

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

Инженерная школа ядерных технологий
Отделение экспериментальной физики
Направление подготовки: Прикладная математика и информатика

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Ценообразование опционов и расчет греческих в рамках CEV модели

УДК 338.5:336.763:519.876

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0BM71	Мартынюк Екатерина Викторовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крицкий О. Л.	Кандидат ф-м. наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Меньшикова Е.В.	Кандидат философских наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Исаева Е.С.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Семенов М.Е.	Кандидат ф-м. наук		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Профессиональные компетенции
	<i>1) В области научно-исследовательской деятельности:</i>
(ПК-1)	Способность проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива
(ПК-2)	Способность разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач
	<i>2) В проектной и производственно-технологической:</i>
(ПК-3)	Способность понимания углубленного анализа проблем, постановки и обоснования задач научной и проектно- технологической деятельности
(ПК-4)	Способность разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности
	<i>3) В организационно-управленческой деятельности:</i>
(ПК-5)	Способность управлять проектами, планировать научно-исследовательскую деятельность, анализировать риски, управлять командой проекта
(ПК-6)	Способность разрабатывать и оптимизировать бизнес-планы научно-прикладных проектов
	<i>4) В педагогической деятельности:</i>
(ПК-7)	Способность к преподаванию математических дисциплин и информатики в образовательных организациях основного общего, среднего общего, среднего профессионального и высшего образования
(ПК-8)	Способность разрабатывать учебно-методические комплексы для электронного и мобильного обучения
	<i>5) В консалтинговой деятельности:</i>
(ПК-9)	Способность разрабатывать аналитические обзоры состояния области прикладной математики и информационных технологий
	<i>6) В консорциумной деятельности:</i>
(ПК-10)	Способность к взаимодействию в рамках международных проектов и сетевых сообществ

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
0BM71	Мартынюк Екатерина Викторовна

Школа	ИЯТШ	Отделение (НОЦ)	ОЭФ
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	Прикладная математика и информатика

Тема ВКР:

Ценообразование опционов и расчет греческих в рамках CEV модели	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Целью магистерской диссертации является исследование ценообразования опционов, расчёт и анализ поведения греческих. С помощью расчёта греческих можно анализировать поведение опционной позиции для оценки будущей прибыли и риска потерь. Работа выполнялась на базе НИ ТПУ, ОЭФ, 10 корпус, аудитория 427А.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	– СанПиН 2.2.2/2.4.1.1340-03 – СанПиН 2.2.4.548-96 – СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 – СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002 – СанПиН 2.2.2.542-96 – СанПиН 2.2.4.1191-03
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	– Отклонение показателей микроклимата – Недостаточная освещенность рабочей зоны – Повышенный уровень шума – Повышенное образование электростатических зарядов – Наличие электромагнитных полей радиочастотного диапазона – Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса
3. Экологическая безопасность:	– Загрязнение литосферы побочными отходами трудовой деятельности
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– Пожар, сильные морозы, диверсия – Наиболее типичная ЧС – пожар

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Исаева Елизавета Сергеевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0BM71	Мартынюк Екатерина Викторовна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
0BM71	Мартынюк Екатерина Викторовна

Школа	ИЯТШ	Отделение школы (НОЦ)	ОЭФ
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	Прикладная математика и информатика

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	1. <i>Стоимость расходных материалов</i> 2. <i>Норматив заработной платы</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	1. <i>Коэффициенты для расчета заработной платы</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	1. <i>Отчисления во внебюджетные фонды (27.1%)</i> 2. <i>Расчет дополнительной заработной платы</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	1. <i>Потенциальные потребители результатов исследования;</i> 2. <i>Анализ конкурентных технических решений;</i> 3. <i>SWOT – анализ.</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	1. <i>Структура работ в рамках научного исследования;</i> 2. <i>Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования;</i> 3. <i>Бюджет научно - технического исследования (НТИ).</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	1. <i>Определение интегрального финансового показателя разработки;</i> 2. <i>Определение интегрального показателя ресурсоэффективности разработки;</i> 3. <i>Определение интегрального показателя эффективности.</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>
3. <i>Альтернативы проведения НИ</i>
4. <i>График проведения и бюджет НИ</i>
5. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Меньшикова Екатерина Валентиновна	Кандидат философских наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0BM71	Мартынюк Екатерина Викторовна		

Реферат

Пояснительная записка к магистерской диссертации выполнена на 97 страницах машинописного текста, содержит 20 таблиц, 15 рисунков, 25 формул, 27 источников, 3 приложения.

