

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа: *Инженерная школа ядерных технологий*

Направление подготовки: *Прикладная математика и информатика*

Отделение школы: *Экспериментальной физики*

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Применение математического метода целочисленного линейного программирования к решению задачи формирования портфеля ценных бумаг

УДК 519.854:336.763

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В41	Измestьева Юлия Константиновна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Семенов Михаил Евгеньевич	к. ф.-м.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	д.т.н, профессор		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения экспериментальной физики	Крицкий О.Л.	к. ф.-м.н., доцент		

Томск – 2018 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа: *Инженерная школа ядерных технологий*

Направление подготовки: *Прикладная математика и информатика*

Отделение: *экспериментальной физики*

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____/Крицкий О.Л./
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
0В41	Изместьевой Юлии Константиновне

Тема работы:

Применение математического метода целочисленного линейного программирования к решению задачи формирования портфеля ценных бумаг	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28 мая 2018, № 3828/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Данные о рыночных стоимостях опционов ТХО Тайваньской фьючерсной биржи в период с 16.05.2016 по 25.05.2016.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Обзор литературы: портфель ценных бумаг, задача целочисленного линейного программирования, симплекс-метод, программная реализация алгоритма в среде Matlab, работа функции intlinprog, стратегии построения опционных портфелей. 2. Результаты проведённого

	исследования: стратегия роста, стратегия спада, бимодальная стратегия, итоговый вывод.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Меньшикова Екатерина Валентиновна
Социальная ответственность	Федорчук Юрий Митрофанович

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Семёнов М.Е.	к. ф.-м. н., доцент		26.04.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В41	Изместьева Юлия Константиновна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
0В41	Измestьевой Юлии Константиновне

Институт	Инженерная школа ядерных технологий	Кафедра	Отделение экспериментальной физики
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Прикладная математика и информатика

Тема дипломной работы: Применение математического метода целочисленного линейного программирования к решению задачи формирования портфеля ценных бумаг

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Целью данной работы является реализация к виде программного кода решения задачи формирования ценных бумаг.

Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:

вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)

опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)

негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)

чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)

Анализ и выявление вредных производственных факторов рабочей среды, а именно:

электромагнитное излучение, микроклимат, освещение, шумы и прочие, влияющие на организм человека при разработке программного обеспечения в помещении учебной аудитории.

Анализ и выявление опасных производственных факторов проектируемой среды, а именно:

электробезопасность и пожаробезопасность.

Утилизация люминесцентных ламп – основной источник загрязнения литосферы.

Чрезвычайная ситуация техногенного характера для данного помещения – пожар.

В качестве исходных данных использованы параметры рабочего помещения, в котором производилась разработка и условия труда при работе с персональным компьютером.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:

физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;

действие фактора на организм человека;

приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);

предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)

Анализ выявленных вредных факторов труда математика-программиста: недостаточная освещенность рабочей зоны; отклонение параметров микроклимата в помещении; повышенный уровень шума; повышенный уровень излучения электромагнитных полей.

Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности

механические опасности (источники, средства защиты);

термические опасности (источники, средства защиты);

электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);

пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

Анализ выявленных опасных производственных факторов рабочей среды, влияющих на организм человека при разработке программного обеспечения в рабочем помещении учебной аудитории, а именно: опасность поражения электрическим током, опасность поражения статическим электричеством и пожароопасность.

Охрана окружающей среды:

Утилизация используемой орг.техники и люминесцентных ламп.

Защита в чрезвычайных ситуациях:

Чрезвычайные ситуации для данного помещения могут быть связаны с сильными морозами и предполагаемыми диверсиями.

Установка общих правил поведения и рекомендаций по работе во время заморозков;

Установка общих правил поведения и рекомендаций при диверсии, план эвакуации.

*Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:
Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся в учебных аудиториях.*

Перечень графического материала:

*Расположение светильников в кабинете;
план эвакуации при пожаре;
организация рабочего места*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	д.т.н, профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В41	Измельцева Юлия Константиновна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
0B41	Измestьевой Юлии Константиновне

Институт	Инженерная школа ядерных технологий	Кафедра	Отделение экспериментальной физики
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Прикладная математика и информатика

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

<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость расходных материалов; стоимость расхода электроэнергии; норматив заработной платы.</i>
<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Нормы из реальных затрат: норма потребления электроэнергии.</i>
<i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Для юридических лиц в области образования социальные отчисления = 27,1%.</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения работы с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Оценка ресурсной, социальной эффективности работы и потенциальных рисков.</i>
<i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>На основании информации, предоставленной в научных статьях и публикациях, аналитических материалах, нормативно-правовых документах, определить методику расчёта экономической эффективности.</i>
<i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

<i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
<i>Матрица SWOT</i>
<i>График проведения и бюджет работы</i>
<i>Календарный план для выполнения научно-исследовательского проекта</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Меньшикова Екатерина Валентиновна	к.ф.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0B41	Измestьева Юлия Константиновна		

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
ПК-1	К самостоятельной работе
ПК-2	Использовать современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования
ПК-3	Использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач на ЭВМ, отлаживать, тестировать прикладное программное обеспечение
ПК-4	Настраивать, тестировать и осуществлять проверку вычислительной техники и программных средств
ПК-5	Демонстрировать знание современных языков программирования, операционных систем, офисных приложений, Интернета, способов и механизмов управления данными; принципов организации, состава и схемы работы операционных систем
ПК-6	Решать проблемы, брать на себя ответственность
ПК-7	Проводить организационно-управленческие расчеты, осуществлять организацию и техническое оснащение рабочих мест
ПК-8	Организовывать работу малых групп исполнителей
ПК-9	Определять экономическую целесообразность принимаемых технических и организационных решений
ПК-10	Владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий
ПК-11	Знать основные положения законы и методы естественных наук; выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат
ПК-12	Применять математический аппарат для решения поставленных задач, способен применять соответствующую процессу математическую модель и проверять ее адекватность
ПК-13	Применять знания и навыки управления информацией
ПК-14	Самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук
<i>Универсальные компетенции</i>	
ОК-1	Владеть культурой мышления, иметь способности к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения
ОК-2	Логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь
ОК-3	Уважительно и бережно относится к историческому наследию и культурным традициям, толерантно воспринимать социальные и культурные различия; понимать движущие силы и закономерности исторического процесса, место человека в историческом процессе, политической организации общества
ОК-4	Понимать и анализировать мировоззренческие, социально и личностно значимые философские проблемы
ОК-5	Владеть одним из иностранных языков на уровне бытового общения, а также переводить профессиональные тексты с иностранного языка
ОК-6	К кооперации с коллегами, работе в коллективе

ОК-7	Находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готов нести за них ответственность
ОК-8	Использовать нормативно-правовые документы в своей деятельности
ОК-9	Стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства
ОК-10	Осознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности
ОК-11	Использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач
ОК-12	Анализировать социально значимые проблемы и процессы
ОК-13	Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОК-14	Понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, осознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
ОК-15	Оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы
ОК-16	Создавать и редактировать тексты профессионального назначения
ОК-17	Использовать для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии
ОК-18	Владеть средствами самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья, быть способным к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности

Реферат

Пояснительная записка к выпускной квалификационной работе выполнена на 79 страницах машинописного текста, содержит 21 таблицу, 9 рисунков, 40 формул, 33 источника, 4 приложения.

Ключевые слова: ПОРТФЕЛЬ ЦЕННЫХ БУМАГ, ЗАДАЧА ЦЕЛОЧИСЛЕННОГО ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ, БЫЧИЙ ТРЕНД, МЕДВЕЖИЙ ТРЕНД, БИМОДАЛЬНАЯ СТРАТЕГИЯ, МАТЛАВ.

Объект исследования: рыночные стоимости опционов ТХО Тайваньской фьючерсной биржи в период с 16.05.2016 по 25.05.2016.

Цель исследования: Построить портфели ценных бумаг для разных опционных стратегий при помощи метода целочисленного линейного программирования и определить оптимальное решение.

Методы проведения исследования: теоретические и практические.

Полученные результаты: В работе рассмотрена задача целочисленного линейного программирования, которая была сформулирована для нахождения оптимального портфеля производных инструментов. Метод программно реализован в МАТЛАВ для трех различных стратегий поведения базового актива: а) рост, б) падение и в) комбинация роста и падения. Проведены численные эксперименты на исторических данных для опционов ТХО Тайваньской фьючерсной биржи, Для рассматриваемых стратегий найдено решение задач целочисленного линейного программирования – определена структура оптимальных портфелей опционов.

Оглавление

Введение.....	12
1. Обзор литературы.....	13
1.1 Понятия ценных бумаг и портфелей	13
1.2 Задача целочисленного линейного программирования	14
1.3 Симплекс-метод	15
1.4 Программная среда MATLAB.....	16
1.5 Возможности MATLAB для решения ЗЦЛП.....	17
1.6 Стратегии построения опционного портфеля	18
1.6.1 Бычий структурированный коллар	19
1.6.2 Медвежий структурированный коллар	20
1.6.3 Бимодальный прогноз	21
2. Результаты численных исследований	23
2.1 Исходные данные	23
2.2 Стратегия роста	24
2.3 Стратегия спада	27
2.4 Бимодальная стратегия	29
2.5 Заключение	32
3. Социальная ответственность.....	32
3.1 Характеристика рабочего места.....	32
3.2 Вредные факторы производственной среды	33
3.2.1 Освещенность рабочей зоны	33
3.2.2 Производственный шум.....	36
3.2.3 Микроклимат помещения	38
3.2.4 Электромагнитное излучение.....	40
3.3 Опасные факторы производственной среды	41
3.3.1 Электробезопасность.....	41
3.3.2 Пожарная безопасность	44
3.4 Региональная безопасность	46

3.5	Охрана окружающей среды.....	46
3.6	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	47
3.7	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	48
4.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	50
4.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	50
4.1.1	Потенциальные потребители продукта	50
4.1.2	Анализ конкурентных технических решений.....	50
4.1.3	SWOT-анализ	52
4.2	Планирование научно-исследовательских работ	52
4.2.1	Структура работ в рамках научного исследования.....	52
4.2.2	Определение трудоемкости выполнения работ.....	53
4.2.3	Бюджет научно-технического исследования	57
4.2.4	Затраты на материалы	57
4.2.5	Затраты электроэнергетики.....	58
4.2.6	Основная заработная плата.....	58
4.2.7	Отчисления во внебюджетные фонды.....	59
4.2.8	Накладные расходы	60
4.2.9	Формирование бюджета затрат НИИ.....	60
4.3	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	61
	Список использованной литературы.....	65
	Приложение 1. Листинг программы для стратегии роста.....	68
	Приложение 2. Листинг программы для стратегии спада.....	71
	Приложение 3. Листинг программы для бимодальной стратегии	74
	Приложение 4. SWOT-таблица	79

Введение

На сегодняшний день рынок ценных бумаг является настолько развитым, что инвестирование в него считается основной движущей силой экономики, причём важность этой сферы учитывается не только на уровне частных предпринимателей и различных компаний, но и для государственной экономической стабильности. Соответственно, для работы на финансовом рынке важно обладать не только знаниями в смежных областях, но и обширными навыками разработки и применения различных инструментов технического и фундаментального анализа, позволяющих отслеживать, оценивать состояние рынка, и обращать собранную информацию себе в пользу. Основным из этих инструментов является портфель ценных бумаг, при помощи которого можно четко количественно определять размер инвестиций в различные активы. Очевидно, что от ограничений, накладываемых на инвестиционный портфель, зависит его потенциальная доходность.

Цель работы: Построить портфели ценных бумаг для разных опционных стратегий при помощи метода целочисленного линейного программирования и определить оптимальное решение.

Для достижения поставленной цели были сформулированы и решены следующие задачи:

- 1) сбор и обработка исходных данных,
- 2) составлены три стратегии для формирования портфеля опционов,
- 3) программно реализованы стратегии через решение задачи целочисленного линейного программирования,
- 4) проведены численные эксперименты на исторических данных для трех стратегий.

1. Обзор литературы

1.1 Понятия ценных бумаг и портфелей

Ценная бумага – это документ, составленный по определённой форме и при наличии обязательных реквизитов, которые удостоверяют имущественные права, осуществление или передача которых возможны только при предъявлении этого документа [1]. Под понятие ценной бумаги попадают акции, облигации, производные инструменты и т.д.

Для того, чтобы иметь право совершать покупку или продажу ценной бумаги, необходимо обладать договором или опционом. Различают опционы на продажу (put option) и опционы на покупку (call option).

Ценная бумага, задействованная на бирже, имеет две цены – одна цена представляет собой то, сколько готов заплатить покупатель, а другая то, за сколько готов продать продавец. Эти цены называются *ask*- и *bid*-ценами соответственно. Величина разницы между ними называется спрэд (spread) [2].

Портфель – это набор финансовых активов, находящихся в распоряжении инвестора [3]. Портфель может включать в себя различные ценные бумаги, контракты, недвижимость и их комбинации. Основными характеристиками портфеля являются:

1. Доходность.
2. Ликвидность.
3. Надёжность.
4. Реализуемость.
5. Уровень риска.

Главная цель формирования портфеля ценных бумаг заключается в достижении определённого уровня ожидаемой доходности при минимальном ожидаемом риске. При этом отдельно выделяют результаты, достигающиеся при успешном формировании портфеля [4]:

1. Максимизация роста капитала.
2. Максимизация дохода.
3. Обеспечение безопасности.
4. Обеспечение ликвидности.

Теоретически портфель может состоять из одной ценной бумаги, однако подобный финансовый инструмент будет очень рискованным, поэтому на практике при формировании портфеля осуществляется диверсификация риска и включение в портфель нескольких бумаг с последующим их управлением (покупка, продажа), что позволяет добиться лучших условий инвестирования. Доход портфеля в общем случае складывается из курсовой разницы и текущих выплат.

1.2 Задача целочисленного линейного программирования

Задача целочисленного линейного программирования (ЗЦЛП) является частным случаем задачи линейного программирования (ЗЛП) и применяется в тех ситуациях, когда несколько или все переменные, а также целевая функция должны представлять собой целые числа. Применяется ЗЦЛП тогда, когда речь идёт о величинах, которые в условиях поставленной задачи могут быть представлены только в целом или булевом виде. Соответственно ЗЦЛП имеет широкое применение во многих областях, в том числе [5]:

1. Календарное планирование.
2. Транспортная отрасль.
3. Сотовые сети.
4. Экономическое планирование.

