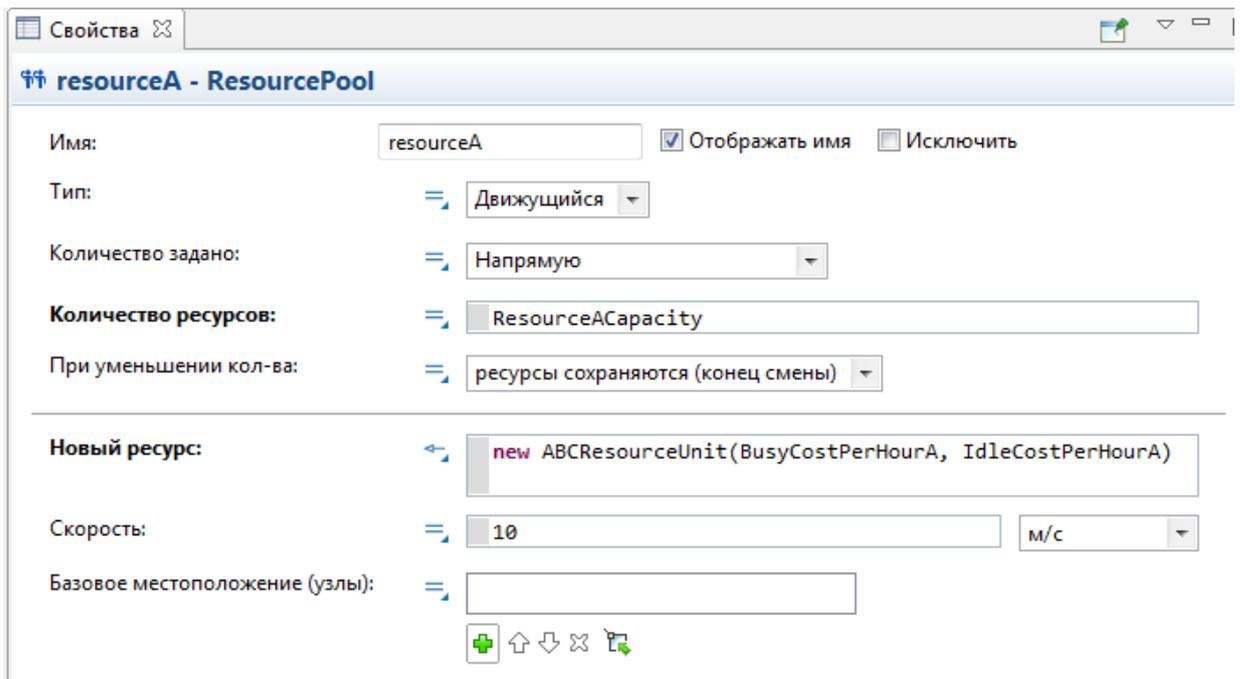


Рисунок 12 – процесс ResourcePool

После запуска имитационной модели следует задать скорость прибытия проектов, для этого достаточно выбрать требуемое значение, начальное значение «0,65», минимальное значение «0,1», максимальное «1». продемонстрировано на рисунке. С помощью регулирования скорости, мы можем контролировать с какой скоростью прибывают проекты.

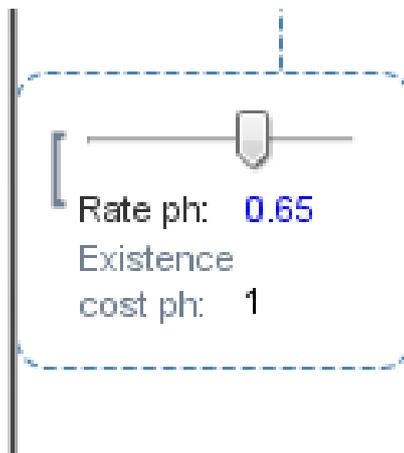


Рисунок 13 – выбор скорости прибытия ресурсов

Для каждого поставщика задается вместимость проектов, вместимость означает сколько проектов может выпустить производство. Начальное значение «12», минимальное значение «1», максимальное «20». Также задается стоимость ресурсов для каждого поставщика, начальное значение «2»,

минимальная стоимость «1», максимальное «100», также учитывается стоимость ресурсов предприятия (сотрудники).

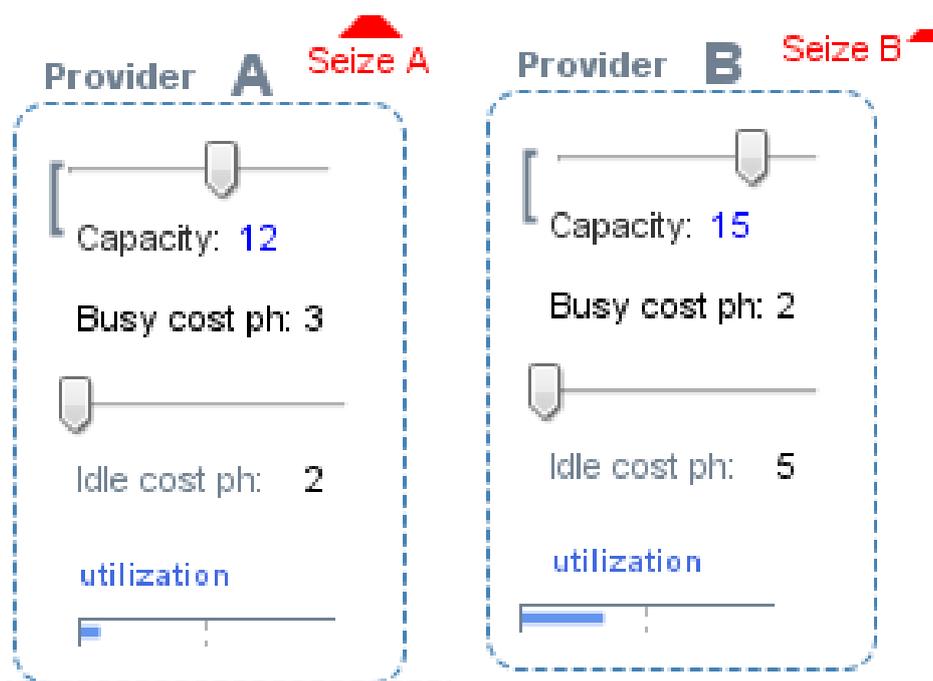


Рисунок 14 – выбор стоимости ресурсов

Каждый продукт проходит процесс изготовления, для изменения времени изготовления продукта следует задать требуемое значение. Минимальное значение «1», максимальное «12». Стоимость пребывания «25» и стоимость простоя ресурсов.



Рисунок 15 – выбор времени изготовления продукта

Также можно изменить скорость обработки продукта на конвейере. Работа конвейера также затрачивает определенные ресурсы. Стоимость затрачиваемая на его работу составляет 2,572\$

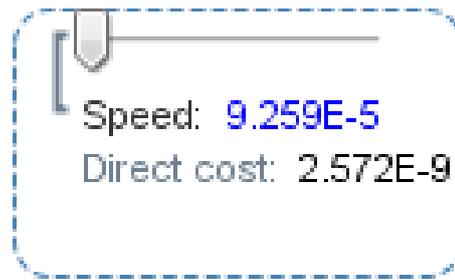
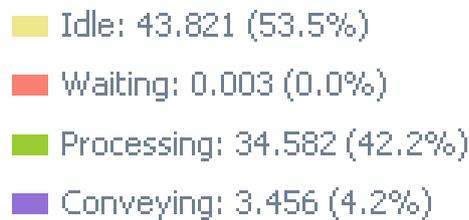


Рисунок 16 – изменение скорости обработки

В момент выполнения имитации отображается подсчет стоимости для каждого поставщика. Из данных подсчетов формируется результат. Также результат отображается в процентах.



Total cost A **\$56**
(all included)

Simulation Model

Total cost B **\$61**
(all included)

Рисунок 17 – стоимость производства

«Idle» - $\sum_{i=0}^m R_i$ (Сумма простоя ресурсов);

«Waiting» - $\sum_{i=0}^m T_i$ (время простоя ресурсов);

«Processing» - t (время производства продукта);

«Total cost A» - $\sum_{i=0}^m P_i$ (сумма затрат при выборе первого поставщика);

«Total cost B» - $\sum_{i=0}^m P_j$ (сумма затрат при выборе второго поставщика).

Также отображается в виде графика.

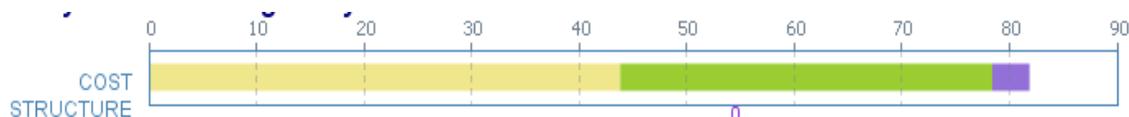


Рисунок 18 – График

Функция расчета ожидания ресурсов представлена на рисунке 19.