Ключевые слова: опцион, ценообразование опционов, модель Блэка-Шоулса, CEV модель, модель с постоянной эластичностью дисперсии, греческие.

Объект исследования: цены и коэффициенты чувствительности опционов.

Цель исследования: исследование ценообразования опционов, расчёт и анализ поведения греческих.

Методы проведения исследования: теоретические и практические.

Полученные результаты: с использованием CEV модели изучен вопрос ценообразования опционов. С помощью модели Блэка-Шоулса и CEV модели произведен расчет коэффициентов чувствительности (греческих) опционов. Проведен сравнительный анализ полученных результатов.

Оглавление

Введение.....	10
1. Теоретическая часть.....	12
1.1. Опционы. Ключевые понятия	12
1.2. Модель Блэка-Шоулса.....	14
1.3. Модель постоянной эластичности дисперсии (CEV модель)	15
1.4. Коэффициенты чувствительности опционов	18
1.4.1. Дельта.....	19
1.4.2. Гамма.....	19
1.4.3. Тета.....	20
1.4.4. Вега.....	21
1.4.5. Ро	22
1.4.6. Методика расчёта греческих.....	22
2. Практическая часть	25
2.1. Выбор среды моделирования	25
2.2. Ценообразование опционов	25
2.3. Расчет греческих	28
3. Социальная ответственность	35
3.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	35
3.1.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.....	35
3.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	36
3.2. Профессиональная социальная ответственность.....	38
3.2.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.....	38
3.2.2. Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов	47
3.3. Экологическая безопасность.....	51
3.3.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	51

3.3.2. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды	51
3.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	51
3.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований	51
3.4.2. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	53
3.5. Выводы и рекомендации	54
4. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	56
4.1. Потенциальные потребители результатов исследования	56
4.2. Анализ конкурентных технических решений	56
4.3. SWOT-анализ.....	59
4.4. Инициация проекта	61
4.5. Определение трудоемкости работ	63
4.6. Бюджет научно-технического исследования	66
4.6.1. Расчёт материальных затрат НТИ.....	66
4.6.2. Основная заработная плата	67
4.6.3. Дополнительная заработная плата	69
4.6.4. Отчисления во внебюджетные фонды.....	69
4.6.5. Накладные расходы	70
4.6.6. Формирование бюджета затрат НТИ.....	70
4.7. Реестр рисков проекта	71
4.8. Оценка сравнительной эффективности исследования.....	72
4.9. Выводы.....	75
Заключение	76
Список использованных источников	77
Список публикаций студента.....	80
Приложение А	81
Приложение Б.....	94
Приложение В.....	97

Введение

Актуальность. Для оценки инвестиционных решений в условиях неопределенности разработано множество различных моделей, которые, однако, подчеркивают, что оценка инвестиционных решений и правила определения оптимальных сроков инвестирования существенно зависят от стохастического процесса, принятого для некоторой базовой переменной. Одним из наиболее популярных способов инвестирования являются опционы. Большая часть научной литературы по опционам опирается на работу Маккина [1] и Мертона [2] и предполагает, что основная переменная (например, цена актива, чистая операционная стоимость и пр.) следует логнормальному диффузионному процессу (геометрическому броуновскому движению) с постоянными параметрами дрейфа и дисперсии.

Модель случайного блуждания основана на предположении о том, что переменная состояния имеет логнормально-стационарное распределение. Предположение о геометрическом броуновском движении обеспечивает наивысшую степень аналитической управляемости и может быть разумным приближением для стохастического поведения некоторых цен на активы. Однако накопленные данные указывают на то, что такого предположения о распределении недостаточно для того, чтобы охватить все наблюдения. Важной особенностью эмпирических данных является то, что цены опционов на акции демонстрируют так называемую улыбку волатильности или скачок волатильности. Этот эффект противоречит предположению о геометрическом броуновском движении, которое подразумевает плоскую линию [3].