Пусть имеется некая целевая функция, которую нужно минимизировать при определенных условиях, тогда ЗЦЛП можно записать в виде [6, 17]:

$$\begin{aligned}
 z = CX \rightarrow \max_x, X \geq 0, X = (x_1, \dots, x_n)^T, C = (c_1, \dots, c_n) \\
 IX = b, \\
 I = (A, E), \\
 A = \begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1,n-m} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{n,n-m} \end{pmatrix}
 \end{aligned} \tag{1.1}$$

где X – целочисленный вектор, нахождение которого эквивалентно нахождению оптимального плана;

z – целевая функция;

C – вектор коэффициентов целевой функции;

A – матрица ограничений для системы равенств;

b – вектор ограничений для системы равенств;

E – единичная матрица;

(A, E) – конкатенация справа матрицы A и единичной матрицы E .

1.3 Симплекс-метод

Симплекс-метод – это алгоритм, позволяющий найти решение ЗЛП, основанный на поиске базисных решений, для которых удовлетворяются необходимые условия оптимальности [6]. Используется как основной метод решения задачи целочисленного линейного программирования в пакете прикладных программ MATLAB.

Пусть дана задача линейного программирования:

$$\begin{aligned} z = CX \rightarrow \max_X, X \geq 0, X = (x_1, \dots, x_n)^T, C = (c_1, \dots, c_n) \\ IX = b, \\ I = (A, E), \\ X_B = B^{-1}b, \\ A = \begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1,n-m} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{n,n-m} \end{pmatrix}, B = \begin{bmatrix} b_1 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix}, \end{aligned} \quad (1.2)$$

где B – матрица, состоящая из базисных векторов,

X_B – базисное решение системы равенств-ограничений.

Разобьем вектор X на два вектора X_1 и X_2 , причём X_2 будет соответствовать начальному допустимому решению B . Вектор C также разделим на вектора C_1 и C_2 в соответствии с разбиением вектора X . Тогда получим следующую матричную запись:

$$\begin{bmatrix} 1 & -C_1 & -C_2 \\ 0 & A & E \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z \\ X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ b \end{bmatrix}, \quad (1.3)$$

здесь X_B – базисный вектор переменных, а C_B – вектор коэффициентов целевой функции, то есть на данной итерации целевая функция выглядит как $z = X_B \cdot$

$$C_B,$$

тогда решение запишется следующим образом:

$$\begin{bmatrix} z \\ X_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -C_B \\ 0 & B \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 0 \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -C_B B^{-1} \\ 0 & B^{-1} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 0 \\ b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_B B^{-1} b \\ B^{-1} b \end{bmatrix}. \quad (1.4)$$

Симплекс-таблицу получаем из исходной задачи при помощи следующей формулы:

$$\begin{bmatrix} 1 & -C_B B^{-1} \\ 0 & B^{-1} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 1 & -C_1 & -C_2 \\ 0 & A & E \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z \\ X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & C_B B^{-1} b \\ 0 & B^{-1} b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ b \end{bmatrix}. \quad (1.5)$$

Таблица 1.1 Симплекс-таблица

Базис	X_1	X_2	Решение
z	$C_B B^{-1} A - C_1$	$C_B B^{-1} A - C_2$	$C_B B^{-1} b$
X_B	$B^{-1} A$	B^{-1}	$B^{-1} b$

Соответственно, для нахождения оптимального решения необходимо найти матрицу B^{-1} , которая обновляется на каждой итерации на основании того, какие базисные вектора исключаются, а какие небазисные вводятся [7].

1.4 Программная среда MATLAB

MATLAB – пакет прикладных программ для решения научных, технических и инженерных задач при помощи собственного высокоуровневого интерпретируемого языка программирования [8].

Особенностями MATLAB являются его эффективность при работе с матричными структурами данных различных размеров, развитая библиотека встроенных функций, ориентированных на решение широкого класса задач, а также возможность подключения расширений для работы с узкоспециализированными задачами. Данное программное обеспечение используется в различных предметных областях, среди которых выделяют:

1. Финансовый анализ.
2. Нейронные сети.
3. Обработка сигналов и изображений.
4. Визуализация данных.
5. Алгоритмы управления.
6. Базы данных.

7. Генетика и т.д.

В данной работе программа MATLAB была выбрана исходя из её функциональных возможностей, относительно быстрой работы с большими массивами данных, а также перспектив для создания приложения с дружественным графическим интерфейсом пользователя [9].

1.5 Возможности MATLAB для решения ЗЦЛП

Для решения ЗЦЛП в MATLAB (начиная с версий 2014 г.) реализована функция *intlinprog*() [10, 11].

Для данной функции ЗЦЛП имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} f^T \cdot x &\rightarrow \min_x, \\ A \cdot x &\leq b, \\ Aeq \cdot x &= beq, \\ lb &\leq x \leq ub, \end{aligned} \tag{1.6}$$

где x – целочисленный вектор, нахождение которого эквивалентно нахождению оптимального плана;

f – вектор коэффициентов целевой функции;

A – матрица ограничений для системы неравенств;

b – вектор ограничений для системы неравенств;

Aeq – матрица ограничений для системы равенств;

beq – вектор ограничений для системы равенств,

lb , ub – векторы, ограничивающие оптимальный план x снизу и сверху соответственно.

При использовании функции *intlinprog*() для нахождения решения ЗЦЛП каждое уравнение из (1.6) должно быть учтено. Заметим, что для поиска решения задачи вида (1.6) на максимум целевую функцию потребуется записать с противоположенным знаком.

Общий вид функции и её операндов выглядит следующим образом:

$$[x, fval, exitflag] = \text{intlinprog}(f, \text{intcon}, A, b, Aeq, beq, lb, ub),$$

где x – это оптимальный план,

$fval$ – значение целевой функции,

exitflag – индикатор состояния завершённой задачи,
intcon – множество индексов, показывающее какие из переменных оптимального плана должны быть целочисленными.

При отсутствии спецификации того или иного аргумента функции *intlinprog*() на его месте ставится [] (квадратные скобки).

Кроме указанных выше аргументов для функции *intlinprog*() реализована возможность настраивать параметры ее работы при помощи функции *optimoptions*(). Например,

$$options = optimoptions (SolverName, oldoptions);$$
$$[x, fval, exitflag] = intlinprog (f, intcon, A, b, Aeq, beq, lb, ub, options).$$

Функция *optimoptions*() позволяет настраивать следующие параметры: правило выбора вершины в дереве поиска, количество итераций, количество проверяемых вершин, продолжительность выполнения поиска плана, набор методов отсечений и многое другое.

1.6 Стратегии построения опционного портфеля

Опционная стратегия – это комбинация опционов, имеющих разные характеристики [16], например, страйк, время до исполнения, премия опциона. Страйком называется та цена, по которой и будет заключена сделка с базовым активом при исполнении опциона. При правильно выбранной стратегии инвестор может использовать для вложения в производные инструменты денежные средства практически на любой временной промежуток, максимально ограничив свои риски.

Вид целевой функции и ограничений для формирования портфеля может быть определен в зависимости от выбранной инвестором стратегии.

В качестве примера рассмотрим подробнее следующие опционные стратегии [12, 14, 15]:

1. Прогноз на рост (бычий структурированный коллар).
2. Прогноз на падение (медвежий структурированный коллар).
3. Бимодальный прогноз (рост + падение).

1.6.1 Бычий структурированный коллар

Допустим, что инвестор ожидает рост стоимости основного актива до M_E и желает получить максимально возможные денежные выплаты при цене основного актива равной или большей M_E , тогда оптимизационная задача может быть сформулирована следующим образом.

Максимизировать конечную денежную выплату при монотонном бычем наклоне на всем доступном промежутке значений страйков опционов (рис. 1.1).

Запишем математически целевую функцию для получения максимальной денежной выплаты в виде [12]:

$$\begin{aligned} \max F(P, Q, X, Y, M_E) = \sum_{k=1..n} (X_k \cdot (-(P_{Bid(k)} \text{ или } P_{Ask(k)}) + \max(M_E - S_{Ck}; 0)) \\ + (Y_k \cdot (-(Q_{Bid(k)} \text{ или } Q_{Ask(k)}) + \max(S_{Pk} - M_E; 0)) > 0, \end{aligned} \quad (1.7)$$

где P – премии опционов колл,

Q – премии опционов пут,

X – количество колл опционов,

Y – количество пут опционов,

S – страйки опционов пут или колл.

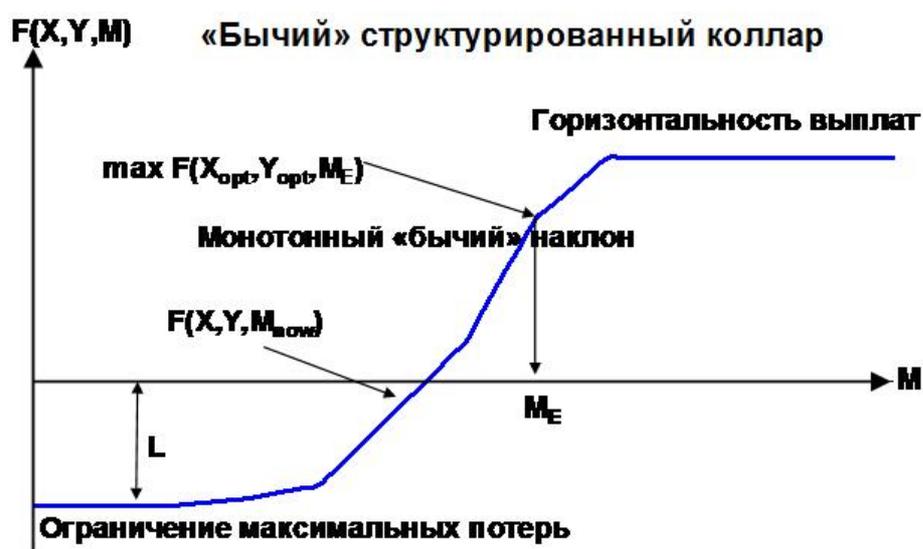


Рис. 1.1. График зависимости целевой функции $F(X, Y, M)$ от значений страйков M при бычем структурированном колларе

Система равенств-ограничений для ограничения уровня максимальных потерь выглядит следующим образом [12, 13]:

$$\begin{aligned} \sum_{k=1..n} Y_k &= 0, \\ \sum_{k=1..n} X_k &= 0, \\ F(P, Q, X, Y, M = \min(S_{C1}; S_{P1})) &= L, \end{aligned} \quad (1.8)$$

где $L < 0$ – величина максимальных потерь. – Монотонность бычьего наклона целевой функции на всем промежутке цены основного актива определяется следующей системой неравенств [12, 13]:

$$\begin{aligned} D_k &= \sum_{S_{ci} \leq S_k} X_i - \sum_{S_{pi} \geq S_{k+1}} Y_j \geq 0, \\ \sum_{k=1..n} (X_k \cdot (P_{Bid(k)} \text{ или } P_{Ask(k)}) + (Y_k \cdot (Q_{Bid(k)} \text{ или } Q_{Ask(k)}))) &< 0. \end{aligned} \quad (1.9)$$

1.6.2 Медвежий структурированный коллар

Допустим, что инвестор ожидает падение стоимости основного актива до размера M_E и желает получить максимально возможные денежные выплаты при цене основного актива равной или меньшей M_E , тогда оптимизационная задачу можно сформулировать следующим образом.

Максимизировать конечную денежную выплату при монотонном медвежьем наклоне на всем доступном промежутке страйков опционов (рис. 1.2).



Рис. 1.2. График зависимости целевой функции $F(X, Y, M)$ от значений страйков M при медвежьем структурированном колларе

Целевая функция получения максимальной денежной выплаты имеет следующий вид [12]:

$$\begin{aligned} \max F(P, Q, X, Y, M_E) = \sum_{k=1..n} (X_k \cdot (-P_{Bid(k)} \text{ или } P_{Ask(k)}) + \max(M_E - S_{Ck}; 0)) \\ + (Y_k \cdot (-Q_{Bid(k)} \text{ или } Q_{Ask(k)}) + \max(S_{Pk} - M_E; 0)) > 0. \end{aligned} \quad (1.10)$$

Система равенств ограничений для ограничения уровня максимальных потерь выглядит следующим образом [12]:

$$\begin{aligned} \sum_{k=1..n} Y_k &= 0, \\ \sum_{k=1..n} X_k &= 0, \\ F(P, Q, X, Y, M = \max(S_{Cn}; S_{Pn})) &= L, \end{aligned} \quad (1.11)$$

где $L < 0$ – величина максимальных потерь.

Монотонность медвежьего наклона целевой функции на всем промежутке цены основного актива определяется следующей системой неравенств [12]:

$$\begin{aligned} D_k = \sum_{S_{Ci} \leq S_k} X_i - \sum_{S_{Pi} \geq S_{k+1}} Y_j \leq 0, \\ \sum_{k=1..n} (X_k \cdot (P_{Bid(k)} \text{ или } P_{Ask(k)}) + (Y_k \cdot (Q_{Bid(k)} \text{ или } Q_{Ask(k)}))) < 0. \end{aligned} \quad (1.12)$$

1.6.3 Бимодальный прогноз

Допустим, что инвестор ожидает движение (падение или рост) стоимости базового актива в двух промежутках цен опционов, которые расположены между минимальным M_1 и максимальным страйками M_5 , причём в этих промежутках возможны две прогнозные максимальные выплаты, определённые точками M_2 и M_4 . Максимальные потери инвестора ограничены в точке M_3 , тогда оптимизационную задачу можно сформулировать следующим образом.

Максимизировать конечную денежную выплату при бимодальном прогнозе, который включает комбинации бычьего и медвежьего наклонов, на всем доступном промежутке биржевых страйков (рис. 1.3).