The screenshot shows a window titled 'updateIdleCosts - Функция'. The 'Имя' (Name) is 'updateIdleCosts', with checkboxes for 'Отображать имя' (checked) and 'Исключить' (unchecked). The 'Видимость' (Visibility) is set to 'да' (yes). The function is set to 'Действие (не возвращает ничего)' (Action, does not return anything). The 'Аргументы' (Arguments) section is empty. The 'Тело функции' (Function Body) contains the following code:

```
double dt = time() - timeUpdateIdleCosts;
for (int i = 0; i < resourceA.capacity; i++) {
    if (!resourceA.getUnit(i).isBusy()) {
        accumIdleCostA += dt * resourceA.getUnit(i).idleCostPerHour;
    }
}

accumIdleCostA += dt * resourceA.idle() * IdleCostPerHourA;

for (int i = 0; i < resourceB.capacity; i++) {
    if (!resourceB.getUnit(i).isBusy()) {
        accumIdleCostB += dt * resourceB.getUnit(i).idleCostPerHour;
    }
}

*/
accumIdleCostB += dt * resourceB.idle() * IdleCostPerHourB;
timeUpdateIdleCosts = time();
```

The 'Специфические' (Specific) section includes checkboxes for 'Статическая' (unchecked), 'Уровень доступа' (Level of access) set to 'по умолчанию' (by default), and 'Единицы измерения (сист. динамика)' (Units of measurement (system dynamics)) which is empty.

Рисунок 19 – Функция расчета ожидания ресурсов

Функция расчета суммы затрат для первого поставщика продемонстрирована на рисунке 20.

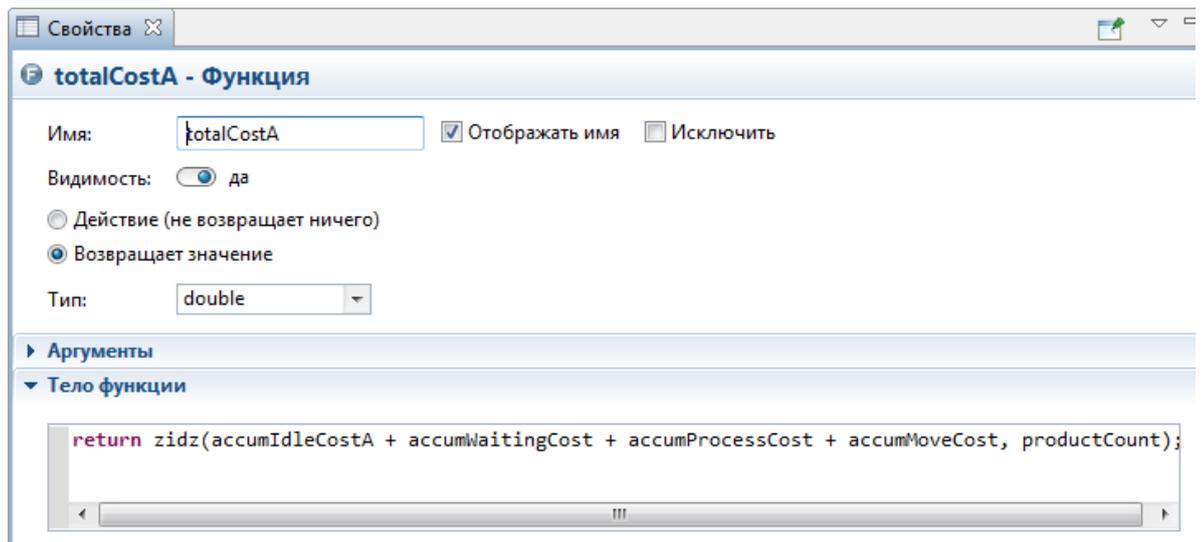


Рисунок 20 – Функция расчета стоимости для первого поставщика

На рисунке 21 показана функция расчета суммы затрат для второго поставщика.

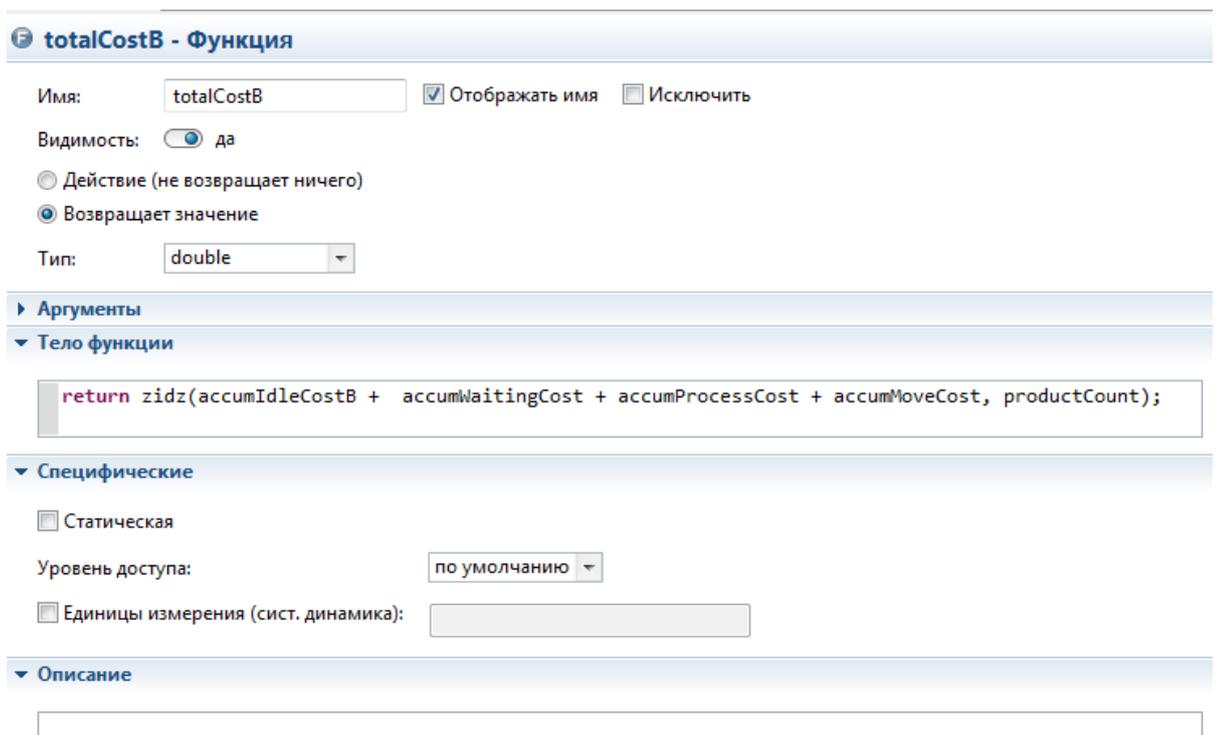


Рисунок 21 – Функция расчета стоимости для второго поставщика

Результат имитации. Из приведенного рисунка видно, что наиболее выгодный поставщик «А», сумма затрачиваемая на производство будет составлять 76\$ при реализации 38 проектов. Также можно увидеть на какой стадии находится проект.