Одной из модификаций для решения описанной выше проблемы стала модель Кокса с постоянной эластичностью дисперсии (*constant elasticity of variance (CEV), model of Cox*) [4]. Преимущество модели CEV заключается в том, что волатильность базового актива связана с уровнем его цены, что демонстрирует улыбку волатильности, которая является выпуклой и монотонно убывающей функцией цены исполнения, аналогично кривым улыбки

волатильности, которые наблюдаются на практике [5]. Структура CEV модели также согласуется с так называемым «эффектом плеча», т. е. наличием отрицательной корреляции между доходностью акций и волатильностью. CEV модель нашла широкое применение для решения ряда проблем ценообразования финансовых опционов.

Однако трейдер, планирующий сделку, должен учитывать не только выгоду, но и риск. Держатель опционной позиции всегда рискует своими инвестициями, так как стоимость опциона подвержена изменениям. Для оценки риска были введены коэффициенты чувствительности опционов к различным факторам. Такие коэффициенты получили название «греческие» или «греки» (*Greeks*). С помощью расчёта «греческих» можно спрогнозировать, как изменится опционная позиция при изменении цены базового актива, срока исполнения или волатильности.

Целью магистерской диссертации является исследование ценообразования опционов, расчёт и анализ поведения греческих.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. В рамках CEV модели вычислить параметр β для данных курса RUB/USD за период с 1 января по 31 декабря 2018 г.
2. Рассчитать цены опционов по построенной CEV модели.
3. В рамках CEV модели и модели Блэка-Шоулса произвести расчёт «греческих».
4. Провести сравнительный анализ полученных результатов.

1. Теоретическая часть

1.1. Опционы. Ключевые понятия

Предположим, что вы являетесь производителем ювелирных изделий из некоторого драгоценного металла и, например, через месяц планируете закупить новую партию. Так как вы ожидаете роста цены на искомый металл, то вы приобретаете страховку, которая гарантирует компенсацию потерь, если к требуемому сроку цена искомого металла будет выше, чем обычно. В терминологии финансовых инструментов подобная страховка получила название – *опцион* (option) [6].

Приведенный выше простой пример показывает, что цена данной страховки напрямую зависит от цены *базового актива* (в примере это некоторый драгоценный металл). Базовый актив может принимать разную форму: акции, нефть, валюта, некие товары и пр. Кроме того, очевидно, что чем ближе цена базового актива к уровню, с которого начнется выплата страховки, тем дороже становится сама страховка (так выплата по ней становится вероятнее).

Опционный контракт практически не отличается от любого другого. Аналогично оговаривается цена, срок действия контракта, права и обязательства сторон. Цена, уплачиваемая покупателем опциона (или получаемая продавцом опциона), называется *ценой опциона* или *премией*.

Кроме того, опцион ограничен *датой истечения*, которая закреплена в контракте. В этот день по условиям контракта покупатель получает право на совершение сделки с базовым активом (покупка или продажа). Продавец, в свою очередь, связан обязательством удовлетворить право покупателя. Цена, по которой совершается сделка по желанию покупателя по истечении срока опциона, называется *ценой исполнения* или *страйком* (strike). Стоит отметить, что при наступлении даты истечения покупатель может и не воспользоваться опционом и тогда он просто истекает.

В зависимости от того, что покупатель планирует делать с базовым активом, опционы подразделяются на два типа:

Опцион покупателя (call) – право (но не обязательство) купить базовый актив в заранее определенное время по заранее определенной цене.

Опцион продавца (put) – право (но не обязательство) продать базовый актив в заранее определенное время по заранее определенной цене.

Кратко резюмируем правила покупки/продажи опционов:

- если вы ожидаете, что рынок пойдет вверх, то купите опцион *call*;
- если вы ожидаете, что рынок пойдет вниз, то купите опцион *put*;
- если вы ожидаете, что рынок пойдет вверх, то продадите опцион *put*;
- если вы ожидаете, что рынок пойдет вниз, то продадите опцион *call*.