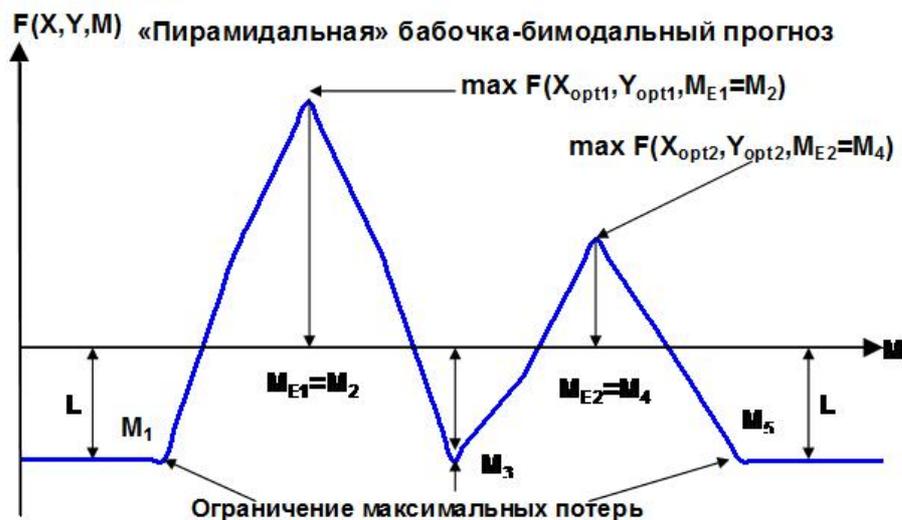


Рис. 1.3. График зависимости целевой функции $F(X, Y, M)$ от значений страйков M при биномиальном прогнозе

Целевая функция получения максимальной денежной выплаты имеет следующий вид [12]:

$$\max F(P, Q, X, Y, M_E) = (F(P, Q, X, Y, M_{E1}) \cdot F(P, Q, X, Y, M_{E2})), \quad (1.13)$$

$$\begin{aligned} \max F(P, Q, X, Y, M_{E1} = M_2) = & \sum_{k=1..n} (X_k \cdot (-P_{Bid(k)} \text{ или } P_{Ask(k)}) + \max(M_{E1} - S_{Ck}; 0)) \\ & + (Y_k \cdot (-Q_{Bid(k)} \text{ или } Q_{Ask(k)}) + \max(S_{Pk} - M_{E1}; 0)) > 0, \end{aligned} \quad (1.14)$$

$$\begin{aligned} \max F(P, Q, X, Y, M_{E2} = M_4) = & \sum_{k=1..n} (X_k \cdot (-P_{Bid(k)} \text{ или } P_{Ask(k)}) + \max(M_{E2} - S_{Ck}; 0)) \\ & + (Y_k \cdot (-Q_{Bid(k)} \text{ или } Q_{Ask(k)}) + \max(S_{Pk} - M_{E2}; 0)) > 0. \end{aligned} \quad (1.15)$$

Система равенств ограничений для ограничения уровня максимальных потерь выглядит следующим образом [12]:

$$\begin{aligned} \sum_{k=1..n} Y_k &= 0, \\ \sum_{k=1..n} X_k &= 0, \\ \min_M F(P, Q, X, Y, M_1) &= L, \\ \min_M F(P, Q, X, Y, M_5) &= L, \\ F(P, Q, X, Y, M_3) &= L. \end{aligned} \quad (1.16)$$

Комбинация монотонных медвежьих и бычьих наклонов целевой функции на всем промежутке цены основного актива определяется следующей системой неравенств [12]:

$$\begin{aligned}
\text{промежуток}[M_1; M_2]: D_k &= \sum_{S_{ci} \leq M_1} X_i - \sum_{S_{pi} \geq M_2} Y_j \geq 0, \\
\text{промежуток}[M_2; M_3]: D_k &= \sum_{S_{ci} \leq M_2} X_i - \sum_{S_{pi} \geq M_3} Y_j \leq 0, \\
\text{промежуток}[M_3; M_4]: D_k &= \sum_{S_{ci} \leq M_3} X_i - \sum_{S_{pi} \geq M_4} Y_j \geq 0, \\
\text{промежуток}[M_4; M_5]: D_k &= \sum_{S_{ci} \leq M_4} X_i - \sum_{S_{pi} \geq M_5} Y_j \leq 0, \\
\sum_{k=1..n} (X_k \cdot (P_{Bid(k)} \text{ или } P_{Ask(k)}) + (Y_k \cdot (Q_{Bid(k)} \text{ или } Q_{Ask(k)}))) &> 0.
\end{aligned} \tag{1.17}$$

2. Результаты численных исследований

2.1 Исходные данные

Для проведения численных экспериментов мы использовали реальные котировки одного из самых ликвидных производных инструментов Тайваньской фьючерсной биржи (Taiwan Futures Exchange) [18] – европейский опцион ТХО¹ за период с 16 мая 2016 по 25 мая 2016, валюта торгов тайваньские доллары (NTD). Цена исполнения опциона ТХО в первый день численного эксперимента составляла $S_0 = 8,067.60$ NTD, в качестве базового актива данного производного инструмента выступает биржевой индекс.

Для построения портфеля из опционов ТХО мы использовали 12 доступных страйков: 6 страйков опционов колл, S_c и 6 страйков опциона пут, S_p :

$$\begin{aligned}
S_c &= (8050 \ 8150 \ 8250 \ 8350 \ 8400 \ 8500); \\
S_p &= (7850 \ 7950 \ 8050 \ 8150 \ 8250 \ 8350);
\end{aligned}$$

Котировочные величины премий колл и пут опционов ТХО для поставленной задачи использованы в виде BID-ASK спрэдов. Их значения представлены в таблицах 2.1 и 2.2 соответственно.

Таблица 2.1

Цена опционов колл в виде BID-ASK спрэдов, NTD

	Call(8050)	Call(8150)	Call(8250)	Call(8350)	Call(8400)	Call(8500)
BID	47	9,8	0,8	0,4	0,3	0,2
ASK	48	10,0	0,9	0,5	0,4	0,3

¹ Спецификация опциона ТХО доступна по ссылке <http://www.taifex.com.tw/eng/eng2/TXO.asp>.

Цена опционов пут в виде BID-ASK спредов, NTD

	Put(7850)	Put(7950)	Put(8050)	Put(8150)	Put(8250)	Put(8350)
BID	2,1	10,5	35,0	98	183	277
ASK	2,2	11,0	35,5	100	190	343

Всевозможное количество комбинаций BID- и ASK-цен для 12 опционов составляет $2^6 \cdot 2^6 = 4096$. Это эквивалентно количеству портфелей, которые можно сформировать, основываясь на этих данных [19].

Ожидаемый уровень (прогноз инвестора) базового актива принята равной $S_T = 8,400$.

Далее нужно было исследовать и определить вид задачи целочисленного линейного программирования для формирования портфеля ценных бумаг относительно трёх стратегий – стратегии роста (бычий коллар), стратегии спада (медвежий коллара) и бимодальной стратегии.

2.2 Стратегия роста

При данной стратегии инвестор прогнозирует рост базового актива до уровня $S_T = 8,400$ и планирует получить максимальную денежную выплату в дату исполнения опциона (через 9 дней). Уровень максимальных потерь должен составить не более чем $L = -100$ NTD. Оптимальная стоимость продукта составляет $N = 100$ NTD.

По формулам (1.9) запишем систему ограничений-неравенств:

$$\text{промежуток}[7850; 7950): -(Xp_2 + \dots + Xp_6) \geq 0,$$

$$\text{промежуток}[7950; 8050): -(Xp_3 + \dots + Xp_6) \geq 0,$$

$$\text{промежуток}[8050; 8150): -(Xp_4 + \dots + Xp_6) \geq 0,$$

$$\text{промежуток}[8150; 8250): Xc_1 - (Xp_5 + Xp_6) \geq 0,$$

$$\text{промежуток}[8250; 8350): Xc_1 + Xc_2 - Xp_6 \geq 0,$$

$$\text{промежуток}[8350; 8400): Xc_1 + Xc_2 + Xc_3 \geq 0,$$

$$\text{промежуток}[8400; 8500): Xc_1 + \dots + Xc_4 \geq 0,$$

Далее перепишем эту систему в виде $Ax \leq 0$ и представим ее в виде матрицы

коэффициентов A :

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Вектор B ограничений-неравенств, равный значениям в правой части системы неравенств – нулевой:

$$B = (0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0)^T.$$

Матрица коэффициентов системы ограничений-равенств A_{eq} примет следующий вид:

$$A_{eq} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ C(k,1) & . & . & . & . & C(k,7) & . & . & . & . \\ -C(k,1)+\max(Sp(1)-Sc(1)) & . & . & . & . & -C(k,7)+\max(Sp(1)-Sp(1)) & . & . & . & . \end{pmatrix},$$

где $C(k, i)$, $i = \overline{1,12}$, $k = \overline{1,4096}$ – это значение BID- или ASK цены опциона, записанное в матрицу C , которая представляет собой совокупность всех комбинаций использованных цен. Заметим, что часть матрицы коэффициентов A_{eq} постоянна, а часть изменяется на каждой итерации.

Вектор B_{eq} ограничений-равенств выглядит следующим образом:

$$B_{eq} = (0 \ 0 \ 100 \ -100)^T.$$

Целевая функция F определяется по формуле (1.7), а вектор её коэффициентов определяется как:

$$F = [-C(k,1) + \max(S_T - Sc(1)); \dots; -C(k, 6) + \max(S_T - Sc(6)); \\ -C(k, 7) + \max(Sp(1) - S_T); \dots; -C(k,12) + \max(Sp(6) - S_T)]_{k \in \overline{1,4096}}$$

После математической постановки ЗЦЛП (1.6) для ее решения мы использовали функцию *intlinprog*(). В результате вычислений мы получили таблицу результатов, по которой сформирован оптимальный портфель для рассматриваемой стратегии роста (таблица 2.3). Покупка или продажа контрактов определяется знаком плюс или минус соответственно.

Таблица 2.3

Результаты решения ЗЦП для стратегии роста

№	Call/Put	Количество контрактов	BID/ASK цена	Страйк	Значения целевой функции
1	Call	0	47.00(BID)	7850	-100.00
2	Call	0	10.00(ASK)	7900	-100.00
3	Call	0	0.90(ASK)	7950	-100.00
4	Call	+10	0.40(BID)	8050	-100.00
5	Call	-10	0.30(BID)	8100	-100.00
6	Call	0	0.30(ASK)	8150	-100.00
7	Put	0	2.10(BID)	8200	0.00
8	Put	0	10.50(ASK)	8250	100.00
9	Put	0	35.00(ASK)	8300	400.00
10	Put	+2	100.00(BID)	8350	700.00
11	Put	+4	190.00(BID)	8400	1200.00
12	Put	- 6	277.00(ASK)	8500	1200.00

Графическое представление полученного оптимального решения представлено на рис. 2.1. Листинг программы приведён в Приложении 1.

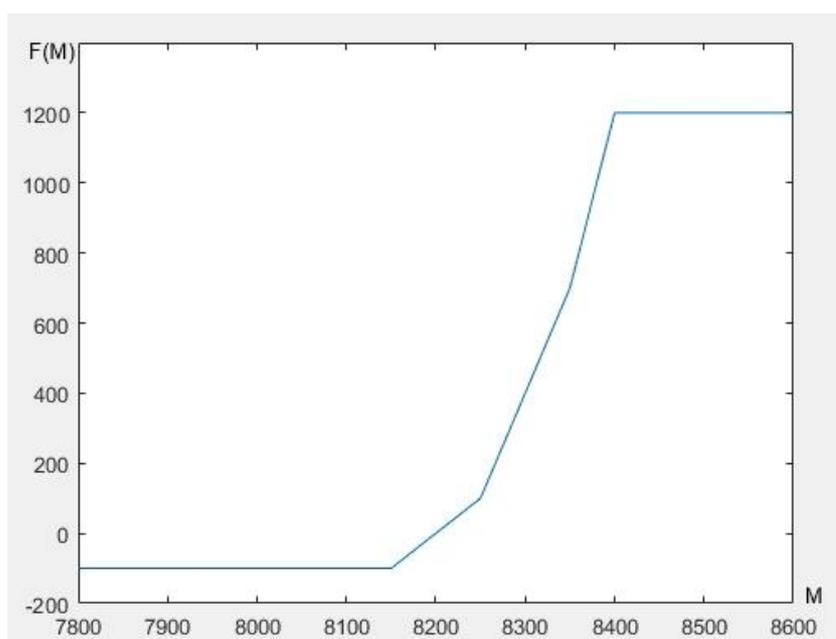


Рис. 2.1. График зависимости целевой функции F от значений страйков S_c и S_p для стратегии роста

2.3 Стратегия спада

При данной стратегии инвестор ожидает спада цены стоимости базового актива до $S_T = 7,950$ и запрашивает реализацию портфеля с медвежьим монотонным наклоном. Набор остальных переменных и их значения остаются теми же, что и для предыдущей стратегии, изменения происходят лишь в системах ограничений.

По формулам (1.12) распишем систему ограничений-неравенств:

$$\begin{aligned}
 \text{промежуток}[7850; 7950): & -(Xp_2 + \dots + Xp_6) \leq 0, \\
 \text{промежуток}[7950; 8050): & -(Xp_3 + \dots + Xp_6) \leq 0, \\
 \text{промежуток}[8050; 8150): & -(Xp_4 + \dots + Xp_6) \leq 0, \\
 \text{промежуток}[8150; 8250): & Xc_1 - (Xp_5 + Xp_6) \leq 0, \\
 \text{промежуток}[8250; 8350): & Xc_1 + Xc_2 - Xp_6 \leq 0, \\
 \text{промежуток}[8350; 8400): & Xc_1 + Xc_2 + Xc_3 \leq 0, \\
 \text{промежуток}[8400; 8500): & Xc_1 + \dots + Xc_4 \leq 0,
 \end{aligned}$$

Система сразу же определена в виде $Ax \leq 0$. Представим её в качестве матрицы коэффициентов A .

$$A = \begin{pmatrix}
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 \\
 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 \\
 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\
 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0
 \end{pmatrix}$$

Вектор B ограничений-неравенств, равный значениям в правой части системы неравенств - нулевой:

$$B = (0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0)^T$$

Матрица коэффициентов системы ограничений-равенств A_{eq} примет следующий вид:

$$A_{eq} = \begin{pmatrix}
 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\
 C(k,1) & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & C(k,7) & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
 -C(k,1) + \max(Sp(6) - Sc(1)) & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & -C(k,7) + \max(Sp(1) - Sp(6)) & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot
 \end{pmatrix},$$

где $C(k, i)$, $i = \overline{1,12}$, $k = \overline{1,4096}$ – это значение BID или ASK цены опциона,

записанное в матрицу C , которая представляет собой совокупность всех комбинаций этих цен.