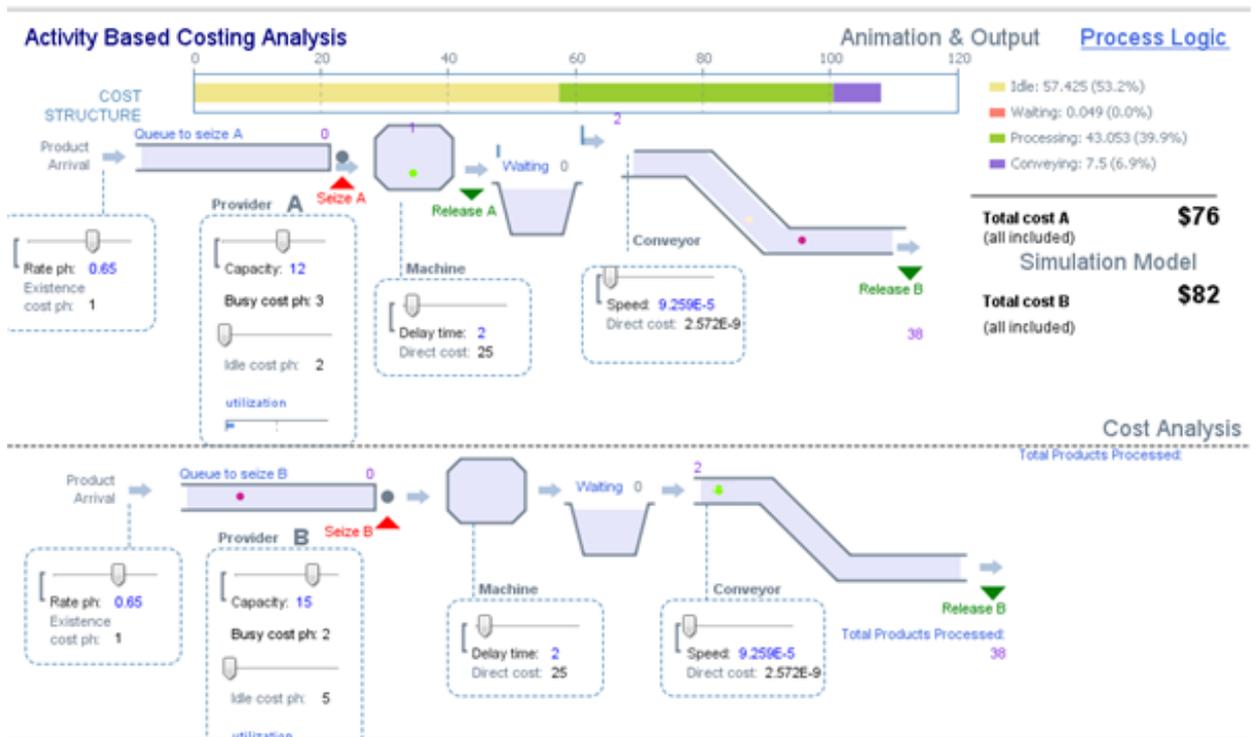


Рисунок 22 – Результат имитации

Также можно посмотреть логику процесса имитационной модели.

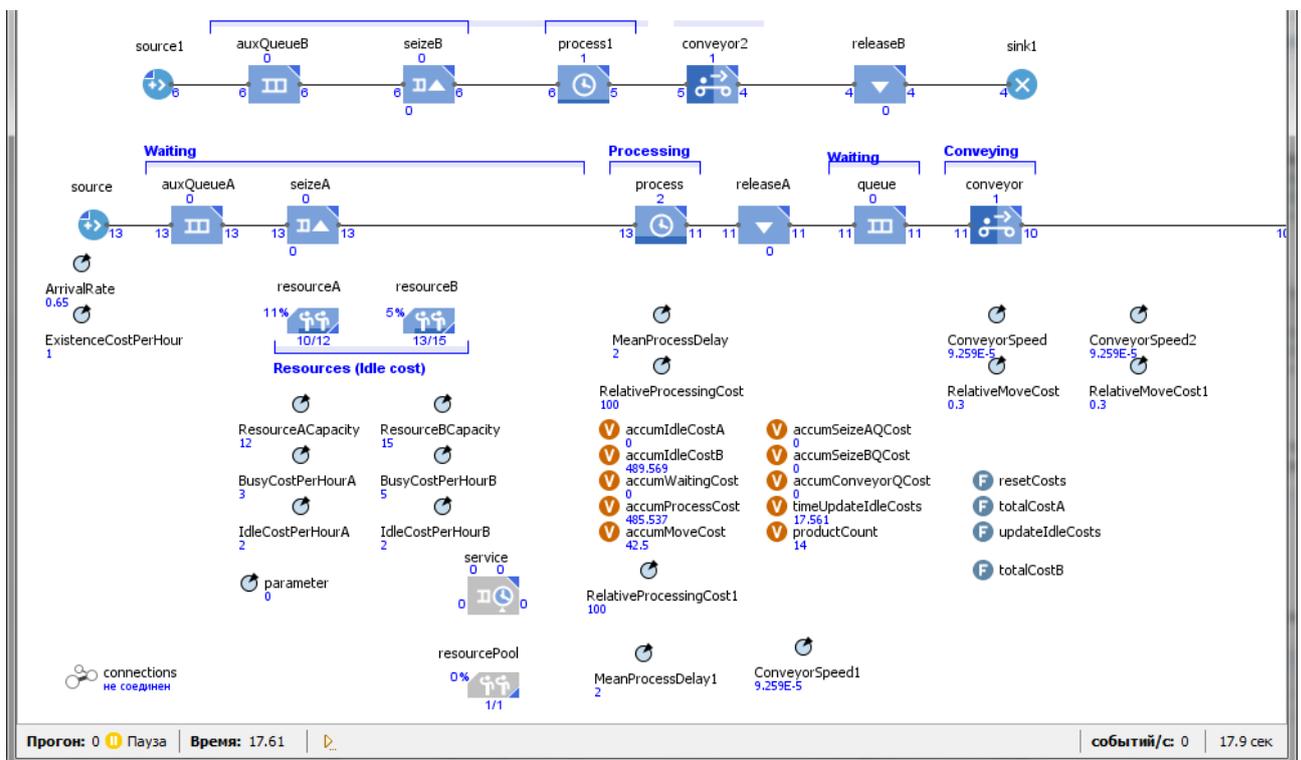


Рисунок 23 – Логика процесса

На рисунке 24 отображен процесс, который демонстрирует, сколько продуктов входит на производство. Сверху отображается количество входных продуктов.

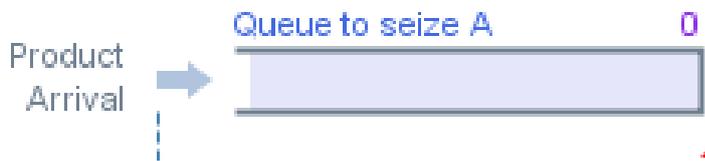


Рисунок 24 – Процесс входа

Далее показано, сколько продуктов находятся на стадии реализации. Из рисунка 25 видно, что на данной стадии находится 3 продукта.

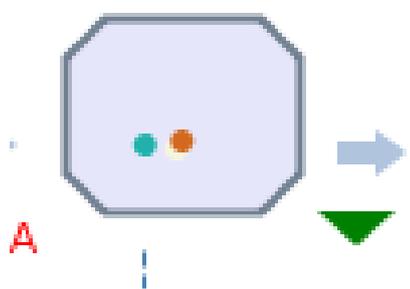


Рисунок 25 – Процесс реализации

На рисунке 26 показаны продукты, которые простаивают на производстве. На данной стадии находится один продукт.



Рисунок 26 – Процесс простоя продукта

На рисунке 27 продемонстрирован процесс обработки конвейером. На конвейере находится один продукт.

Также на рисунках 27-28 отображено количество реализованной продукции, для поставщика «А», в котором реализовано 16 продуктов. Для поставщика «В» реализовано 7 продуктов.

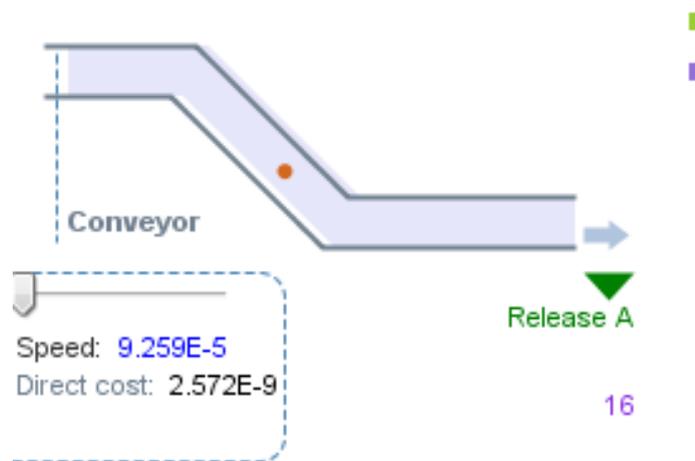


Рисунок 27 – Конвейер для поставщика «А»

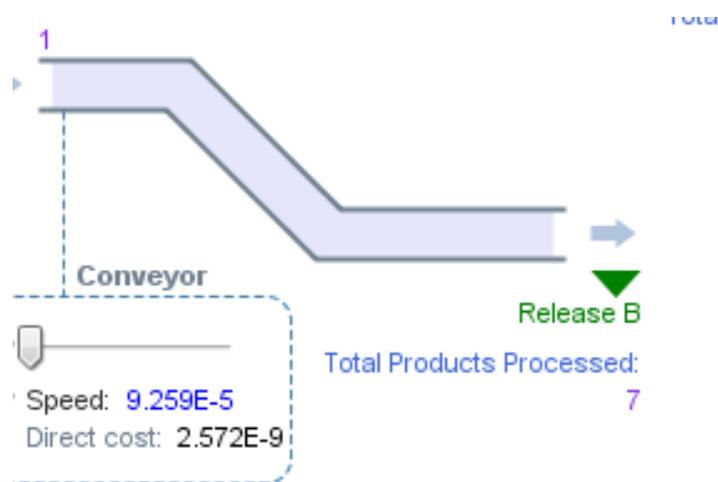


Рисунок 28 – Конвейер для поставщика «В»

После работы имитационной модели запускается эксперимент оптимизации. Он автоматически ищет наилучшие значения параметров. Наилучшее значение целевой функции $F_{\min} = f(P, Z, t, T) =$ равно 68,728. Получено оно на 484 итерации при следующих оптимальных значениях параметров: ResourceACapacity = 2, ResourceBCapacity = 8, MeanProcessDelay = 3,549, ConveyorSpeed = 5,016.