Разница между продавцами и покупателями опционов заключается в том, что покупатели опционов могут выбирать, исполнить ли им опцион или нет, в то время как продавцы опционов должны исполнять то, что требуют от них покупатели опционов.

Так же опционы принято различать по их «прибыльности»:

- Опцион «на деньгах» или «около денег» (*at the money, ATM*) – это опцион, страйк которого равен текущей цене базового актива. Этот опцион на данный момент внутренней стоимости не имеет.
- Опцион «в деньгах» (*in the money, ITM*) – это опцион, имеющий внутреннюю стоимость. Опцион покупателя в деньгах, когда текущая цена базового актива выше страйка опциона. Опцион продавца в деньгах, наоборот, когда цена базового актива ниже страйка опциона.
- Опцион «вне денег» (*out of the money, OTM*) – это опцион, который не имеет на данный момент внутренней стоимости. Опцион покупателя вне денег, когда текущая цена базового актива ниже страйка опциона. Опцион продавца вне денег, когда, наоборот, когда цена базового актива выше страйка опциона.

Несмотря на это опционы являются популярным финансовым инструментом. Приведем простой пример: допустим, цена опциона составляет 10 долларов. Следовательно, на 100 долларов можно приобрести либо одну единицу базового актива (например, акцию), либо 10 опционов (цена исполнения равна 100 долларов). В случае роста цены базового актива, набор опционов принесет в несколько раз больший доход, чем одна единица базового актива. В этом и заключается основное преимущество опционов – они приносят высокую (относительно вложений) прибыль.

Однако возможность получения большего дохода при одинаковом размере инвестиций компенсируется риском полной потери вложений в случае, если базовый актив не вырастет в цене и опцион прекратит своё действие при наступлении даты истечения. Иначе говоря, опционы приносят больший доход, но быстро обесцениваются.

1.2. Модель Блэка-Шоулса

Цены базовых активов на рынке подвержены изменениям, поэтому инвестор не может без каких-либо расчётов рисковать своими инвестициями. Для анализа непредвиденных изменений на финансовом рынке в качестве математических моделей цен активов, как правило, используются случайные процессы. Кроме того, с появлением опционных контрактов возникала необходимость расчёта не только рисков, но и справедливой цены опциона, которая устраивала бы все заинтересованные стороны.

Блэк и Шоулс в 1973 году [7] получили основную формулу для определения цены контракта, которая основана на предположении, что цена базового актива S непрерывно изменяется со временем t , а ее будущее значение имеют логарифмическое нормальное распределение. Уравнение описанного процесса имеет вид:

$$dS = \mu S dt + \delta S dW, \quad (1)$$

где, μ – ожидаемая доходность базового актива, δ – волатильность, dW – винеровский процесс, который управляет стохастическим изменением цены.

Согласно такой модели процентная ставка доходности ds/S на интервале dt имеет нормальное распределение со средним μ и дисперсией σ^2 . Однако учитывая, что предположение логнормальном распределении с постоянной волатильностью не отражает эффекта улыбки волатильности, наблюдаемого в широком спектре рынков и базовых активов, возникла необходимость расширения стандартной модели оценки стоимости опционов.

1.3. Модель постоянной эластичности дисперсии (CEV модель)

Вследствие несостоятельности в некоторых случаях классической модели Блэка-Шоулса возникла необходимость разработки иных специальных моделей для осуществления стоимостных оценок контрактов.

Нельзя утверждать, что цены всех контрактов меняются одинаково. В основе изменения цены могут лежать разные процессы. Например, диффузионный (плавное и непрерывное изменение) или скачкообразный (некоторое время цена остается постоянной, а потом резко переходит на новый уровень). Однако диффузионная модель изменения цены предполагает, что торги ведутся непрерывно и разрывов между значениями цен контрактов быть не может. Но торги на биржах не ведутся 24/7, поэтому диффузионная модель слабо подходит для реальных условий. Скачкообразная модель хорошо описывает, например, изменение процентных ставок, устанавливаемых центральными банками, но такая модель аналогично не описывает все рыночные процессы.