Вектор Beq ограничений-равенств выглядит следующим образом:

$$Beq = (0 \ 0 \ 100 \ -100)^T$$

Целевая функция F определяется по формуле (1.10), а вектор её коэффициентов определяется как:

$$F = [-C(k,1) + \max(S_T - Sc(1)); \dots; -C(k,6) + \max(S_T - Sc(6)); \\ -C(k,7) + \max(Sp(1) - S_T); \dots; -C(k,12) + \max(Sp(6) - S_T)]_{k \in \overline{1,4096}}$$

После математической постановки ЗЦЛП (1.6) для ее решения мы использовали функцию *intlinprog*(). В результате вычислений мы получили таблицу результатов, по которой сформирован оптимальный портфель для данной стратегии спада:

Таблица 2.4

Результаты решения ЗЦЛП для стратегии спада

№	Call/Put	Количество контрактов	BID/ASK цена	Страйк	Значения целевой функции
1	Call	-5	47.00(BID)	7850	2300.00
2	Call	+4	10.00(ASK)	7900	1950.00
3	Call	+1	0.90(ASK)	7950	1600.00
4	Call	0	0.40(BID)	8000	-100.00
5	Call	+9	0.30(BID)	8050	-100.00
6	Call	-9	0.30(ASK)	8100	-700.00
7	Put	-7	2.10(BID)	8150	-1300.00
8	Put	-10	10.50(ASK)	8250	-1100.00
9	Put	+10	35.00(ASK)	8300	-1050.00
10	Put	+10	100.00(BID)	8350	-1000.00
11	Put	-2	190.00(BID)	8400	-1000.00
12	Put	-1	277.00(ASK)	8500	-100.00

Графическое предоставление полученного оптимального решения представлено на рис. 2.2. Листинг программы приведён в Приложении 2.

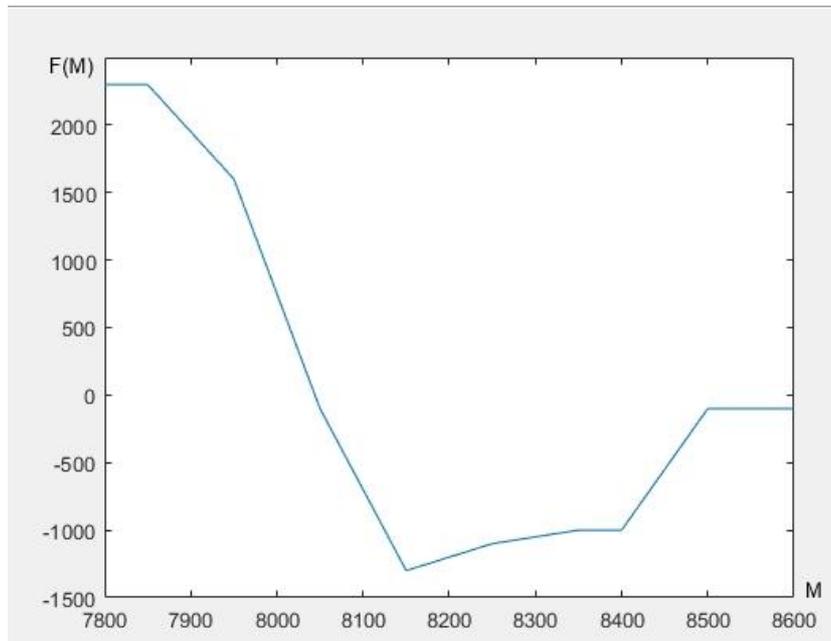


Рис. 2.2. График зависимости целевой функции F от значений страйков S_c и S_p для стратегии спада

2.4 Бимодальная стратегия

При данной стратегии инвестор запрашивает реализацию портфеля с комбинацией медвежьих и бычьих монотонных склонов. В данной задаче к уже существующему набору переменных добавляется два граничных значения для прогнозируемого интервала цен: $S_{T_1} = 8,400$ и $S_{T_2} = 7,950$.

По формулам (1.17) распишем систему ограничений-неравенств:

$$\text{промежуток}[7850; 7950): -(Xp_2 + \dots + Xp_6) \geq 0,$$

$$\text{промежуток}[7950; 8050): -(Xp_3 + \dots + Xp_6) \geq 0,$$

$$\text{промежуток}[8050; 8150): -(Xp_4 + \dots + Xp_6) \leq 0,$$

$$\text{промежуток}[8150; 8250): Xc_1 - (Xp_5 + Xp_6) \leq 0,$$

$$\text{промежуток}[8250; 8350): Xc_1 + Xc_2 - Xp_6 \geq 0,$$

$$\text{промежуток}[8350; 8400): Xc_1 + Xc_2 + Xc_3 \geq 0,$$

$$\text{промежуток}[8400; 8500): Xc_1 + \dots + Xc_4 \leq 0,$$

Перепишем систему в виде $Ax \leq 0$ и представим в качестве матрицы коэффициентов A .

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Вектор B ограничений-неравенств, равный значениям в правой части системы неравенств, будет являться нулевым:

$$B = (0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0)^T$$

Матрица коэффициентов системы ограничений-равенств A_{eq} примет следующий вид:

$$A_{eq} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ C(k,1) & \dots & \dots & \dots & \dots & C(k,7) & \dots & \dots & \dots & \dots \\ -C(k,1)+\max(Sp(1)-Sc(1)) & \dots & \dots & \dots & \dots & -C(k,7)+\max(Sp(1)-Sp(1)) & \dots & \dots & \dots & \dots \\ -C(k,1)+\max(Sc(1)-Sc(1)) & \dots & \dots & \dots & \dots & -C(k,7)+\max(Sp(1)-Sc(1)) & \dots & \dots & \dots & \dots \\ -C(k,1)+\max(Sc(6)-Sc(1)) & \dots & \dots & \dots & \dots & -C(k,7)+\max(Sp(1)-Sc(6)) & \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix},$$

где $C(k, i)$, $i = \overline{1,12}$, $k = \overline{1,4096}$ – это значение BID- или ASK цены опциона, записанное в матрицу C , которая представляет собой совокупность всех комбинаций этих цен.

Вектор Beq ограничений-равенств выглядит следующим образом:

$$Beq = (0 \ 0 \ 100 \ -100 \ -100 \ -100)^T$$

Целевая функция F определяется по формулам (1.13), (1.14), (1.15).

После математической постановки ЗЦЛП (1.6) для ее решения мы использовали функцию *intlinprog*(). В результате вычислений мы получили таблицу результатов, по которой сформирован оптимальный портфель для данной бимодальной стратегии:

Таблица 2.5

Результаты решения ЗЦЛП для бимодальной стратегии

№	Call/Put	Количество контрактов	BID/ASK цена	Страйк	Значения целевой функции
1	Call	+3	47.00(BID)	7850	-100.00

2	Call	-7	10.00(ASK)	7900	-100.00
3	Call	+6	0.90(ASK)	7950	-100.00
4	Call	-4	0.40(BID)	8000	-100.00
5	Call	+2	0.30(BID)	8050	-100.00
6	Call	0	0.30(ASK)	8100	50.00
7	Put	0	2.10(BID)	8150	200.00
8	Put	0	10.50(ASK)	8250	-600.00
9	Put	0	35.00(ASK)	8300	-300.00
10	Put	-4	100.00(BID)	8350	0.00
11	Put	+8	190.00(BID)	8400	-100.00
12	Put	-4	277.00(ASK)	8500	-100.00

Графическое представление полученного оптимального решения представлено на рис. 2.2. Листинг программы приведён в Приложении 2.

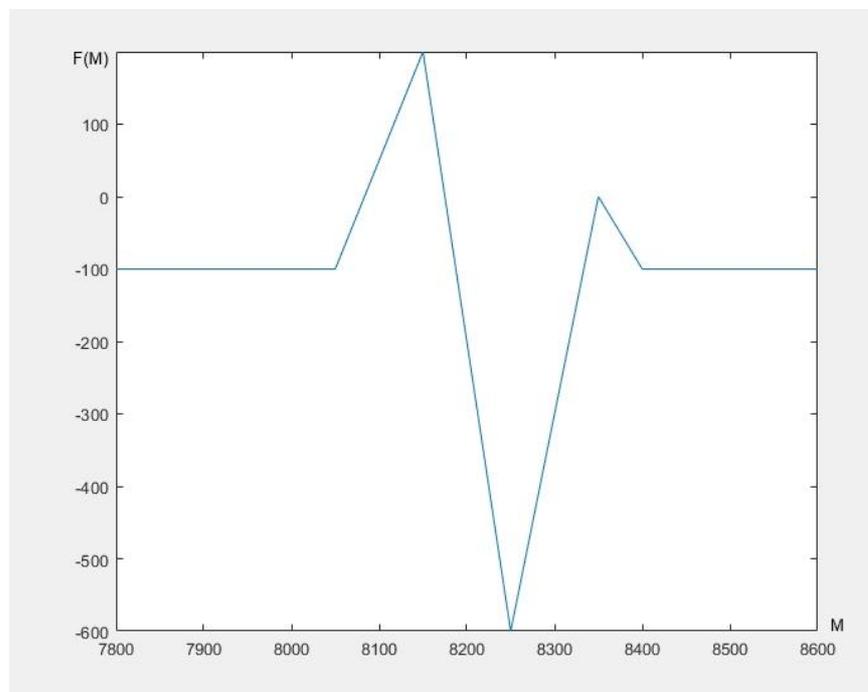


Рис. 2.3. График зависимости целевой функции F от значений страйков S_c и S_p для бимодальной стратегии

2.5 Заключение

В данной работе на основе исторических котировок опционов ТХО Тайваньской фьючерсной биржи в период с 16.05.2016 по 25.05.2016 были построены оптимальные опционные портфели для трех прогнозов движения цены базового актива: а) рост, б) падение, в) комбинация рост и падение. Для реализации указанных прогнозов были математически сформулированы и программно решены задачи линейного целочисленного программирования в пакете прикладных программ MATLAB.

Сформированные опционные портфели соответствуют заданным требованиям инвестора, определенным как целевая функция и ограничения соответствующих задач линейного целочисленного программирования, что показало корректность используемых для нахождения портфелей математических методов.

3. Социальная ответственность

3.1 Характеристика рабочего места

Выпускная квалификационная работа студента выполнялась в десятом корпусе ТПУ на кафедре высшей математики и математической физики. Рабочее место находится на четвертом этаже здания в кабинете 427. и представляет собой комнату длиной – 5 м., шириной – 4 м. и высотой – 3 м. Естественное освещение кабинета осуществляется посредством одного окна размерами 2,2 м. х 1,5 м. Дверь – металлическая, одностворчатая, серого цвета. Высота двери – 2 м., ширина - 1 м. Стены комнаты окрашены водоэмульсионной краской бежевого цвета. Потолок подвесной, плиточный. Пол покрыт линолеумом. Площадь кабинета составляет 20 м^2 , объем – 60 м^3 .

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [20], норма площади рабочего места с персональным компьютером составляет $4,5 \text{ м}^2$. В рассматриваемой аудитории установлено 4 рабочих места с персональными компьютерами и жидкокристаллическими экранами. Соответственно, на одного человека приходится 5 м^2 , что соответствует вышеуказанным требованиям.

3.2 Вредные факторы производственной среды

3.2.1 Освещенность рабочей зоны

Рабочее (общее) освещение – это основное освещение, обеспечивающее нормальные условия для нахождения человека в помещении. Под нормальными понимаются условия жизнедеятельности человека, при которых он не напрягает зрение, чтобы выполнить любое действие, для которого данное помещение предназначено [21].

Освещение в недостаточной степени может привести к напряжению зрения, ослаблению внимания и наступлению преждевременной утомленности. Слепение, резь в глазах и раздражение могут быть вызваны чрезмерно ярким освещением. Свет на месте труда может создать сильные тени или отблески, а также дезориентировать работающего. Основным документом, регламентирующим нормы освещенности, является СНиП 23-05-95 [22].

Свет является естественным условием жизни человека. Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда. На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Существует три вида освещения: естественное – за счёт солнечного излучения, искусственное – за счёт источников искусственного света и совмещенное – освещение, включающее в себя как естественное, так и искусственное освещения.

В данном рабочем помещении используется комбинированное освещение: искусственное и естественное. Искусственное освещение создается люминесцентными лампами типа ЛД.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $a = 6$ м, ширина $b = 4$ м, высота $H = 2,8$ м. Высота рабочей

поверхности над полом $h_p = 0,75$ м. Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3.

Выбираем лампу дневного света ЛД-40, световой поток которой равен ФЛД = 2300 Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-40. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1227 мм, ширина – 265 мм.

На первом этапе определим значение индекса освещенности:

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{b}{L} = \frac{4}{1,7} = 2,35 \approx 2$$

После первого расчета светового потока при числе рядов светильников равном 2, необходимый световой поток светильника вышел за пределы требуемого диапазона, поэтому увеличим число рядов светильников в помещении до трех – $Nb = 3$.

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{a}{L} = \frac{6}{1,7} = 3,53 \approx 4$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 4 \cdot 3 = 12$$

Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $N = 24$.

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{1,7}{3} = 0,57 \text{ м}$$

Размещаем светильники в три ряда. План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами предоставлен на Рис.3.1.

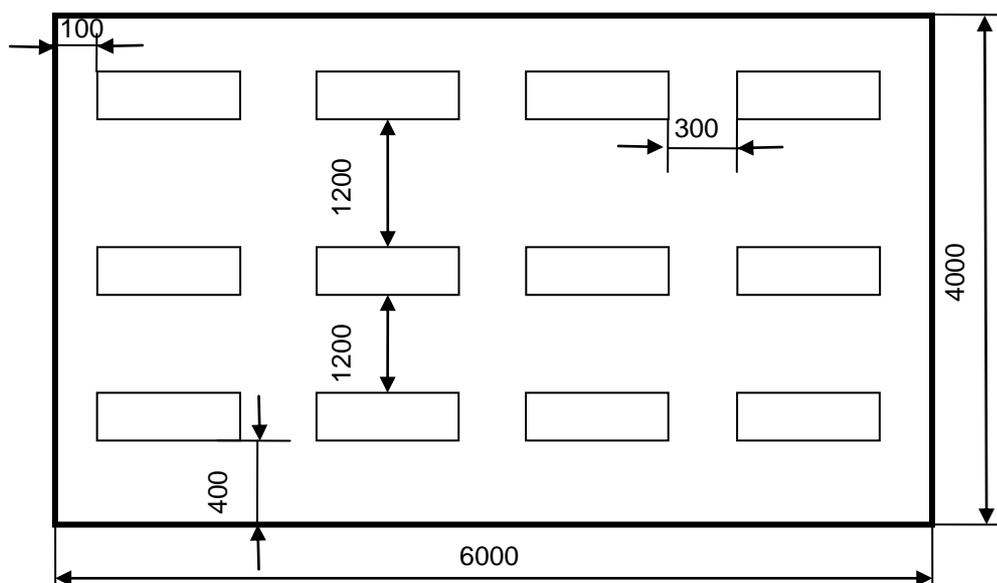


Рис. 3.1. План размещения светильников

Световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_n * S * K_3 * Z}{N * \eta},$$

где E_n – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, лк;

S – площадь освещаемого помещения, м².