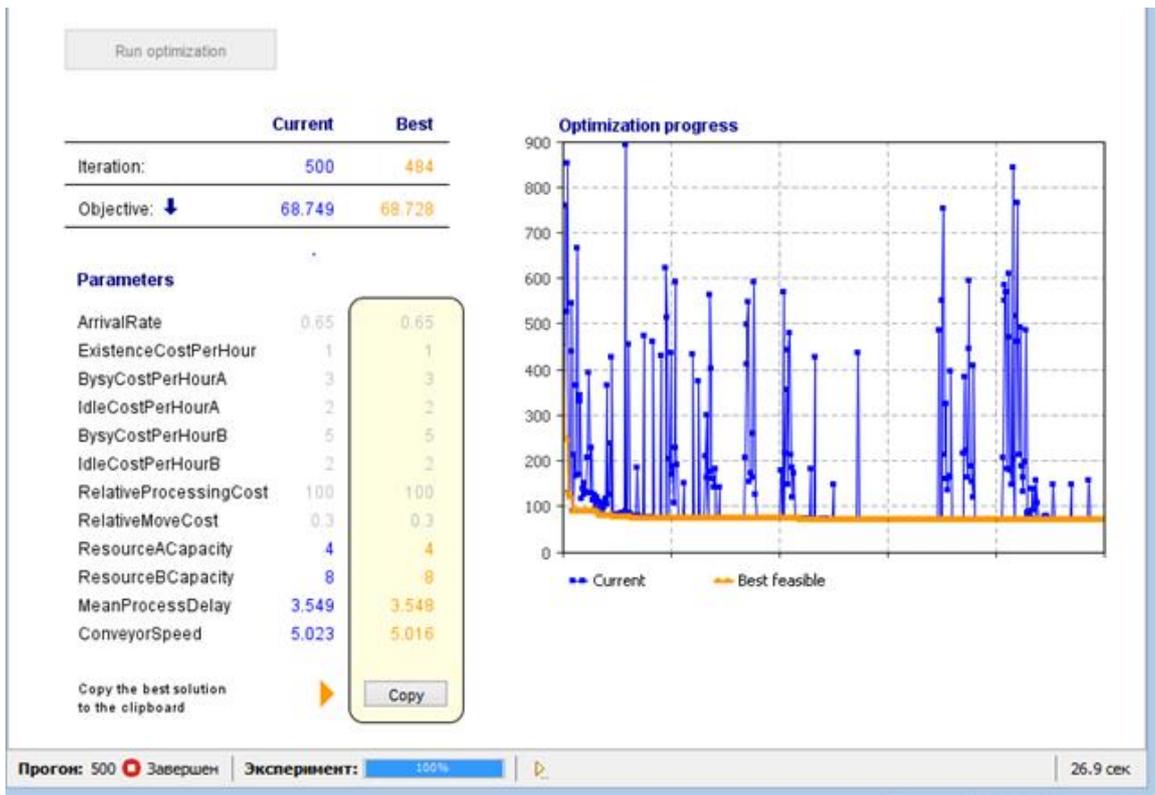


Рисунок 29 – Эксперимент оптимизации

Перед запуском эксперимента по оптимизации, следует задать оптимизационные параметры. Перечислены параметры агента верхнего уровня Main.

▼ Параметры					
Параметры:					
Параметр	Тип	Значение			
		Мин.	Макс.	Шаг	Начальное
ArrivalRate	фиксированный	0.65			
ExistenceCostPerHour	фиксированный	1			
BusyCostPerHourA	фиксированный	3			
IdleCostPerHourA	фиксированный	2			
BusyCostPerHourB	фиксированный	5			
IdleCostPerHourB	фиксированный	2			
RelativeProcessingCost	фиксированный	100			
RelativeMoveCost	фиксированный	0.3			
ResourceACapacity	дискретный	1	20	1	
ResourceBCapacity	дискретный	1	20	1	
MeanProcessDelay	непрерывный	1	12	0	
ConveyorSpeed	непрерывный	5	15	0	
parameter	фиксированный				
MeanProcessDelay	фиксированный	2			
RelativeProcessingCost	фиксированный	100			
ConveyorSpeed	фиксированный	8.0 / 24 / 3600			
RelativeMoveCost	фиксированный	0.3			
ConveyorSpeed	фиксированный	8.0 / 24 / 3600			

Рисунок 30 – Оптимизационные параметры

Объект Main для реализации эксперимента оптимизации представлен на рисунке 31.

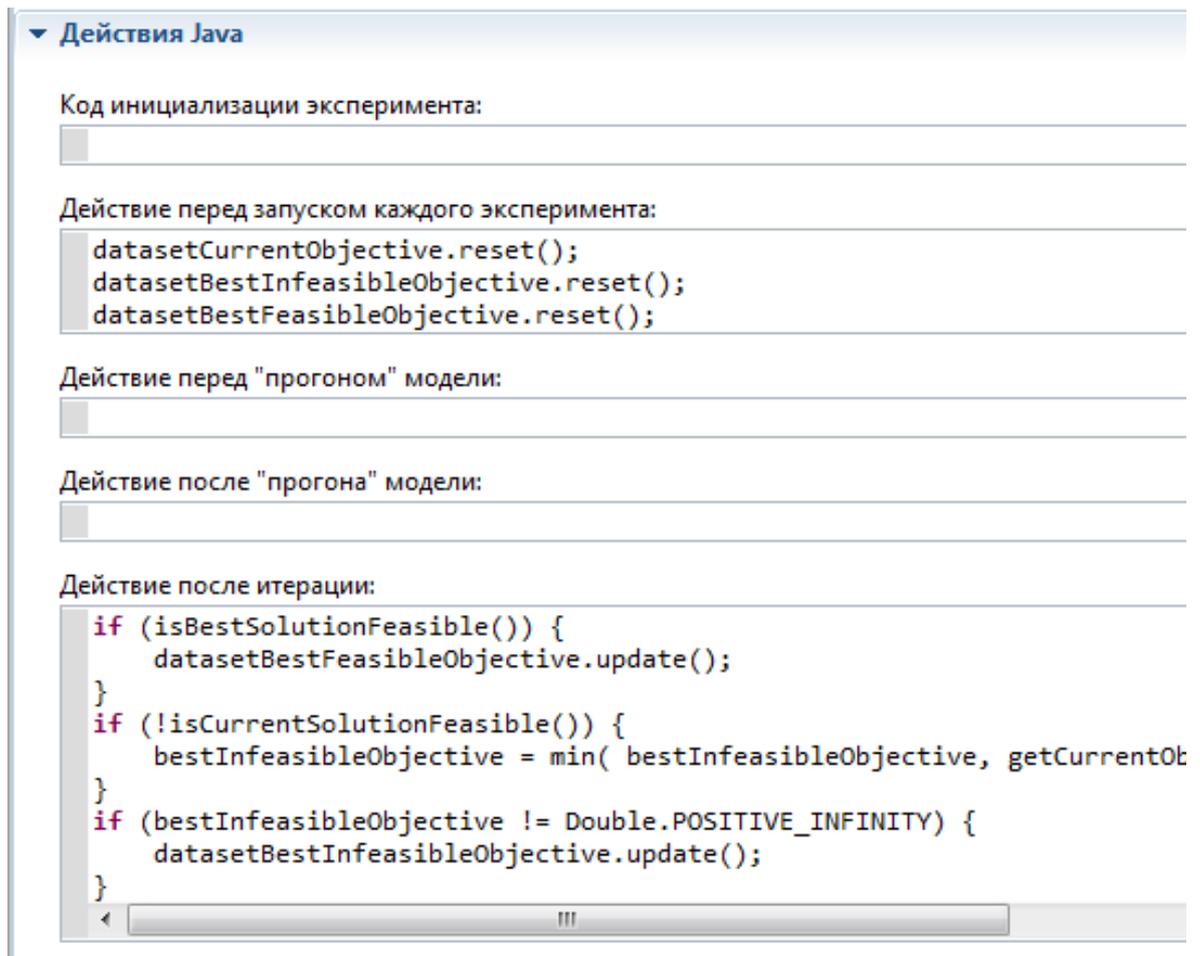


Рисунок 31 – Объект Main

На данном этапе работа несет исследовательский характер. Данная работа может использоваться любым предприятием, в любой сфере производства. В дальнейшем планируется продолжить работу по разработке имитационной модели информационной системы многокритериальной оптимизации производственных параметров для создания собственного алгоритма оптимизации. Также планируется добавить в имитационную модель выбор количества поставщиков и выбор типа продукта.