Так как описанные выше простые модели зачастую далеки от реальности, то применение более правдоподобных стратегий могло бы существенно повысить точность вычислений. Поэтому исследователи сходятся во мнении, что поведение цены возможно описать с помощью диффузионно-скачкообразного процесса (рис. 1), когда цены меняются плавно с периодическими скачками [8].

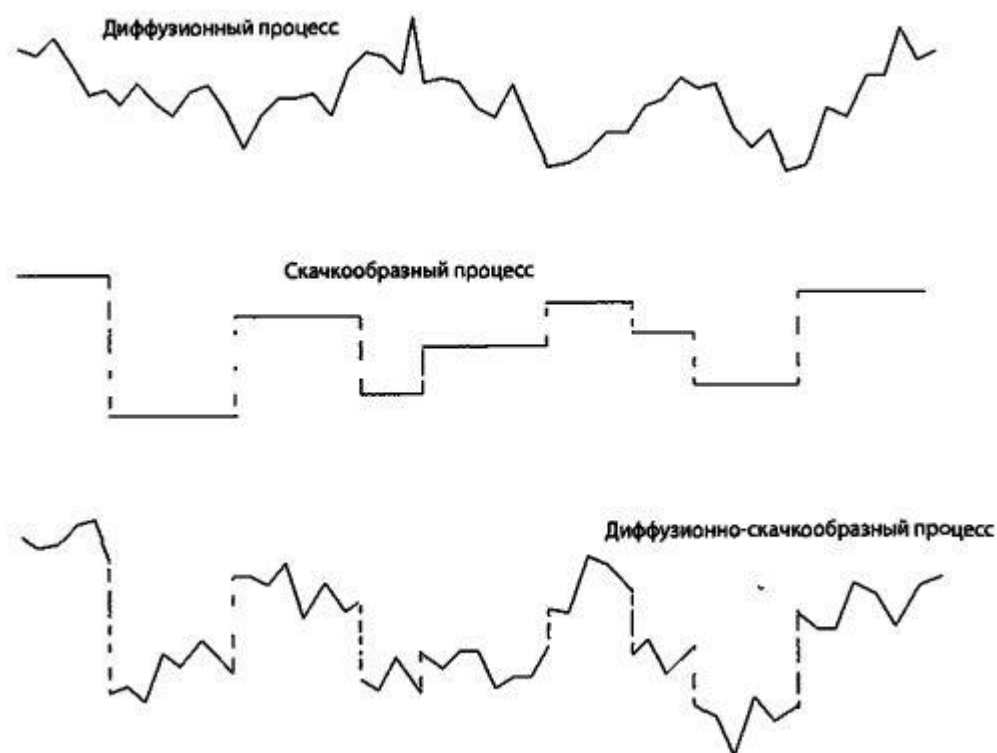


Рис. 1. Процессы изменения цен

Поэтому предложены различные модификации модели Блэка-Шоулса, которые более точно учитывают процесс, лежащий в основе изменения цен. Математический аппарат таких моделей усложняется, но это компенсируется более высокой точностью результатов.

Одним из параметров оценки стоимости является волатильность (изменчивость), которая и определяет изменение цены контракта. Однако волатильность является зависимой от цены базового актива, поэтому помимо упомянутых модификаций модели Блэка-Шоулса была предложена еще одна – *модель постоянной эластичности дисперсии (CEV, constant elasticity of variance)*, которая работает в предположении о существовании взаимосвязи между ценой и волатильностью [9]. В данной модели цена аналогично изменяется случайным образом, но характер случайности видоизменяется с ценой базового актива. Математически модель представлена в виде уравнения:

$$dS = \mu S dt + \delta S^{\beta/2} dW, \quad (2)$$

где S – цена базового актива, μ – ожидаемая доходность базового актива, δ – волатильность, dW – винеровский процесс, $0 < \beta < 2$ – некоторый параметр. От значения параметра β зависит, какой вид примет модель: например, при $\beta = 0$ моделируется процесс абсолютной диффузии (уравнение Орнштейна-Уленбека) [10], при $\beta = 2$ соответствует модели Блэка-Шоулса.