K_3 – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т. е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли;

Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение $E_{ср} / E_{min}$.
Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

N – число ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока.

Данное помещение относится к типу помещения со средним выделением пыли, в связи с этим $K_3 = 1,5$; состояние потолка – свежепобеленный, поэтому значение коэффициента отражения потолка $\rho_n = 70$; состояние стен – побеленные бетонные стены, поэтому значение коэффициента отражения стен $\rho_c = 50$. Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при $\rho_n = 70 \%$, $\rho_c = 50\%$, и индексе помещения $i = 1,55$ равен $\eta = 0,47$.

Нормируемая минимальная освещенность при использовании ЭВМ и одновременной работе с документами должна быть равна 600лк.

$$\Phi = \frac{E_n * S * K_z * Z}{N * \eta} = \frac{600 * 24 * 1,5 * 1,1}{24 * 0,47} = 2106 \text{ Лм}$$

Для люминесцентных ламп с мощностью 40Вт и напряжением сети 220В, стандартный световой поток ЛД равен 2300 Лм.

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{л.расч.}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%$$

$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{л.расч.}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{2300 - 2106}{2300} \cdot 100\% = 8,43\%$$

$$-10\% \leq 8,43\% \leq 20\%$$

Таким образом необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

3.2.2 Производственный шум

Люди, которым приходится работать в условиях длительного шума, обычно имеют головные боли, раздражительность, сталкиваются со снижением памяти, повышенной утомляемостью, также у многих понижен аппетит, есть боли в ушах и т. д. Перечисленные факты снижают производительность, работоспособность человека, а также качество труда [23].

Шумовой фон помещения создают десять одновременно работающих компьютеров. Также возникает шум, исходящий от принтера или телефонных аппаратов.

Во избежание негативных последствий от производственного шума, его необходимо регулировать в соответствие с нормами, которые указаны в ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Общие требования безопасности» [24].

Допустимые уровни звука и звукового давления для рабочего места программиста согласно вышеуказанному ГОСТу представлены в Табл. 3.1.

Таблица 3.1

Предельно допустимые уровни звука (ГОСТ 12.1.003-83 [24])

Вид трудовой деятельности/ Частоты	Уровни звука и звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	

Научная деятельность, проектирование, программирование, Рабочие места проектно-конструкторских бюро, программистов вычислительных машин и т.д.	86	71	61	54	49	45	42	40	38
--	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Т.е. допустимый уровень звукового давления колеблется от 38 дБ до 86 дБ при частоте от 8000 Гц до 31,5 Гц, соответственно.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ:

1.1. устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;

1.2. изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;

1.3. применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

СИЗ:

2.1. применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

Защита от шумов – заключение вентиляторов в защитный кожух и установление их внутри корпуса ЭВМ. Для снижения уровня шума стены и потолок помещений, где установлены компьютеры, могут быть облицованы звукопоглощающими материалами с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63 - 8000 Гц. Звукопоглощающие облицовки по виду используемого звукопоглощающего материала имеют следующие конструкции: облицовки из жестких однородных пористых материалов; облицовки с перфорированным покрытием в защитных оболочках из ткани и пленки. В качестве пористых материалов применяют плиты минераловатные

холсты из супертонкого стекловолокна, маты из супертонкого базальтового волокна, вспененные полимерные материалы и комбинированные.

3.2.3 Микроклимат помещения

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температур воздуха и поверхностей, относительной влажности воздуха, скорости движения воздуха и интенсивности теплового излучения. Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Оптимальные микроклиматические при воздействии на человека в течение рабочей смены обеспечивают сохранение теплового состояния организма и не вызывают отклонений в состоянии здоровья. Допустимые микроклиматические условия могут приводить к незначительным дискомфортным тепловым ощущениям. Возможно временное (в течение рабочей смены) снижение работоспособности, без нарушения здоровья.

Нормы оптимальных и допустимых показателей микроклимата при работе с ЭВМ устанавливает СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 . Все категории работ разграничиваются на основе интенсивности энергозатрат организма в ккал/ч (Вт). Работа, производимая сидя и сопровождающаяся незначительным физическим напряжением, относится к категории Ia – работа с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт). Для данной категории допустимые нормы микроклимата представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2

Допустимые величины показателей микроклимата (СанПиН 2.2.4.548 – 96) [26]

Сезон года	Категория тяжести	Температура, С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/сек
------------	-------------------	----------------	----------------------------	----------------------------------

		Фактическое значение	Допустимое значение	Фактическое значение	Допустимое значение	Фактическое значение	Допустимое значение
Холодный	Ia	(22÷24)	(19÷24)	55	(15÷75)	0,1	≤0,1
Теплый	Ia	(23÷25)	(20÷28)	55	(15÷75)	0,1	≤0,2

Анализируя таблицу 3.2, можно сделать вывод, что в рассматриваемом помещении параметры микроклимата соответствуют нормам СанПиН. Допустимый уровень микроклимата помещения обеспечивается системой водяного центрального отопления и естественной вентиляцией.

Если температура воздуха отличается от нормальной, то время пребывания в таком помещении должно быть ограничено в зависимости от категории тяжести работ.

Таблица 3.3

Рекомендуемое время работы при температуре воздуха ниже допустимых величин (СанПиН 2.2.4.548 – 96) [26]

Температура воздуха, °С	Время пребывания, не более, ч
17	6
18	7

Таблица 3.4

Рекомендуемое время работы при температуре воздуха выше допустимых величин (СанПиН 2.2.4.548 – 96) [26]

Температура воздуха, °С	Время пребывания, не более, ч
30,0	5
29,5	5,5
29,0	6

В производственных помещениях, где допустимые нормативные величины микроклимата поддерживать не представляется возможным, необходимо проводить мероприятия по защите работников от возможного перегревания и охлаждения. Это достигается различными средствами: применением систем местного кондиционирования воздуха; использованием индивидуальных средств защиты от повышенной или пониженной температуры; регламентацией периодов работы в неблагоприятном микроклимате, и отдыха в помещении с микроклиматом, нормализующим тепловое состояние; сокращением рабочей смены и др.

Профилактика перегревания работников в нагревающем микроклимате включает следующие мероприятия: нормирование верхней границы внешней термической нагрузки на допустимом уровне применительно к 8-часовой рабочей смене; регламентация продолжительности воздействия нагревающей среды (непрерывно и за рабочую смену) для поддержания среднесменного теплового состояния на оптимальном или допустимом уровне; использование специальных СКЗ и СИЗ, уменьшающих поступление тепла извне к поверхности тела человека и обеспечивающих допустимое тепловое состояние работников. Защита от охлаждения осуществляется посредством одежды, изготовленной в соответствии с требованиями ГОСТ 29335—92 и 29338—92 "Костюмы мужские и женские для защиты от пониженных температур. Технические условия".

3.2.4 Электромагнитное излучение

Электромагнитное излучение - распространяющееся в пространстве возмущение электрических и магнитных полей [27]. Источниками электромагнитного излучения в данном исследовании являются мониторы и системный блок.

Оценка величины уровней ЭМП, проведенная по паспортным данным компьютера и монитора, показала их соответствие нормам ТСО-03 и ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ [27]. В таблице 3.5 приведены нормы уровня ЭМП, которым соответствует техника в кабинете.

Допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПК (ГОСТ 12.1.019-79
ССБТ [27])

Наименование параметров		ВД У ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

Для того, чтобы снизить воздействие таких видов излучения, рекомендуют применять такие мониторы, у которых уровень излучения понижен (MPR-II, TCO-92, TCO-99), а также установить защитные экраны из металлической сетки и соблюдать режимы труда и отдыха.

3.3 Опасные факторы производственной среды

3.3.1 Электробезопасность

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В шахтах для местного освещения должно использоваться напряжение не выше 12 В. При ведении открытых горных работ для питания ручных переносных ламп должно применяться линейное напряжение не выше 36 В переменного тока и до 50 В постоянного тока, а при тепловозной тяге - до 75

В постоянного тока. Смертельным для человека является ток силой 0,1 А и выше.

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

- Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
- Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.
- Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности. Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Помещение, где была разработана бакалаврская работа, принадлежит к категории помещений без повышенной опасности по степени вероятности поражения электрическим током, вследствие этого к оборудованию предъявляются следующие требования:

- экран монитора должен находиться на расстоянии не менее 50 см от пользователя (расстояния от источника);
- применение приэкранных фильтров, специальных экранов.

Защитное заземление — это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Сопrotивление заземления – основной показатель заземляющего устройства, определяющий его способность выполнять свои функции и определяющий его качество в целом.

Сопrotивление заземления зависит от площади электрического контакта заземлителя (заземляющих электродов) с грунтом (“стекание” тока) и удельного электрического сопротивления грунта, в котором смонтирован этот заземлитель (“впитывание” тока). Согласно ПЭУ номинальное сопротивление заземления должно быть не более 4 Ом.

К основным электрoзащитным средствам в электроустановках напряжением до 1000 В относятся:

- изолирующие штанги;
- изолирующие и электроизмерительные клещи;
- диэлектрические перчатки; изолированный инструмент.

Работать со штангой разрешается только специально обученному персоналу в присутствии лица, контролирующего действия работающего. При операциях с изолирующей штангой необходимо пользоваться дополнительными изолирующими защитными средствами – диэлектрическими перчатками и изолирующими основаниями (подставками, ковриками) или диэлектрическими ботами.

Изолирующие клещи применяют в электроустановках до 35 кВ для операций под напряжением с плавкими вставками трубчатых предохранителей, а также для надевания и снятия изолирующих колпаков на ножи однополюсных разъединителей. Изолирующие клещи выполняют из пластмассы.

При пользовании изолирующими клещами оператор должен надевать диэлектрические перчатки и быть изолированным от пола или грунта; при смене патронов трубчатых предохранителей он должен быть в очках. Клещи нужно держать в вытянутых руках.

К дополнительным изолирующим электрoзащитным средствам относятся диэлектрические перчатки, боты, резиновые коврики и дорожки, изолирующие подставки на фарфоровых изоляторах и переносные заземления.

Перед началом работы следует убедиться в отсутствии свешивающихся

со стола или висящих под столом проводов электропитания, в целостности вилки и провода электропитания, в отсутствии видимых повреждений аппаратуры и рабочей мебели, в отсутствии повреждений и наличии заземления приэкранного фильтра.

3.3.2 Пожарная безопасность

Также к опасным факторам относится и пожарная безопасность (ГОСТ 12.0.003-74 [28]). Пожарная безопасность осуществляется системой пожарной защиты и системой предотвращения пожара.

По взрыво- и пожароопасности все помещения, согласно техническому регламенту НПБ 105-95 [29], делятся на 5 категорий, в зависимости от применяемых на производстве веществ и их количества.

По пожарной и взрывопожарной опасности помещения производственного и складского назначения независимо от их функционального назначения подразделяются на следующие категории:

- 1) повышенная взрывопожароопасность (А);
- 2) взрывопожароопасность (Б);
- 3) пожароопасность (В1 - В4);
- 4) умеренная пожароопасность (Г);
- 5) пониженная пожароопасность (Д).

К категории А относятся помещения, в которых находятся (обращаются) горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 градусов Цельсия в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 килопаскалей, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 килопаскалей.

К категории Б относятся помещения, в которых находятся (обращаются) горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 градусов Цельсия, горючие жидкости в таком количестве,

что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 килопаскалей.

К категориям В1 - В4 относятся помещения, в которых находятся (обращаются) горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б.

К категории Г относятся помещения, в которых находятся (обращаются) негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

К категории Д относятся помещения, в которых находятся (обращаются) негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Рассматриваемая учебная аудитория относится к пожароопасной категории В [30].

Основные причины возникновения пожаров:

1. Нарушение правил пожарной безопасности;
2. Перегрузка электросети;
3. Неисправность прибора;
4. Разряд молнии и неисправность молниеотвода.

Для того что бы избежать возникновения пожара необходимо проводить следующие профилактические работы, направленные на устранение возможных источников возникновения пожара:

- периодическая проверка проводки;
- отключение оборудования при покидании рабочего места;
- проведение инструктажа работников о пожаробезопасности.

Для предотвращения пожара в аудитории с ПЭВМ имеется:

- углекислотный огнетушитель типа ОУ-2 (данный тип огнетушителя подходит для помещений с электрооборудованием (ГОСТ Р 51057-01[31]);
- Пожарная сигнализация ДИП-ЗСУ (извещатель пожарный, дымовой оптико-электронный точечный).

3.4 Региональная безопасность

Воздействие на литосферу предусматривает под собой утилизацию электронной техники: компьютеров, сканеров и т.п. Утилизация такого оборудования является достаточно сложной, так как такие они имеют сложную структуру. Непосредственная переработка большей части компонентов включает в себя их сортировку, последующую гомогенизацию и отправку для повторного использования, т.е. с предварительным помолом или переплавкой.

При рассмотрении влияния процесса утилизации персонального компьютера были выявлены особо вредные выбросы согласно ГОСТ Р 51768-2001 [32]. В случае выхода из строя компьютеров, они списываются и отправляются на специальный склад, который при необходимости принимает меры по утилизации списанной техники и комплектующих.

3.5 Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды – это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

С точки зрения потребления ресурсов компьютер потребляет сравнительно небольшое количество электроэнергии, что положительным образом сказывается на общей экономии потребления электроэнергии в целом.

Основными отходами являются черновики бумаги и отработавшие люминесцентные лампы. Так как черновики могут содержать конфиденциальную информацию, то их разрезают на мелкие кусочки,

упаковывают и отправляют на утилизацию. Люминесцентные лампы упаковывают в герметичную тару и отправляют на предприятие, утилизирующее ртутьсодержащие отходы [32].

При выполнении бакалаврской работы никакого ущерба окружающей среде нанесено не было.

3.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

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

Всякий работник при обнаружении пожара должен (ППБ 01-03 [33]):

- незамедлительно сообщить об этом в пожарную охрану;
- принять меры по эвакуации людей, каких-либо материальных ценностей согласно плану эвакуации;
- отключить электроэнергию, приступить к тушению пожара первичными средствами пожаротушения.

При возникновении пожара должна сработать система пожаротушения, передав на пункт пожарной станции сигнал о ЧС. В случае если система не сработала, то необходимо самостоятельно произвести вызов пожарной службы по телефону 101, сообщить точный адрес места возникновения ЧС и ожидать приезда специалистов.