4 Финансовый менеджмент

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности

проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Результат исследования - это не конкретная продукция для продажи конечным потребителям. Целью данной ВКР является разработка имитационной модели информационной системы многокритериальной оптимизации производственных процессов. Основным исполнителем работы является программист. Объектом для исследования работы является имитационная модель. Целевым рынком данной разработки являются средние и крупные предприятия.

		Типы предприятий			
		Производственные	Научно-производственные	Сельскохозяйственные	Торговые
Размер	Крупные				
	Средние				

Мелкие				
--------	--	--	--	--

Рисунок 32 – Карта сегментирования рынка услуг по типам предприятия

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

На таблице 1 приведен список критериев, которые позволяют оценить результат исследования. На основе этой таблицы можно сравнить результат данного исследования с результатами других работ.

Таблица 4 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

№	Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
			B_{ϕ}	$B_{\kappa 1}$	K_{ϕ}	$K_{\kappa 1}$
1	2	3	4	5	6	7
Технические критерии оценки ресурсоэффективности						
1	Повышение производительности труда пользователя	0,3	5	5	1,50	1,50
2	Удобство в эксплуатации	0,05	4	5	0,20	0,25
3	Помехоустойчивость	0,035	5	5	0,18	0,18
4	Энергоэкономичность	0,001	4	4	0,00	0,00
5	Надежность	0,035	4	5	0,14	0,18
6	Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,05	5	2	0,25	0,10
7	Простота эксплуатации	0,05	5	5	0,25	0,25
8	Качество интеллектуального интерфейса	0,035	5	5	0,18	0,18
Экономические критерии оценки эффективности						
9	Цена	0,1	5	1	0,50	0,10
10	Предполагаемый срок эксплуатации	0,001	5	5	0,01	0,01
11	Возможность доработки	0,273	5	1	1,37	0,27

12	Финансирование научной разработки	0,05	1	5	0,05	0,25
13	Срок выхода на рынок	0,02	1	5	0,02	0,10
	Итого	1			4,63	3,36

4.1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Таблица 5 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

№	Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
					(3/4)	(5x2)
	1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки						
1	Энергоэффективность	0,008	80	100	0,8	0,0064
2	Помехоустойчивость	0,008	60	100	0,6	0,0048
3	Надежность	0,05	60	100	0,6	0,03
4	Уровень материалоемкости разработки	0,05	100	100	1	0,05
5	Уровень шума	0,001	100	100	1	0,001
6	Безопасность	0,05	70	100	0,7	0,035
7	Потребность в ресурсах памяти	0,02	70	100	0,7	0,014
8	Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,06	80	100	0,8	0,048
9	Простота эксплуатации	0,06	55	100	0,55	0,033
10	Качество интеллектуального интерфейса	0,09	70	100	0,7	0,063
11	Ремонтопригодность	0,03	100	100	1	0,03
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки						

12	Цена	0,2	100	100	1	0,2
13	Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	100	100	1	0,06
14	Возможность доработки	0,2	100	100	1	0,2
15	Финансирование научной разработки	0,05	80	100	0,8	0,04
16	Срок выхода на рынок	0,063	80	100	0,8	0,0504
	Итого	1				86,56%

В результате проведенного анализа перспективность разработки равна 86,56%. Поскольку данное число входит в промежуток от 80 до 100, разработка является перспективной.

4.1.4 SWOT-анализ

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

На первом этапе данного анализа необходимо определить Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы).

Таблица 6 SWOT-анализ

<p>Сильные стороны:</p> <p>С1. Низкие денежные затраты на разработку</p> <p>С2. Быстрое внедрение в эксплуатацию</p> <p>С3. Снижение трудозатрат сотрудников, отслеживающих показатели процессов</p>	<p>Слабые стороны:</p> <p>Сл1. Для использования результатов имитационного моделирования в качестве плановых показателей необходимы навыки проведения ФСА</p> <p>Сл2. Погрешность вычислений; необходимо управленческое решение в принятии среднего показателя за плановый</p> <p>Сл3. Сложность использования самого обмена данными</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Доработка в связи с пожеланиями</p> <p>В2. Оперативное отслеживание соответствий плана факту</p> <p>В3. Возможность немедленного принятия мер по разбору проблем в процессах</p>	<p>Угрозы:</p> <p>У1. Неверное выполнение инструкций пользователем</p>

Следующим этапом необходимо построить интерактивную матрицу проекта, с помощью которой возможно сопоставить области матрицы SWOT.

Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 7 Интерактивная матрица проекта

Возможности проекта		C1	C2	C3
	B1	-	-	-
	B2	-	-	+
	B3	-	-	+

Запись сильно коррелирующих сильных сторон и возможностей: B2C3; B3C3.

Поскольку отсутствуют сильно коррелирующие возможности с одинаковыми сильными сторонами, можно сказать, что природа возможностей и сильных сторон разная.

В рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа:

Таблица 8 Итоговая матрица SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>C1. Низкие денежные затраты на разработку</p> <p>C2. Быстрое внедрение в эксплуатацию</p> <p>C3. Снижение трудозатрат сотрудников, отслеживающих показатели процессов</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Для использования результатов имитационного моделирования в качестве плановых показателей необходимы навыки проведения ФСА</p> <p>Сл2. Погрешность вычислений; необходимо управленческое решение в принятии среднего показателя за плановый</p>
<p>Возможности:</p> <p>B1. Доработка в связи с пожеланиями</p> <p>B2. Оперативное отслеживание соответствий плана факту</p> <p>B3. Возможность немедленного принятия мер по разбору проблем в</p>	<p>Быстрое внедрение позволит в короткие сроки окупить затраты на разработку и потратить сэкономленное на контроле показателей время дальнейшую доработку программы</p>	<p>Оперативное отслеживание позволит в короткие сроки определить среднюю дельту отклонений и использовать ее в дальнейших расчетах для уменьшения погрешности</p>

процессах		
Угрозы: У1. Неверное выполнение инструкций пользователем	На начальном этапе освободившееся время сотрудников необходимо потратить на обучение. Это позволит избежать неверного выполнения инструкций	Качественное обучение позволит свести слабые стороны и угрозы к нулю

4.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.

Таблица 9 – Морфологическая матрица

	1	2	3
А. Прибор	Ноутбук	Компьютер	
Б. Программа	Anylogic	Arena	Simulink
В. Язык программирования	JAVA	SIMAN	MATLAB

Наиболее желательных функционально конкретных решений: А1Б1В1.

4.3 Планирование научно-исследовательских работ

4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для организации и систематизации работы выпускника необходимо сформировать план работ. Данный этап предназначен для обеспечения своевременного и эффективного выполнения задания ВКР.

В таблице представлен перечень этапов, работ и распределение исполнителей. В качестве исполнителей были выбраны следующие участники процесса:

Студент

Руководитель

Таблица 10 – Перечень этапов работ, распределение исполнительней по данным видам работ в рамках проводимого научно-исследовательского проекта

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Определение темы исследований	1	Выбор направления исследований	Руководитель
	2	Выбор темы ВКР	Руководитель, студент
	3	Определение задачи для исследования	Руководитель
	4	Календарное планирование работ по теме	Студент
<i>Проведение исследования</i>			
Теоретическое исследование	5	Подбор материала, его анализ и обобщение	Студент
	6	Изучение многокритериальной оптимизации	Студент
	7	Сравнение методов оптимизации	Студент
	8	Установка Anylogic	Студент
Практическое исследование	9	Поиск существующих реализаций	Студент
	10	Создание имитационной модели	Студент
	11	Сравнение модели	Студент
Утверждение результата исследования	12	Проверка результатов	Руководитель
	13	Исправление ошибок	Студент
Оформление отчёта по НИР	14	Составление пояснительной записки	Студент
	15	Публикация работы	Студент

4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения

ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5},$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{p_i} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

где T_{p_i} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

4.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для разработки графика проведения научного исследования используется диаграмма Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого используется формула:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (5)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (6)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Для 2016 года количество календарных дней - 366, рабочих - 247, выходных - 119, праздничных - 14. Поэтому

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 119 - 14} = 1.57$$

Таблица 12– Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}			Длительность работ в календарных днях, T_{ki}		
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			$t_{ож}$, чел-дни				Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3							
Выбор направления исследований	4	4	4	9	9	9	6	6	6	Руководитель	6	6	6	9,4 2	9,4 2	9,4 2
Выбор темы ВКР	2	2	2	5	5	5	3,2	3,2	3,2	Руководитель, студент	1,6	1,6	1,6	2,5 12	2,5 12	2,5 12
Определение задачи для исследования	6	6	6	10	10	10	6,4	6,4	6,4	Руководитель	6,4	6,4	6,4	10	10	10
Календарное планирование работ по теме	2	2	2	4	4	4	2,8	2,8	2,8	Студент	2,8	2,8	2,8	4,4	4,4	4,4
Подбор материала, его анализ и обобщение	15	15	1 5	18	18	18	16, 2	16, 2	16, 2	Студент	16, 2	16, 2	16,2	25, 4	25, 4	25, 4
Изучение многокритериальной оптимизации	18	18	1 8	30	30	30	22, 8	22, 8	22, 8	Студент	22, 8	22, 8	22,8	35, 8	35, 8	35, 8
Сравнение методов оптимизации	8	8	8	12	12	12	9,6	9,6	9,6	Студент	9,6	9,6	9,6	15	15	15
Установка Anylogic	5	5	5	8	8	8	6,2	6,2	6,2	Студент	6,2	6,2	6,2	9,7	9,7	9,7

Поиск существующих реализаций	14	14	1 4	25	20	20	18, 4	16, 4	16, 4	Студент	18, 4	16, 4	16,4	28, 9	25, 7	25, 7
Создание имитационной модели	25	25	2 5	30	20	20	27	23	23	Студент	27	23	23	42, 4	36, 1	36, 1
Сравнение модели	7	7	7	13	13	13	9,4	9,4	9,4	Студент	9,4	9,4	9,4	14, 7	14, 7	14, 7
Проверка результатов	5	5	5	7	7	7	5,8	5,8	5,8	Руководитель	5,8	5,8	5,8	9	9	9
Исправление ошибок	2	2	2	5	5	5	3,2	3,2	3,2	Студент	3,2	3,2	3,2	5	5	5
Составление пояснительной записки	2	2	2	3	3	3	2,4	2,4	2,4	Студент	2,4	2,4	2,4	3,7	3,7	3,7
Итого											13 7,8	13 1,8	131. 8	21 5,9	16 1	161

4.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

В данном разделе рассмотрены расходы, осуществлённые при разработке информационной системы.

4.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Для выполнения работы был приобретен персональный компьютер. В данном случае величина материальных расходов не зависит от исполнения.

Таблица 13 Расчет материальных затрат

Наименование	Единица измерения	Цена за ед.,			Затраты на материалы, (З _м),		
		руб.			руб.		
		исп.1	исп.2	исп.3	исп.1	исп.2	исп.3
Персональный компьютер	шт	24650	24650	24650	24650	24650	24650
Итого					24650	24650	24650

4.4.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}},$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{\text{тс}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20% от $Z_{\text{тс}}$);

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}},$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

- при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

- при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

Фд – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 14 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Лаборант
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	52+14=66	119+14=133
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48+24=72	24+20=44
Действительный годовой фонд рабочего времени	228	189

Основная заработная плата (Зосн) руководителя (лаборанта) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

где Зосн – основная заработная плата одного работника;

Тр– продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 8);

Здн – среднедневная заработная плата работника, руб.

Таблица 10 – Расчёт основной заработной платы

Исполнитель 1	Разряд	k_T	$Z_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	Проверить работу	400	20000	0,3	0,4	1,3	44200	2171,2	10	21712
Студент	Выполнить работу	400	3000	0,3	0,4	1,3	6630	392,9	90	35361
Итого										57073

Исполнитель 2	Разряд	k_T	$Z_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	Проверить работу	400	20000	0,3	0,4	1,3	44200	2171,2	12	26054

Студент	Выполнить работу	400	3000	0,3	0,4	1,3	6630	392,9	92	36147
Итого										62200

Исполнитель 2	Разряд	k_T	$Z_{тс},$ руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	$Z_m,$ руб	$Z_{дн},$ руб.	$T_p,$ раб. дн.	$Z_{осн},$ руб.
Руководитель	Проверить работу	400	20000	0,3	0,4	1,3	44200	2171,2	9	19541
Студент	Выполнить работу	400	3000	0,3	0,4	1,3	6630	392,9	95	37325
Итого										56866

Заработная плата второго варианта исполнения самая большая.

4.4.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Для дополнительной заработной платы используется коэффициент дополнительной заработной платы ($k_{доп.}$), равный 0,15.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}$$

Таблица 11 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнитель	Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель	3257	3908	2931
Студент	5304	5422	5598
Итого	8561	9330	8529

В данной таблице ситуация аналогична основной заработной плате, самым дорогим остаётся второй вариант.

4.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам

государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

На 2014г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

Таблица 15 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель	21712	26054	19541	3257	3908	2931
Студент	35361	36147	37325	5304	5422	5598
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3					
Итого						
Исполнение 1	19690,2					
Исполнение 2	21459,3					
Исполнение 3	20518,5					

4.4.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величина коэффициента накладных расходов взята в размере 16%.

4.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

В данном пункте определяется конечный бюджет, основанный на расчётах в предыдущих пунктах.

Таблица 16 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Материальные затраты НИИ	24650	24650	24650
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	57073	62200	56866
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	8561	9330	8529
Отчисления во внебюджетные фонды	16898,1	19269,44	20518,5
Накладные расходы	17149,136	39513,885	17690,16
Итого	124331,136	139703,44	125553,66

Из таблицы видно, что общие бюджеты второго и третьего варианта значительно больше, чем первый вариант исполнения.

4.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчёта интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу

расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

$$I_{фин}^{исп1} = 124331,136/139703,44 = 0,89;$$

$$I_{фин}^{исп2} = 139703,44/139703,44 = 1;$$

$$I_{фин}^{исп3} = 125553,66/139703,44 = 0,90;$$

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведён далее, в таблице 17.

Таблица 17 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Надежность	0,2	4	4	4
Потребность в ресурсах памяти	0,15	4	4	4
Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,2	4	3	4
Удобство	0,2	4	4	5
Скорость обработки данных	0,15	3	5	5
Безопасность	0,1	3	4	4
ИТОГО	1	3,75	3,95	4,35

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя.

$$I_{эфф}^{исп1} = \frac{I_{рес}^{исп1}}{I_{фин}^{исп1}} = 4,21$$

$$I_{эфф}^{исп2} = \frac{I_{рес}^{исп2}}{I_{фин}^{исп2}} = 3,95$$

$$I_{эфф}^{исп3} = \frac{I_{рес}^{исп3}}{I_{фин}^{исп3}} = 4,83$$

Далее все показатели сведены в одну таблицу. Для сравнительной эффективности вариантов исполнения строка разделена на две строки, чтобы сравнение было с двумя оставшимися вариантами исполнения.

Таблица 18 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,89	1	0,90
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,75	3,95	4,35
3	Интегральный показатель эффективности	4,21	3,95	4,83
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,06	0,82	0,87

Результаты расчётов показателей эффективности свидетельствуют о том, что первый вариант исполнения является наиболее эффективным с позиции ресурсоэффективности.

5 Социальная ответственность

В данном разделе рассмотрены вопросы производственной и экологической безопасности при работе с имитационной моделью информационной системы многокритериальной оптимизации производственных параметров.

Для безопасной работы разработчика следует найти и проанализировать вредные и опасные факторы труда, и разработать средства защиты от них. Также целью является создание оптимальных условий труда, охрана окружающей среды, техника безопасности и пожарная профилактика.

Первичным этапом в задаче обеспечения безопасности труда является выявление возможных причин потенциальных несчастных случаев, производственных травм, профессиональных заболеваний, аварий и пожаров. Дальнейшими этапами являются разработка мероприятий по устранению выявленных причин и их реализация. Потенциальные причины и риски, а также конкретный набор мероприятий по их устранению, определяются спецификой выполняемых работ и априорными условиями труда (в частности, видом и состоянием рабочих мест исполнителей).

Выполнение работы заключалось в разработке имитационной модели информационной системы многокритериальной оптимизации производственных параметров. Основным исполнителем работы является программист, поэтому в качестве рабочего места будет рассмотрено рабочее место ПЭВМ.

Повышение уровня шума, повышенная или пониженная температура воздуха, недостаточная освещенность рабочего места или наоборот, все эти факторы могут возникнуть на рабочем месте программиста.

5.1 Производственная безопасность

Производственные условия на рабочем месте характеризуются наличием различных опасных и вредных производственных факторов, оказывающих

негативное влияние на работников. Под вредными факторами, понимают такие факторы трудового процесса и рабочей среды, которые характеризуются потенциальной опасностью для здоровья, в частности способствуют развитию каких-либо заболеваний, приводят к повышенной утомляемости и снижению работоспособности. При этом, вредные факторы проявляются при определенных условиях таких как интенсивность и длительность воздействия. Опасные производственные факторы способны моментально оказать влияние на здоровье работника: привести к травмам, ожогам или к резкому ухудшению здоровья работников в результате отравления или облучения.