Рабочее место располагается в 10 корпусе ТПУ 427(А) аудитория. План эвакуации четвертого этажа 10 корпуса представлен на Рис.3.2.



Рисунок 3.2 – План пожарной эвакуации

3.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Работа программиста связана с постоянной работой за компьютером, следовательно, могут возникать проблемы, связанные со зрением. Также неправильная рабочая поза может оказывать негативное влияние на здоровье. Таким образом, неправильная организация рабочего места может послужить причиной нарушения здоровья и появлением психологических расстройств.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»:

- яркость дисплея не должна быть слишком низкой или слишком высокой;
- размеры монитора и символов на дисплее должны быть оптимальными;

- цветовые параметры должны быть отрегулированы таким образом, чтобы не возникало утомления глаз и головной боли.
- опоры для рук не должны мешать работе на клавиатуре;
- верхний край монитора должен находиться на одном уровне с глазом, нижний – примерно на 20° ниже уровня глаза;
- дисплей должен находиться на расстоянии 45-60 см от глаз;
- локтевой сустав при работе с клавиатурой нужно держать под углом 90° ;
- каждые 10 минут нужно отводить взгляд от дисплея примерно на 5-10 секунд;
- монитор должен иметь антибликовое покрытие;
- работа за компьютером не должна длиться более 6 часов, при этом необходимо каждые 2 часа делать перерывы по 15-20 минут;
- высота стола и рабочего кресла должны быть комфортными.

Требования к организации рабочего места представлены на рис. 3.3.



Рис. 3.3 – Организация рабочего места

Для подведения общей картины по выполнению работы можно сделать вывод о том, что помещение удовлетворяет всем необходимым нормам для выполнения работы. Были приведены рекомендации для защиты от возможных угроз для безопасности жизнедеятельности, при соблюдении которых работа будет доведена до логического завершения.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Потенциальные потребители продукта

Разрабатываемый программный продукт предназначен для использования людьми, специализирующимися на трейдинге и работе с портфелями. Для них ПО данного типа должно служить инструментом упрощения работы с данными и громоздкими расчетами, а также решением для тех ситуаций, когда приходится разбираться в чужих, зачастую путанных разработках в виде программного кода, не имеющих интерфейса.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Основными конкурентами являются организации, деятельность которых связана с использованием вычислительной техники и информационных технологий и последующим написанием программного обеспечения.

Конкурентами реализованного программного продукта могут выступать модели формирования портфелей, основанные на других методах.

В то время, как в данной работе был рассмотрен и реализован метод целочисленного линейного программирования, могут быть конкурентные

решения с использованием других методов формирования портфелей инвестиций. Таким образом рассмотрим оценочную карту, если первый конкурент формирует портфели, используя метод Марковица (k_1), а второй конкурент реализует метод Шарпа (k_2).

Таблица 4.1

Анализ конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Скорость расчёта	0,12	4	5	4	0,48	0,6	0,48
2. Удобство использования выбранной модели	0,09	4	5	3	0,36	0,55	0,27
3. Простота понимания модели	0,08	4	4	4	0,32	0,32	0,32
4. Надежность программы	0,09	5	4	4	0,45	0,36	0,36
5. Сходимость модели	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
6. Потребность в ресурсах памяти	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
7. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,08	4	4	4	0,32	0,32	0,32
8. Адаптивность метода	0,08	3	3	3	0,24	0,24	0,24
9. Возможность расчётов через облако	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
10. Применимость метода для опционов с разными базовыми активами	0,07	5	5	5	0,35	0,35	0,35
11. Точность расчетов	0,14	5	4	3	0,7	0,56	0,42
Итого	1	48	47	42	4,4	4,4	3,76

Выбор технических критериев оценки ресурсоэффективности обусловлен ожиданиями эффективности полученных результатов и минимизации затрат по их получению. Желаемым результатом является высокая скорость расчетов, низкая потребность в ресурсах памяти, простота понимания используемых моделей, интерпретации результатов, возможность исправить код программы под личные нужды.

По результатам сравнения конкурентных решений можно сказать, что реализуемый проект не уступает в ресурсоэффективности методу Марковица (K1) и превосходит по большинству критериев метод Шарпа (K2).

4.1.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Описание сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз. Результаты первого этапа представлены в Приложении 4.

Интерактивная матрица проекта представлена в табл.4. 2:

Таблица 4.2

Интерактивная матрица проекта (сильные стороны)

	C1	C2	C3
B1	+	-	+
B2	0	+	0
У1	+	-	0
У2	+	+	+

Таким образом, можно сделать вывод, что проект необходимо развивать, применяя наиболее новые и оптимизированные интерфейсы, что позволит создать наиболее конкурентоспособную разработку устройства.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Перечень этапов работы представлен в таблице 4.3.

Таблица 4.3

Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Выбор направления исследований	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	4	Изучение методических материалов по языку программирования	Инженер
	5	Редактирование имеющегося кода	Инженер
	6	Тестирование разработок на предмет ошибок	Инженер
Проектирование интерфейса	7	Разбиение программного кода на части	Инженер
	8	Создание макета интерфейса	Инженер
	9	Соединение элементов интерфейса с кодом	Инженер
	10	Тестирование программы	Руководитель темы
	11	Анализ проделанной работы	Инженер, Руководитель темы
Документирование	12	Написание отчёта по проделанной НИР	Инженер

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Оценим трудоемкость выполнения вышеозначенных работ. Для этого оценим минимальное и максимальное время выполнения каждой. Также произведем расчет ожидаемого значения трудоемкости по следующей формуле:

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

где $t_{\text{ож}i}$ – 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.

Рассчитаем значение ожидаемой трудоемкости работ.

Установление длительности работ в рабочих днях осуществляется по формуле:

$$t_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

где t_{pi} – трудоемкость работы, человеко-дни;

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

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы 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 необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} * K_{\text{кал}}$$

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

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

$K_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности, предназначен для перевода

рабочего времени в календарное.

Коэффициент календарности определяется по формуле:

$$K_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{пр}} - T_{\text{вых}}}$$

где $T_{\text{кал}}$, $T_{\text{пр}}$, $T_{\text{вых}}$ - число календарных, праздничных и выходных дней в году, соответственно.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе необходимо округлить до целого числа.

Вычислим коэффициент календарности:

$$K_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{пр}} - T_{\text{вых}}} = \frac{365}{365 - 14 - 52} = 1,22$$

Таблица 4.4

Временные показатели осуществления комплекса работ

№ работ	Продолжительность работ			Исполнители	t _{рi} , человеко-дни		t _{кi} , человеко-дни	
	t _{min i} , человеко-дни	t _{max i} , человеко-дни	t _{ож i} , человеко-дни					
1	1	3	2	Р	2		2	
2	14	18	16	И	16		20	
3	3	6	4	И	4		5	
4	7	10	8	И	8		10	
5	4	7	5	И	5		6	
6	2	4	3	И	3		4	
7	4	7	5	И	5		6	
8	3	5	4	И	4		5	
9	3	5	4	И	4		5	
10	2	4	3	Р, И	2	2	2	2
11	2	4	3	Р, И	2	2	2	2
12	4	7	5	И	5		6	
ИТОГО					6	58	6	71

Календарный план-график

№ раб	Содержание работ	Исполнитель	t _{кi} , дни	Продолжительность выполнения работ, дни										
				Март			Апрель			Май				
				10	10	10	10	10	10	10	10	10		
1	Составление и утверждение технического задания	Р, И	2	■ □										
2	Подбор и изучение материалов по теме	И	20	■										
3	Выбор направления исследований	И	5			■								
4	Изучение методических материалов по языку программирования	И	10			■								
5	Редактирование имеющегося кода	И	6				■							
6	Тестирование разработок на предмет ошибок	И	4					■						
7	Разбиение программного кода на части	И	6					■						
8	Создание макета интерфейса	И	5						■					
9	Соединение элементов интерфейса с кодом	И	5							■				
10	Тестирование программы	Р, И	2							■ □				
11	Анализ проделанной работы	Р, И	2							■ □				
12	Написание отчёта по проделанной НИР	И	6								■			

Руководитель ■ , Бакалавр ■.

4.2.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);

4.2.4 Затраты на материалы

Данная статья отражает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта, включая расходы на их приобретение и доставку. Транспортные расходы принимаются в пределах 3-5% от стоимости материалов. В материальные затраты, помимо вышеуказанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Однако их учет ведется в данной статье только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы. Расчет затрат на материалы производится по форме, приведенной в таблице 4.6.

Таблица 4.6

Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы (Z_M), руб.
Бумага	Пачка	1	250	250
Картридж для принтера	Шт	1	2500	2500
Канцелярские принадлежности	Шт	1	300	300
Итого				3050

4.2.5 Затраты электрoэнергии

Возьмем среднее энергопотребление компьютером за час работы как $\mathcal{E} = 220$ Вт. В день время работы $t = 5$ часов, а тариф на электроэнергию $k = 5,8$. Количество дней, потраченных на работу $N = 58$.

Тогда, рассчитаем затраты на электроэнергию как:

$$З = \frac{\mathcal{E} * k * t * N}{1000} = \frac{220 * 5 * 5,8 * 58}{1000} = 370 \text{ руб.}$$

Значит, материальные затраты теперь составляют $3050+370=3420$ руб.

4.2.6 Основная заработная плата

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 – 30 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата; $З_{доп}$ – дополнительная заработная плата. Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} * T_p$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника; T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.; $З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m * M}{F_d}$$

где Z_M – месячный должностной оклад работника, руб.; F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.;

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;

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p,$$

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

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3;

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3.

Таблица 4.7

Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Оклад	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_M , руб	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	33300	0,3	0,2	1,3	64935	2690	6	16140
Инженер	9899	0	0	1,3	12868	533	58	30914
ИТОГО								47054

4.2.7 Отчисления во внебюджетные фонды

Отчисления во внебюджетные фонды являются обязательными 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:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} * (Z_{осн})$$

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

В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность водится пониженная ставка – 27.1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8

Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная ЗП, руб.	Дополнительная ЗП, руб.
Руководитель+инженер	16140	0
	30914	0
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
ИТОГО:	4374+8377=12751	

4.2.8 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:

$$Z_{накл} = k_{нр} * (Z_{осн} + Z_{внеб} + Z_{мат})$$

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

$$Z_{накл} = 63225 * 0,16 = 10116 \text{ руб.}$$

4.2.9 Формирование бюджета затрат НТИ

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при

формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 4.9.

Таблица 4.9

Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НТИ	3420
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	47054
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	0
4. Отчисления во внебюджетные фонды	12751
5. Накладные расходы	10116
6. Бюджет затрат НТИ	73341

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

Определение эффективности происходит на основе расчета 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.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки; Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения; Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги). За максимально возможную стоимость исполнения примем 100000 руб.

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

В нашем случае вариант исполнения научного исследования один. Поэтому интегральный финансовый показатель равен 1.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки; a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки; b_i^a, b_i^p – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания; n – число параметров сравнения.

$$I_p - \text{исп1} = 5 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,25 = 4,3;$$

$$I_p - \text{испmax} = 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,25 = 5;$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{\text{исп}i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп.}1} = \frac{I_{p-\text{исп1}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп.}1}}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов

исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}$$

Так как исследование выполнено в одном варианте исполнения, рассчитаем интегральный показатель эффективности относительно максимально возможного варианта. Сравнительная эффективность разработки представлена в таблице 4.10.

Таблица 4.10

Сравнительная эффективность разработки

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Оценка	Оценка макс.
Адекватность (статическая значимость)	0,2	5	5
Возможность применения любым Предприятием	0,1	3	5
Требует наличия исторических данных	0,2	5	5
Простота применения	0,25	4	5
Конкурентоспособность (с другими моделями)	0,25	4	5
ИТОГО	1	4,3	5

Таблица 4.11

Интегральный показатель ресурсоэффективности

Показатели	Исп. 1	Исп. max
Интегральный финансовый показатель разработки	0,44	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,3	5
Интегральный показатель эффективности	9,77 5	

Сравнительный показатель эффективности	1,954
--	-------

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Список использованной литературы

1. Боровкова В.А., Рынок ценных бумаг. СПб.: Питер. - 2012. - 352 с.
2. Дж. Дж. Мэрфи Технический анализ фьючерсных рынков. М.: Издательство «Сокол». - 1995. – 479 с.
3. Буренин А.Н. Управление портфелем ценных бумаг. М.: Научно-техническое общество имени академика С.И. Вавилова. – 2008. – 440 с.
4. Скрипниченко М.В. Портфельные инвестиции: Учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО. – 2016. – 40 с.
5. А. А. Корбут, Ю.Ю. Финкельштейн. Дискретные задачи математического программирования // Итоги науки. Сер. Теор. вероятн. Мат. стат. Теор. кибернет. 1966, ВИНТИ, М., 1967, 59–108.
6. Т. Ху. Целочисленное программирование и потоки в сетях. М.: «Мир».– 1974. – 519 с.
7. Коротков М., Гаврилов М. Основы линейного программирования, 2003. – 39 с.
8. Getting Started with MATLAB, COPYRIGHT 1984-2005 by The MathWorks, Inc.
9. Дьяконов В. П. MATLAB. Полный самоучитель. М.: ДМК Пресс. - 2012. – 768 с.
10. Справочная документация MATLAB Help по функции «intlinprog». <https://www.mathworks.com/help/optim/ug/intlinprog.html>
11. Исаев Г.А. Решение задач целочисленного, смешанного и булева программирования в среде MATLAB. - 2016. - 9 с.
12. Пичугин И.С. Структурирование опционных продуктов на основе метода оптимизации конечных денежных выплат. Диссертация на соискание степени к. э. н. ВШЭ: Москва. – 2007. – 153 с.
13. Brown G. G., Dell R. F., Operations Research Department, Naval Postgraduate School Monterey, California 93943, April 2006.
14. М.Э. Фатьянова, А.А. Мицель, М.Е. Семёнов. Финансовая аналитика: Проблемы и решения: научный журнал. — 2016. — № 25 (307). — С. 2-

- 13.
15. М. Э. Фатьянова, М. Е. Семенов Моделирование структурированных финансовых продуктов с использованием различных опционных стратегий// Современное состояние и проблемы естественных наук: сборник трудов II Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, г. Юрга, 4-5 июня 2015 г. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). Издательство ТПУ, 2015. — С. 232-236.
16. Пузановский А.А. Оптимизация портфеля финансовых опционов, Диссертация на соискание степени к. э. н. Москва: ВШЭ. - 2009.
17. Мищенко А.В.. Целочисленные модификации классических моделей портфельных инвестиций // Проблемы анализа риска. 2010. – Т.7. – №2 . – с 78-87.
18. Taiwan Futures Exchange
http://info512.taifex.com.tw/EN/FusaQuote_Norl.aspx
19. М.Е. Fatyanova, М.Е. Semenov Model for constructing an option’s portfolio with a certain payoff function // Proceeding of 3rd International conference “Information Technology and Nanotechnology”, 2017. –р. 254-262.
20. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2003. – 54 с.
21. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. – М.: Центр проектной продукции в строительстве, 2011. – 70 с.
22. ГОСТ 6825-91. Лампы люминесцентные трубчатые для общего освещения. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 242 с.
23. Борьба с шумом на производстве: Справочник / Е.Я. Юдин, Л.А. Борисов; Под общ. ред. Е.Я. Юдина – М.: Машиностроение, 1985. – 400с.
24. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Общие требования безопасности. – М.: Издательство стандартов, 2002. – 13 с.
25. СНиП 23-03-2003. Защита от шума. – М.: Госстрой России, 2004. – 34 с.

26. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 20 с.
27. ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты – М.: Издательство стандартов, 1979. – 10 с.
28. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. - М.: Издательство стандартов, 2001. – 4 с.
29. НПБ 105-95. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности. / Шебеко Ю.Н. – М.: ВНИИПО, 1998. – 119 с.
30. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – М.: Проспект, 2010. – 32 с.
31. ГОСТ Р 51057-01. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний. – М.: Издательство стандартов, 2001. – 48 с.
32. ГОСТ Р 51768-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Методика определения ртути в ртутьсодержащих отходах. Общие требования. – М.: Издательство стандартов, 2001. - 13 с.
33. ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2003. – 111 с.

Приложение 1. Листинг программы для стратегии роста

```
% ФОРМИРОВАНИЕ МАТРИЦЫ С

clc;
x=dlmread('x1.txt');
n=length(x);
a = nchoosek(1:n, n/2);
size(a);
success = any (mod(a(:,1:end-1), 2) & diff(a,1,2)==1,2);
R1=x(a(~success,:));
x=dlmread('x2.txt');
a = nchoosek(1:n, n/2);
success = any (mod(a(:,1:end-1), 2) & diff(a,1,2)==1,2);
R2=x(a(~success,:));
[ii, jj] = ndgrid(1:size(R2,1), 1:size(R1,1));
S = [R1(jj,:) R2(ii,:)];
size(S)

% ЗАПИСЬ В ФАЙЛ

fid = fopen('Matrix_intlinprog.txt', 'w');
if fid == -1
    error('File is not opened');
end
format long g
clear str
str = '%.2f';
for i=1:n-1
str=strcat(str, ' %.2f');
end %i
str=strcat(str, '\r\n');
fprintf(fid, str, S);
fclose(fid);

% ЧТЕНИЕ ИЗ ФАЙЛА

fid = fopen('Matrix_intlinprog.txt', 'r');
if fid == -1
    error('File is not opened');
end
format long g
clear str
str = '%f';
for i=1:n-1
str=strcat(str, ' %f');
end %i
C1 = fscanf(fid, str, [n 2.^n]);
C=C1';
size_C=size (C);
fclose(fid);

% ФОРМИРОВАНИЕ ОГРАНИЧЕНИЙ ЗЛП

M=8400;
MM=7950;
```

```

M1=7850;
M3=8350;
M5=8500;
Sc=[8050 8150 8250 8350 8400 8500];
Sp=[7850 7950 8050 8150 8250 8350];
Scp=[Sc,Sp];
SS=[];
XX=[];
maximum= -90000;
CC=[];
lb=[]; ub=[];
g1=-10; g2=0; g3=10;
iter=0;
for k=1:length(C)

%%%%%%ОГРАНИЧЕНИЯ-НЕРАВЕНСТВА%%%%%%%%

A=[0 0 0 0 0 0 0 -1 -1 -1 -1 -1; 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 -1 -1 -1; 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 -1 -1;...
  1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 -1; 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1; 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0;...
  1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0;...
  abs((C(k,1))-max(M-Sc(1),0)) abs((C(k,2))-max(M-Sc(2),0))...
  abs((C(k,3))-max(M-Sc(3),0)) abs((C(k,4))-max(M-Sc(4),0)) abs((C(k,5))-max(M-Sc(5),0))...
  abs((C(k,6))-max(M-Sc(6),0)) abs((C(k,7))-max(Sp(1)-M,0)) abs((C(k,8))-max(Sp(2)-M,0))...
  abs((C(k,9))-max(Sp(3)-M,0)) abs((C(k,10))-max(Sp(4)-M,0)) abs((C(k,11))-max(Sp(5)-M,0))...
  abs((C(k,12))-max(Sp(6)-M,0))];

b=zeros(8,1);

%%%%%%ОГРАНИЧЕНИЯ-РАВЕНСТВА%%%%%%%%

Aeq=[1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0; 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1;
  abs(C(k,1)) abs(C(k,2)) abs(C(k,3)) abs(C(k,4)) abs(C(k,5)) abs(C(k,6)) abs(C(k,7)) abs(C(k,8))...
  abs(C(k,9)) abs(C(k,10)) abs(C(k,11)) abs(C(k,12)); -abs(C(k,1))+max(8500-Sc(1),0)...
  -abs(C(k,2))+max(8500-Sc(2),0) -abs(C(k,3))+max(8500-Sc(3),0) -abs(C(k,4))+max(8500-Sc(4),0)...
  -abs(C(k,5))+max(8500-Sc(5),0) -abs(C(k,6))+max(8500-Sc(6),0) -abs(C(k,7))+max(Sp(1)-8500,0)...
  -abs(C(k,8))+max(Sp(2)-8500,0) -abs(C(k,9))+max(Sp(3)-8500,0) -abs(C(k,10))+max(Sp(4)-8500,0)...
  -abs(C(k,11))+max(Sp(5)-8500,0) -abs(C(k,12))+max(Sp(6)-8500,0)];
beq=[0;0;100;-100];

for i=1:n
  if C(k,i)<0
    lb(i)=g1;
    ub(i)=g2;
  else
    lb(i)=g2;
    ub(i)=g3;
  end
end
%%%% ФУНКЦИЯ ДЛЯ СПАДА%%%%%%%%
f=[-abs(C(k,1))+max(M-Sc(1),0); -abs(C(k,2))+max(M-Sc(2),0); -abs(C(k,3))+max(M-Sc(3),0);...
  -abs(C(k,4))+max(M-Sc(4),0); -abs(C(k,5))+max(M-Sc(5),0); -abs(C(k,6))+max(M-Sc(6),0);...
  -abs(C(k,7))+max(Sp(1)-M,0); -abs(C(k,8))+max(Sp(2)-M,0); -abs(C(k,9))+max(Sp(3)-M,0);...
  -abs(C(k,10))+max(Sp(4)-M,0); -abs(C(k,11))+max(Sp(5)-M,0); -abs(C(k,12))+max(Sp(6)-M,0);...
  ];

intcon = 1:12;

```

```

options=optimoptions('intlinprog','MaxNodes', 100, 'Maxtime', 360);
[x,fval,exitflag]=intlinprog(f,intcon,A,b,Aeq,beq,lb,ub,options);

if exitflag==1
    SS(k)=abs(fval);
    if SS(k) > maximum
        maximum=SS(k);
        XX=x;
        iter=k;
    end
end
k;
end
for h=1:12
    CC(h)=abs(C(iter,h));

end
maximum;
XX;
iter;
CC;
F=[];
W=[];
for i=1:17
M=[7800 7850 7900 7950 8000 8050 8100 8150 8200 8250 8300 8350 8400 8450 8500 8550 8600];
F=XX(1)*(-CC(1)+max(M(i)-Sc(1),0))+XX(2)*(-CC(2)+max(M(i)-Sc(2),0))+XX(3)*(-CC(3)+max(M(i)-
Sc(3),0))+XX(4)*(-CC(4)+max(M(i)-Sc(4),0))+XX(5)*(-CC(5)+max(M(i)-Sc(5),0))+XX(6)*(-
CC(6)+max(M(i)-Sc(6),0))+XX(7)*(-CC(7)+max(Sp(1)-M(i),0))+XX(8)*(-CC(8)+max(Sp(2)-
M(i),0))+XX(9)*(-CC(9)+max(Sp(3)-M(i),0))+XX(10)*(-CC(10)+max(Sp(4)-M(i),0))+XX(11)*(-
CC(11)+max(Sp(5)-M(i),0))+XX(12)*(-CC(12)+max(Sp(6)-M(i),0));
M(i);
F;
W(i)=F;
end
Plot=plot(M,W)

% ЗАПИСЬ В ФАЙЛ

fid = fopen('Model_data_intlinprog.txt', 'w');
if fid == -1
    error('File is not opened');
end
s1 = 'Максимум';
s3 = 'Номер итерации';
s5 = 'Вектор XX';
s6 = 'Вектор CC';
s7 = 'Страйки M';
s8 = 'Значения W';
fprintf(fid, '%s \r\n%.2f \r\n%s \r%d \r\n%s %.2f \r\n%s \r\n%s %d %d %d %d %d %d %d %d \r\n%s %.2f \r\n', s1, maximum, s3, iter, s5, XX, s6, CC, s7, M, s8, W);
fclose(fid);

```

Приложение 2. Листинг программы для стратегии спада

```
% ФОРМИРОВАНИЕ МАТРИЦЫ С

clc;
x=dlmread('x1.txt');
n=length(x);
a = nchoosek(1:n, n/2);
size(a);
success = any (mod(a(:,1:end-1), 2) & diff(a,1,2)==1,2);
R1=x(a(~success,:));
x=dlmread('x2.txt');
a = nchoosek(1:n, n/2);
success = any (mod(a(:,1:end-1), 2) & diff(a,1,2)==1,2);
R2=x(a(~success,:));
[ii, jj] = ndgrid(1:size(R2,1), 1:size(R1,1));
S = [R1(jj,:) R2(ii,:)];
size(S)

% ЗАПИСЬ В ФАЙЛ

fid = fopen('Matrix_intlinprog.txt', 'w');
if fid == -1
    error('File is not opened');
end
format long g
clear str
str = '%.2f';
for i=1:n-1
str=strcat(str, ' %.2f');
end %i
str=strcat(str, '\r\n');
fprintf(fid, str, S);
fclose(fid);

% ЧТЕНИЕ ИЗ ФАЙЛА

fid = fopen('Matrix_intlinprog.txt', 'r');
if fid == -1
    error('File is not opened');
end
format long g
clear str
str = '%f';
for i=1:n-1
str=strcat(str, ' %f');
end %i
C1 = fscanf(fid, str, [n 2.^n]);
C=C1';
size_C=size (C);
fclose(fid);

% ФОРМИРОВАНИЕ ОГРАНИЧЕНИЙ ЗЛП

M=8400;
MM=7950;
```

```

M1=7850;
M3=8350;
M5=8500;
Sc=[8050 8150 8250 8350 8400 8500];
Sp=[7850 7950 8050 8150 8250 8350];
Scp=[Sc,Sp];
SS=[];
XX=[];
maximum= -90000;
CC=[];
lb=[]; ub=[];
g1=-10; g2=0; g3=10;
iter=0;
for k=1:length(C)

```

```

%%%%%%%%ОГРАНИЧЕНИЯ-НЕРАВЕНСТВА%%%%%%%%

```

```

A=[0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1; 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1; 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1;...
-1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1; -1 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1; -1 -1 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0;...
-1 -1 -1 -1 0 0 0 0 0 0 0 0;...
abs((C(k,1))-max(M-Sc(1),0)) abs((C(k,2))-max(M-Sc(2),0))...
abs((C(k,3))-max(M-Sc(3),0)) abs((C(k,4))-max(M-Sc(4),0)) abs((C(k,5))-max(M-Sc(5),0))...
abs((C(k,6))-max(M-Sc(6),0)) abs((C(k,7))-max(Sp(1)-M,0)) abs((C(k,8))-max(Sp(2)-M,0))...
abs((C(k,9))-max(Sp(3)-M,0)) abs((C(k,10))-max(Sp(4)-M,0)) abs((C(k,11))-max(Sp(5)-M,0))...
abs((C(k,12))-max(Sp(6)-M,0))];

```

```

b=zeros(8,1);

```

```

%%%%%%%%ОГРАНИЧЕНИЯ-РАВЕНСТВА%%%%%%%%

```

```

Aeq=[1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0; 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1;
abs(C(k,1)) abs(C(k,2)) abs(C(k,3)) abs(C(k,4)) abs(C(k,5)) abs(C(k,6)) abs(C(k,7)) abs(C(k,8))...
abs(C(k,9)) abs(C(k,10)) abs(C(k,11)) abs(C(k,12)); -abs(C(k,1))+max(7850-Sc(1),0)...
-abs(C(k,2))+max(7850-Sc(2),0) -abs(C(k,3))+max(7850-Sc(3),0) -abs(C(k,4))+max(7850-Sc(4),0)...
-abs(C(k,5))+max(7850-Sc(5),0) -abs(C(k,6))+max(7850-Sc(6),0) -abs(C(k,7))+max(Sp(1)-7850,0)...
-abs(C(k,8))+max(Sp(2)-7850,0) -abs(C(k,9))+max(Sp(3)-7850,0) -abs(C(k,10))+max(Sp(4)-7850,0)...
-abs(C(k,11))+max(Sp(5)-7850,0) -abs(C(k,12))+max(Sp(6)-7850,0)];
beq=[0;0;100;-100];

```

```

for i=1:n
if C(k,i)<0
lb(i)=g1;
ub(i)=g2;
else
lb(i)=g2;
ub(i)=g3;
end
end

```

```

%%%%%%%%ФУНКЦИЯ ДЛЯ ПОДЪЁМА%%%%%%%%

```

```

f=[-abs(C(k,1))+max(M-Sc(1),0); -abs(C(k,2))+max(M-Sc(2),0); -abs(C(k,3))+max(M-Sc(3),0);...
-abs(C(k,4))+max(M-Sc(4),0); -abs(C(k,5))+max(M-Sc(5),0); -abs(C(k,6))+max(M-Sc(6),0);...
-abs(C(k,7))+max(Sp(1)-M,0); -abs(C(k,8))+max(Sp(2)-M,0); -abs(C(k,9))+max(Sp(3)-M,0);...
-abs(C(k,10))+max(Sp(4)-M,0); -abs(C(k,11))+max(Sp(5)-M,0); -abs(C(k,12))+max(Sp(6)-M,0);...
];