Таблица 19 – Факторы, влияющие на каждый вид работ на предприятии

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Факторы		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
Работа с компьютером	Отклонение показателей микроклимата (температуры и влажности воздуха)		СанПиН 2.2.4.548-96
		Опасность поражения электрическим током	ГОСТ 12.1.038–82
		Пожаровзрывоопасность	
	Повышенный уровень шума на рабочем месте		ГОСТ 12.1.003–83
	Недостаточная освещенность рабочей зоны		СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03

5.2 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения

5.2.1 Отклонение показателей микроклимата в помещении

СанПиН 2.2.4.548-96 (“Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений”) нормирует параметры микроклимата рабочих мест производственных помещений на функциональное состояние, самочувствие, работоспособность и здоровье человека.

Температура помещения – самый важный показатель комфортности. От температуры напрямую зависит и влажность воздуха. Низкие температуры провоцируют отдачу тепла организмом человека, тем самым снижая его защитные функции. Если в помещении установлена некачественная теплотехника или оборудование для отопления подобрано неправильно, то люди будут постоянно страдать от переохлаждений, подвергаться частым простудам, инфекционным заболеваниям и т.д.

Требования к микроклимату определяются исходя из категории тяжести работ. Работа разработчика-программиста относится к первой категории тяжести 1а.

Далее приводится анализ микроклимата в помещении, где находится рабочее место.

Таблица 20 – Допустимые параметры микроклимата на рабочем месте

Период года	Категория работы	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	1а	20 - 25	15 - 75	0,1
Теплый	1а	21 - 28	15 - 75	0,1

Оптимальные значения перечисленных параметров для работ с ПК, установленные санитарными нормами, приведены в таблице 21.

Таблица 21 – Оптимальные значения показателей микроклимата

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха,	Скорость движения
Холодный	22-24	19-26	10-80	0,1
Теплый	23-25	20-29	10-80	0,1

5.2.2 Превышение уровня шума

Одним из наиболее распространенных в производстве вредных факторов является шум. Он создается работающим оборудованием, преобразователями напряжения, работающими осветительными приборами дневного света, а также проникает извне. При повышенном действии шума затрудняется разборчивость речи, снижается работоспособность, ухудшается слух человека. Шум вызывает головную боль, быструю утомляемость, бессонницу или сонливость, ослабляет внимание, ухудшает память, снижает реакцию на внешние раздражители.

Основным источником шума на рабочем месте могут являться вентиляторы блоков питания ЭВМ, а также кондиционер. По СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 при выполнении основной работы на ПЭВМ уровень звука на рабочем месте не должен превышать 50дБА.

5.2.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов.

Установлено, что свет, помимо обеспечения зрительного восприятия, воздействует на нервную оптико-вегетативную систему, систему формирования иммунной защиты, рост и развитие организма и влияет на многие основные

процессы жизнедеятельности, регулируя обмен веществ и устойчивость к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды.

Освещение должно включать в себя как естественное, так и искусственное. Для источников искусственного освещения применяют люминесцентные лампы типа ЛБ.

Минимальный размер объект различия входит в диапазон 0,5 до 1,0, следовательно, работа относится к разряду IV. Подразряд Г, т.к. контраст объектов различия с фоном большой, сам фон светлый. В соответствии с СП 52.13330.2011 норма освещенности в кабинете должна быть $E_n = 200$ лк [СП 52.13330.2011]

Пульсация при работе с компьютером не должна превышать 5% [СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03].

Увлечение коэффициента пульсации освещенности снижает зрительную работоспособность, повышает утомляемость, воздействует на нервные элементы коры головного мозга и фоторецепторные элементы сетчатки глаз.

Для снижения пульсации необходимо использовать светильники, в которых лампы работают от переменного тока частотой 400 Гц и выше.

5.3 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения

5.3.1 Электрический ток

Одним из выявленным опасных факторов является поражение электрическим током, так как напряжение считается безопасным при $U < 42$ В, а вычислительная техника питается от сети 220 В 50 Гц. Ток является опасным, так как 20 – 100 Гц – ток наиболее опасен. Поэтому результатом воздействия на организм человека электрического тока могут быть электрические травмы, электрические удары, и даже смерть [ГОСТ Р 12.1.009-2009].

Виды электротравм: местные электротравмы, к ним относятся: электрический ожог, электрические знаки, металлизация кожи, механические

повреждения). Особую опасность представляют электрические травмы, которые выглядят в виде ожогов.

Электрический ожог возникает на том месте тела человека, в котором контакт происходит с токоведущей частью электроустановки. Электроожоги сопровождаются кровотечениями, омертвением отдельных участков тела. Лечатся они гораздо труднее и медленнее обычных термических.

В результате механического повреждения могут разорваться кровеносные сосуды, нервные ткани, а также случаются вывихи суставов и даже переломы костей. Такие повреждения могут возникнуть в результате сокращений мышц под действием тока, который проходит через тело человека.

Электрические знаки в основном безболезненны, они могут возникнуть у 20% пострадавших от тока. Иногда электрические знаки выглядят в виде царапин, ушибов, бородавок, мозолей, также они представляют собой серые или бледно-желтые пятна круглоовальной формы с углублением в центре.

Чтобы защититься от поражения током, необходимо:

- обеспечить недоступность токоведущих частей от случайных прикосновений;
- электрическое разделение цепи;
- устранять опасности поражения при проявлении напряжения на разных частях;

При работе с компьютером прикосновения к его элементам могут возникнуть токи статического электричества, которые в свою очередь имеют свойство притягивать пыль и мелкие частицы к экрану. Пыль на экране ухудшает видимость, а при подвижности воздуха может попасть на кожу лица и в легкие, что вызывает заболевание кожи и дыхательных путей.

Есть специальные шнуры питания с заземлением и экраны для снятия статического электричества, это поможет защититься от статического электричества, а также необходимо проводить регулярную влажную уборку рабочего помещения.

Мониторы являются источниками интенсивных электромагнитных полей. Электромагнитные поля могут вызывать изменения в клетках. Длительное воздействие низких частот ЭВМ вызывает нарушения сердечнососудистой и центральной нервной системы, небольшие изменения в составе крови. Возможно возникновение катаракты глаз, злокачественных опухолей при интенсивном длительном воздействии.

По электробезопасности рабочее место относится к помещениям без повышенной опасности поражения людей электрическим током характеризуются отсутствием условий, создающих повышенную или особую опасность. К ним относятся жилые помещения, лаборатории, конструкторские бюро, заводоуправление, конторские помещения и другие.

Степень воздействия зависит от продолжительности работы и индивидуальных особенностей организма.

Для снижения уровня воздействия, необходимо:

- экранирование экрана монитора;
- соблюдать оптимально расстояние от экрана;
- рационально размещать оборудование (если имеется несколько компьютеров, то расстояние между боковыми и задними стенками компьютеров должно быть 1,22 м);
- организовывать перерывы 10-15 минут через каждые 45-60 минут работы [СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03].

5.3.2 Пожаровзрывобезопасность

Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС являются пожар или взрыв на рабочем месте.

Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов. Причинами возгораний в рабочей зоне являются:

- резкие перепады напряжения;

- короткое замыкание в проводке, когда рубильник не отключен;
- пожар в соседней аудитории;
- короткое замыкание в розетке;

5.4 Экологическая безопасность

Непосредственно с выполнением данной работы, могут быть связаны негативно влияющие на экологию факторы, сопутствующие эксплуатации ПК. В частности, аспектами негативного влияния являются, отходы и выбросы, имеющие место на этапе производства ПК, а также отходы, связанные с неполной их утилизацией. Кроме того, компьютерная техника является набором приборов, потребляющих электроэнергию, в связи с чем, нерациональное их использование может быть также расценено, как необоснованная нагрузка на окружающую среду.

Эксплуатация компьютерной техники может сопровождаться следующими негативными факторами влияния на окружающую среду:

- локальное повышение электромагнитного и радиоактивного фона;
- повышение интенсивности звукового фона (слышимый шум, инфра- и ультразвуки);
- образование твердых отходов (компьютерный лом, бумага и т.п.) и жидких отходов (сточные воды);
- неоправданное потребление электроэнергии (связано с использованием ПК не на полную мощность в течение всего его рабочего времени) и прочее.

Также в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, даются следующие общие рекомендации по снижению опасности для окружающей среды, исходящей от компьютерной техники:

- применять оборудование, соответствующее санитарным нормам и стандартам экологической безопасности;
- применять расходные материалы с высоким коэффициентом использования и возможностью их полной или частичной регенерации;

- отходы в виде компьютерного лома утилизировать;
- использовать экономные режимы работы оборудования.

5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее типичная чрезвычайная ситуация - это пожар.

Возникновение пожара может быть обусловлено следующими факторами:

- возникновением короткого замыкания в электропроводке вследствие неисправности самой проводки или электросоединений и электрораспределительных щитов;
- возгоранием устройств вычислительной аппаратуры вследствие нарушения изоляции или неисправности самой аппаратуры;
- возгоранием мебели или пола по причине нарушения правил пожарной безопасности, а также неправильного использования дополнительных бытовых электроприборов и электроустановок;
- возгоранием устройств искусственного освещения.

5.6 Общие правила поведения в чрезвычайных ситуациях

1. Не паниковать и не поддаваться панике. Призывать окружающих к спокойствию.
2. По возможности немедленно позвонить по телефону «01», сообщить что случилось, указать точный адрес места происшествия, назвать свою фамилию и номер своего телефона.
3. Включить устройства передачи звука (радио, телевизор), а также прослушать информацию, передаваемую через уличные громкоговорители и громкоговорящие устройства. В речевом сообщении будут озвучены основные рекомендации и правила поведения.
4. Выполнять рекомендации специалистов (сотрудников полиции, медицинских работников, пожарных, спасателей).

5. Не создавать условия, которые препятствуют и затрудняют действия сотрудников полиции, медицинских работников, спасателей, пожарных.

5.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.7.1 Правовые нормы трудового законодательства

Продолжительность рабочего дня не должна превышать 40 часов в неделю. Возможно сокращение рабочего времени. Для работников, возраст которых меньше 16 лет – не более 24 часа в неделю, от 16 до 18 лет – не более 35 часов, как и для инвалидов I и II группы. Также рабочее время зависит от условий труда: для работников, работающих на рабочих местах с вредными условиями для жизни - не больше 36 часов в неделю.

5.7.2 Организационные мероприятия обеспечения безопасности

Рабочее место – это часть рабочей зоны. Оно представляет собой место постоянного или временного пребывания работающего в процессе трудовой деятельности. Рабочее место должно удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечивать возможность удобного выполнения работ;
- учитывать физическую тяжесть работ;
- учитывать размеры рабочей зоны и необходимость передвижения в ней работающего;
- учитывать технологические особенности процесса выполнения работ.

Невыполнение этих требований может привести к получению работником производственной травмы или развития у него профессионального заболевания. Рабочее место при выполнении работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78.

Конструкция оборудования и рабочего места при выполнении работ в положении сидя должна обеспечивать оптимальное положение работающего, которое достигается регулированием высоты рабочей поверхности, высоты

сидения, оборудованием пространства для размещения ног и высотой подставки для ног.

Оценка комфортности рабочей зоны производится в зависимости от линейных параметров рабочего места, значение которого определяется ростом программиста. При организации рабочего места необходимо выполнять требования эргономики, то есть учитывать все факторы, влияющие на эффективность действий человека при обеспечении безопасных приемов его работы.

Рациональная организация рабочего места учитывает оптимальную его планировку, степень автоматизации, выбор рабочей позы человека, расположение органов управления и т.п. Оптимальная планировка обеспечивает удобство при выполнении работ, экономию сил и времени человека. Рабочие места проектируются с учетом антропометрических данных человека усредненных размеров человеческого организма, так как если размещение органов управления не соответствует возможностям человека, то выполняемая работа будет тяжелой и утомительной.

Конструкция рабочего стула (кресла) поддерживает рациональную рабочую позу, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения утомления. Поверхность сидения, спинки и других элементов стула (кресла) полумягкая с нескользящим, не электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений.

Не рекомендуется располагать компьютеры вблизи друг от друга в целях уменьшения действия переменного электрического поля.

При организации рабочего места каждый сотрудник должен выполнять некоторые правила:

- соблюдать чистоту и порядок на рабочем месте;
- не создавать шума;

- не нарушать инструкции по технике безопасности. Для того чтобы не уставали мышцы спины нужно соблюдать антропометрические размеры, приведенные выше.

При организации рабочего места необходимо учитывать требования безопасности, промышленной санитарии, эргономики, технической эстетики. Невыполнение этих требований может привести к получению работником производственной травмы или развитию у него профессионального заболевания.

При планировании рабочего помещения необходимо соблюдать нормы полезной площади и объема помещения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были достигнуты основные цели работы – разработана имитационная модель многокритериальной оптимизации производственных параметров для повышения эффективности инвестиций при реализации проектов, за счет автоматизированного планирования, анализа производственных возможностей и выбора наиболее подходящего поставщика с учетом всех рассматриваемых критериев. Имитационная модель была создана с помощью программного обеспечения AnyLogic. Все поставленные задачи были выполнены в полном объеме:

- Возможность выбора максимального количества проектов для дальнейшей реализации, для каждого поставщика;
- Возможность выбора стоимости ресурсов для каждого поставщика;
- Возможность выбора количества ресурсов (работников);
- Возможность задания времени для реализации проектов;
- Учет простоя не используемых ресурсов;
- Графическое отображение результатов;
- Выбор подходящего поставщика.

Имитационная модель наглядно показывает процесс выполнения проекта. С помощью имитационной модели, мы можем оценить результаты и выбрать наиболее выгодного поставщика. С помощью оптимизации, мы можем автоматически найти оптимальные параметры производства. Так же данная модель универсальна и подходит для любого производства.

CONCLUSION

During performance of final qualifying work has been achieved the main objectives of the work – developed a simulation model of multi-criteria optimization of the production parameters to improve the efficiency of investments in projects, due to automated planning, analysis of production possibilities and select the most appropriate provider taking into account all considered criteria. A simulation model was created using AnyLogic software. All objectives were met in full:

- The choice of the maximum number of projects for further implementation, for each vendor;
- The choice of cost of resources for each provider;
- The choice of the number of resources (workers);
- The ability to set the time for the implementation of projects;
- Idle factor not used resource;
- Graphical display of results;
- The choice of a suitable provider.

The simulation model clearly shows the process of project implementation. Using the simulation model, we can evaluate the results and choose the most advantageous supplier. Using optimization, we can automatically find the optimal production parameters. Thus, this model versatile and suitable for any production.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Применение методов многокритериальной оптимизации для решения задачи распределения заказов таксомоторного парка: Статья // А. О. Игумнов, Д. М. Сонькин – 2013г.
2. Задача многокритериальной оптимизации: Статья [Электронный курс] – 2012г. Режим доступа: [http://neerc.ifmo.ru/wiki/ Multiobjectivization](http://neerc.ifmo.ru/wiki/Multiobjectivization)
3. Многокритериальная оптимизация. Задачи и методы [Электронный курс] – Режим доступа: http://life-prog.ru/view_optimization.php?id=2
4. Понятие и алгоритм поиска Парето оптимального (эффективного) решения. Пример поиска решения по алгоритму [Электронный курс] – Режим доступа: <http://bukvi.ru/uipravlenie/nanadgment/ponyatie-i-algoritm-poiska-pareto-optimalnogo-effektivnogo-resheniya-primer-poiska-resheniya-po-algoritmu.html>
5. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач // В.Д. Ногин, В.В Подиновский – 1982г.
6. Методы оптимальных решений [Электронный курс] – 2015г. Режим доступа: <http://fan-5.ru/refbest/refbest-1957139.php>
7. Оптимизация производственных параметров личных подсобных хозяйств как составная часть моделирования развития сельских территорий [Электронный курс]: Статья // Е.В. Стомба – 2011г. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/>
8. Оптимизация производственных параметров личных подсобных хозяйств как составная часть моделирования развития сельских территорий [Электронный курс]: Статья // Е.В. Стомба – 2011г. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/>
9. Понятие имитационного моделирования [Электронный курс]: Статья – Режим доступа: <http://bourabai.ru/cm/simulation.htm>
10. Имитационное моделирование для любых целей [Электронный курс]. Режим доступа: <http://www.anylogic.ru/simulation-platform-for-the-entire-business-lifecycle>

11. Имитационная платформа для полного бизнес–цикла [Электронный курс]. Режим доступа: <http://www.anylogic.ru/simulation-platform-for-the-entire-business-lifecycle>
12. AnyLogic (XJ Technologies) [Электронный курс]. Режим доступа: <http://www.gpss.ru/systems/anylogic.html>
13. Дискретно-событийное моделирование [Электронный курс]. Режим доступа: <http://www.anylogic.ru/discrete-event-simulation>
14. Технологии программирования на Java 2: Книга / Х. М. Дейтел, П. Дж. Дейтел, С. И. Сантри – 2003г.