```

```

intcon = 1:12;

```

```

options=optimoptions('intlinprog','MaxNodes', 100, 'Maxtime', 360);
[x,fval,exitflag]=intlinprog(f,intcon,A,b,Aeq,beq,lb,ub,options);

if exitflag==1
    SS(k)=abs(fval);
    if SS(k) > maximum
        maximum=SS(k);
        XX=x;
        iter=k;
    end
end
k;
end
for h=1:12
    CC(h)=abs(C(iter,h));

end
maximum;
XX;
iter;
CC;
F=[];
W=[];
for i=1:17
M=[7800 7850 7900 7950 8000 8050 8100 8150 8200 8250 8300 8350 8400 8450 8500 8550 8600];
F=XX(1)*(-CC(1)+max(M(i)-Sc(1),0))+XX(2)*(-CC(2)+max(M(i)-Sc(2),0))+XX(3)*(-CC(3)+max(M(i)-
Sc(3),0))+XX(4)*(-CC(4)+max(M(i)-Sc(4),0))+XX(5)*(-CC(5)+max(M(i)-Sc(5),0))+XX(6)*(-
CC(6)+max(M(i)-Sc(6),0))+XX(7)*(-CC(7)+max(Sp(1)-M(i),0))+XX(8)*(-CC(8)+max(Sp(2)-
M(i),0))+XX(9)*(-CC(9)+max(Sp(3)-M(i),0))+XX(10)*(-CC(10)+max(Sp(4)-M(i),0))+XX(11)*(-
CC(11)+max(Sp(5)-M(i),0))+XX(12)*(-CC(12)+max(Sp(6)-M(i),0));
M(i);
F;
W(i)=F;
end
Plot=plot(M,W)

% ЗАПИСЬ В ФАЙЛ

fid = fopen('Model_data_intlinprog.txt', 'w');
if fid == -1
    error('File is not opened');
end
s1 = 'Максимум';
s3 = 'Номер итерации';
s5 = 'Вектор XX';
s6 = 'Вектор CC';
s7 = 'Страйки M';
s8 = 'Значения W';
fprintf(fid, '%s \r\n%.2f \r\n%s \r%d \r\n%s %.2f \r\n%s \r\n%s %d %d %d %d %d %d %d %d \r\n%s %.2f \r\n', s1, maximum, s3, iter, s5, XX, s6, CC, s7, M, s8, W);
fclose(fid);

```

Приложение 3. Листинг программы для бимодальной стратегии

```
% ФОРМИРОВАНИЕ МАТРИЦЫ С

clc;
x=dlmread('x1.txt');
n=length(x);
a = nchoosek(1:n, n/2);
size(a);
success = any (mod(a(:,1:end-1), 2) & diff(a,1,2)==1,2);
R1=x(a(~success,:));
x=dlmread('x2.txt');
a = nchoosek(1:n, n/2);
success = any (mod(a(:,1:end-1), 2) & diff(a,1,2)==1,2);
R2=x(a(~success,:));
[ii, jj] = ndgrid(1:size(R2,1), 1:size(R1,1));
S = [R1(jj,:) R2(ii,:)];
size(S)

% ЗАПИСЬ В ФАЙЛ

fid = fopen('Matrix_intlinprog.txt', 'w');
if fid == -1
    error('File is not opened');
end
format long g
clear str
str = '%.2f';
for i=1:n-1
str=strcat(str, ' %.2f');
end %i
str=strcat(str, '\r\n');
fprintf(fid, str, S');
fclose(fid);

% ЧТЕНИЕ ИЗ ФАЙЛА

fid = fopen('Matrix_intlinprog.txt', 'r');
if fid == -1
    error('File is not opened');
end
format long g
clear str
str = '%f';
for i=1:n-1
str=strcat(str, ' %f');
end %i
C1 = fscanf(fid, str, [n 2.^n]);
C=C1';
size_C=size (C);
fclose(fid);

% ФОРМИРОВАНИЕ ОГРАНИЧЕНИЙ ЗЛП

M=8400;
```

```

MM=7950;
M1=7850;
M3=8350;
M5=8500;
Sc=[8050 8150 8250 8350 8400 8500];
Sp=[7850 7950 8050 8150 8250 8350];
Scp=[Sc,Sp];
SS=[];
XX=[];
maximum= -90000;
CC=[];
lb=[]; ub=[];
g1=-10; g2=0; g3=10;
iter=0;
for k=1:length(C)

%% %% %% ОГРАНИЧЕНИЯ-НЕРАВЕНСТВА %% %% %%

A=[0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1; 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1; 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 -1 -1; 1 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 -1;...
-1 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 1; -1 -1 -1 0 0 0 0 0 0 0 0; 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0;...
abs((C(k,1))-max(M-Sc(1),0)) abs((C(k,2))-max(M-Sc(2),0)) abs((C(k,3))-max(M-Sc(3),0))...
abs((C(k,4))-max(M-Sc(4),0)) abs((C(k,5))-max(M-Sc(5),0)) abs((C(k,6))-max(M-Sc(6),0))...
abs((C(k,7))-max(Sp(1)-M,0)) abs((C(k,8))-max(Sp(2)-M,0)) abs((C(k,9))-max(Sp(3)-M,0))...
abs((C(k,10))-max(Sp(4)-M,0)) abs((C(k,11))-max(Sp(5)-M,0)) abs((C(k,12))-max(Sp(6)-M,0));...
abs((C(k,1))-max(MM-Sc(1),0)) abs((C(k,2))-max(MM-Sc(2),0)) abs((C(k,3))-max(MM-Sc(3),0))...
abs((C(k,4))-max(MM-Sc(4),0)) abs((C(k,5))-max(MM-Sc(5),0)) abs((C(k,6))-max(MM-Sc(6),0))...
abs((C(k,7))-max(Sp(1)-MM,0)) abs((C(k,8))-max(Sp(2)-MM,0)) abs((C(k,9))-max(Sp(3)-MM,0))...
abs((C(k,10))-max(Sp(4)-MM,0)) abs((C(k,11))-max(Sp(5)-MM,0)) abs((C(k,12))-max(Sp(6)-MM,0));

b=zeros(9,1);

%% %% %% ОГРАНИЧЕНИЯ-РАВЕНСТВА %% %% %%

Aeq=[1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0; 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1;...
abs(C(k,1)) abs(C(k,2)) abs(C(k,3)) abs(C(k,4)) abs(C(k,5)) abs(C(k,6)) abs(C(k,7)) abs(C(k,8))
abs(C(k,9)) abs(C(k,10)) abs(C(k,11)) abs(C(k,12));...
-abs(C(k,1))+max(7850-Sc(1),0) -abs(C(k,2))+max(7850-Sc(2),0) -abs(C(k,3))+max(7850-Sc(3),0) ...
-abs(C(k,4))+max(7850-Sc(4),0) -abs(C(k,5))+max(7850-Sc(5),0) -abs(C(k,6))+max(7850-Sc(6),0) ...
-abs(C(k,7))+max(Sp(1)-7850,0) -abs(C(k,8))+max(Sp(2)-7850,0) -abs(C(k,9))+max(Sp(3)-7850,0) ...
-abs(C(k,10))+max(Sp(4)-7850,0) -abs(C(k,11))+max(Sp(5)-7850,0) -abs(C(k,12))+max(Sp(6)-7850,0);...
(-abs(C(k,1))+max(8050-Sc(1),0)) (-abs(C(k,2))+max(8050-Sc(2),0)) (-abs(C(k,3))+max(8050-Sc(3),0))
...
(-abs(C(k,4))+max(8050-Sc(4),0)) (-abs(C(k,5))+max(8050-Sc(5),0)) (-abs(C(k,6))+max(8050-Sc(6),0))
...
(-abs(C(k,7))+max(Sp(1)- 8050,0)) (-abs(C(k,8))+max(Sp(2)- 8050,0)) (-abs(C(k,9))+max(Sp(3)- 8050,0))
...
(-abs(C(k,10))+max(Sp(4)- 8050,0)) (-abs(C(k,11))+max(Sp(5)- 8050,0)) (-abs(C(k,12))+max(Sp(6)-
8050,0));...
-abs(C(k,1))+max(8500-Sc(1),0) -abs(C(k,2))+max(8500-Sc(2),0) -abs(C(k,3))+max(8500-Sc(3),0) ...
-abs(C(k,4))+max(8500-Sc(4),0) -abs(C(k,5))+max(8500-Sc(5),0) -abs(C(k,6))+max(8500-Sc(6),0) ...
-abs(C(k,7))+max(Sp(1)-8500,0) -abs(C(k,8))+max(Sp(2)-8500,0) -abs(C(k,9))+max(Sp(3)-8500,0) ...
-abs(C(k,10))+max(Sp(4)-8500,0) -abs(C(k,11))+max(Sp(5)-8500,0) -abs(C(k,12))+max(Sp(6)-8500,0)];
beq=[0;0;100;-100;100;-100];

for i=1:n
if C(k,i)<0

```



```

abs(C(k,9))+max(Sp(3)-MM,0)-abs(C(k,10))+max(Sp(4)-MM,0)-abs(C(k,11))+max(Sp(5)-MM,0)-
abs(C(k,12))+max(Sp(6)-MM,0);...
(-abs(C(k,11))+max(Sp(5)-M,0))*(-abs(C(k,1))+max(MM-Sc(1),0)-abs(C(k,2))+max(MM-Sc(2),0)-
abs(C(k,3))+max(MM-Sc(3),0)-abs(C(k,4))+max(MM-Sc(4),0)-abs(C(k,5))+max(MM-Sc(5),0)-
abs(C(k,6))+max(MM-Sc(6),0)-abs(C(k,7))+max(Sp(1)-MM,0)-abs(C(k,8))+max(Sp(2)-MM,0)-
abs(C(k,9))+max(Sp(3)-MM,0)-abs(C(k,10))+max(Sp(4)-MM,0)-abs(C(k,11))+max(Sp(5)-MM,0)-
abs(C(k,12))+max(Sp(6)-MM,0);...
(-abs(C(k,12))+max(Sp(6)-M,0))*(-abs(C(k,1))+max(MM-Sc(1),0)-abs(C(k,2))+max(MM-Sc(2),0)-
abs(C(k,3))+max(MM-Sc(3),0)-abs(C(k,4))+max(MM-Sc(4),0)-abs(C(k,5))+max(MM-Sc(5),0)-
abs(C(k,6))+max(MM-Sc(6),0)-abs(C(k,7))+max(Sp(1)-MM,0)-abs(C(k,8))+max(Sp(2)-MM,0)-
abs(C(k,9))+max(Sp(3)-MM,0)-abs(C(k,10))+max(Sp(4)-MM,0)-abs(C(k,11))+max(Sp(5)-MM,0)-
abs(C(k,12))+max(Sp(6)-MM,0)];

intcon = 1:12;

options=optimoptions('intlinprog','MaxNodes', 100, 'Maxtime', 360);
[x,fval,exitflag]=intlinprog(f,intcon,A,b,Aeq,beq,lb,ub,options);

if exitflag==1
    SS(k)=abs(fval);
    if SS(k) > maximum
        maximum=SS(k);
        XX=x;
        iter=k;
    end
end
k;
end
for h=1:12
    CC(h)=abs(C(iter,h));

end
maximum;
XX;
iter;
CC;
F=[];
W=[];
for i=1:17
M=[7800 7850 7900 7950 8000 8050 8100 8150 8200 8250 8300 8350 8400 8450 8500 8550 8600];
F=XX(1)*(-CC(1)+max(M(i)-Sc(1),0))+XX(2)*(-CC(2)+max(M(i)-Sc(2),0))+XX(3)*(-CC(3)+max(M(i)-
Sc(3),0))+XX(4)*(-CC(4)+max(M(i)-Sc(4),0))+XX(5)*(-CC(5)+max(M(i)-Sc(5),0))+XX(6)*(-
CC(6)+max(M(i)-Sc(6),0))+XX(7)*(-CC(7)+max(Sp(1)-M(i),0))+XX(8)*(-CC(8)+max(Sp(2)-
M(i),0))+XX(9)*(-CC(9)+max(Sp(3)-M(i),0))+XX(10)*(-CC(10)+max(Sp(4)-M(i),0))+XX(11)*(-
CC(11)+max(Sp(5)-M(i),0))+XX(12)*(-CC(12)+max(Sp(6)-M(i),0));
M(i);
F;
W(i)=F;
end
Plot=plot(M,W)

% ЗАПИСЬ В ФАЙЛ

fid = fopen('Model_data_intlinprog.txt', 'w');
if fid == -1
    error('File is not opened');
end

```

```

s1 = 'Максимум';
s3 = 'Номер итерации';
s5 = 'Вектор XX';
s6 = 'Вектор CC';
s7 = 'Страйки M';
s8 = 'Значения W';
fprintf(fid, '%s \r%.2f \r\n%s \r%d \r\n%s %.2f %.2f\n', s1, maximum, s3, iter, s5, XX, s6, CC, s7, M, s8, W);
fclose(fid);

```

Приложение 4. SWOT-таблица

	Сильные стороны 1. Удобство использования метода через программу с интерфейсом. 2. Широкие возможности по масштабированию проекта. 3. Высокая скорость работы.	Слабые стороны 1. Использование конкретного математического пакета для программы. 2. Минималистичность интерфейса.
Возможности 1. Появление дополнительного спроса на научную разработку. 2. Детальная настройка параметров модели.	В1С1: Возможность усовершенствования существующего интерфейса по запросам и предложениям пользователей. В2С2С3: Появление новых оптимизаций, которые в будущем будут легко интегрироваться в программу, повышая её конкурентоспособность.	В1С2: Отсутствие лишних компонент интерфейса помогает сосредоточиться пользователю на сути программы. В2С1: Распространенность используемого мат. пакета, его простой язык и большое количество обучающих пособий позволяют выставить разработанную программу в более выгодном свете, чем конкурентные разработки.
Угрозы 1. Отсутствие спроса на программный метод из-за сложности в доступе к Matlab. 2. Потеря финансовых средств в случае неблагоприятного изменения цены акции.	У1С1: Уменьшить цену продукта для повышения спроса на него. У2С2 С3: В случае неблагоприятного исхода опционная торговля позволяет установить нижний предел рынка, равный стоимости покупки опциона.	У1С1: Реализация проекта на других средах программирования. У2С2: Добавление дополнительных методов анализа данных.