Недостатком этой модели является математический аппарат, который усложняется за счет того, что данное уравнение не имеет явного аналитического решения, следовательно, относительно S уравнение может быть разрешено только численно, например, с помощью метода Рунге-Кутты [11].

В [12] представлен подробный вывод основных формул для расчёта цен опционов в рамках CEV модели. Основные соотношения представлены ниже. Введем обозначения $\nu = (2 - \beta)^{-1}$, $\tau = T - t$ и $m = \exp(r(2 - \beta)\tau)$. В рамках CEV-модели вычисление цены опциона *call* (C) определено как:

$$C = S Q\left(2y; 2 + \frac{2}{2 - \beta}, 2x\right) - E e^{-r(T-t)} \left(1 - Q\left(2x; \frac{2}{2 - \beta}, 2y\right)\right), \quad (3)$$

$$\text{где} \quad x = k S^{2-\beta} \exp(r(2 - \beta)(T - t)), \quad y = k E^{2-\beta},$$

$$k = \frac{2r}{\delta^2(2 - \beta) [\exp(r(2 - \beta)(T - t)) - 1]}, \quad Q(2y; 2\nu, 2x) \quad - \quad \text{хвостовое}$$

нецентрированное χ^2 -распределение с числом степеней свободы 2ν и параметром сдвига $2x$. Оно определяется формулой:

$$Q(2y; \nu, 2x) = \int_{2y}^{\infty} \frac{e^{-\frac{2x+u}{2}}}{2} \left(\frac{u}{2x}\right)^{\frac{\nu-2}{4}} I_{\frac{\nu-2}{2}}(\sqrt{2xu}) du = \sum_{n=1}^{\infty} g(n, x) G(n + \nu - 1, y),$$

где $g(n, x)$ – плотность хвостового (дополнительного) Гамма-распределения,

$$g(n, x) = \frac{e^{-x} x^{n-1}}{\Gamma(n)}, \quad \Gamma(n) \quad - \quad \text{гамма-функция}, \quad G(n + \nu - 1, y) \quad - \quad \text{хвостовое Гамма-}$$

распределение, $G(n+v-1, y) = \int_y^\infty g(n+v-1, t) dt$, $I_q(z) = \left(\frac{z}{2}\right)^q \sum_{j=0}^{\infty} \frac{(z^2/4)^j}{j! \Gamma(q+j+1)}$ –

модифицированная функция Бесселя первого рода порядка q .

Однако при больших значениях параметров x, y функция $Q(2y; 2v; 2x)$, выраженная через $G(n+v-1, y)$ и $g(n, x)$, достаточно медленно сходится. Поэтому для вычисления $Q(2y; 2v; 2x)$ можно использовать аппроксимацию вида:

$$Q(2y; 2v; 2x) = \Phi(R), \text{ где } R = \frac{1 - hp \left(1 - h + \left(1 - \frac{h}{2} \right) mp \right) - \left(\frac{y}{v+x} \right)^h}{h \sqrt{2p(1+mp)}}, \quad h = 1 - \frac{2(v+x)(v+3x)}{3(v+2x)^2},$$

$$p = \frac{(v+2x)}{2(v+x)^2}, \quad m = (h-1)(1-3h).$$

Цену опциона *put* можно найти из соотношения:

$$P = -S_0 Q\left(2y; \frac{2}{2-\beta}, 2x\right) + E e^{-r(T-t)} Q\left(2y; -\frac{2}{2-\beta}, 2x\right), \quad (4)$$

подробный вывод которого также представлен в [12].

1.4. Коэффициенты чувствительности опционов

Грамотный трейдер, планирующий сделку, учитывает не только будущее вознаграждение, но и риск. Как уже было пояснено выше, на стоимость опциона оказывают влияние различные факторы, такие как волатильность, цена исполнения, срок исполнения и другие. Держатель опционной позиции всегда рискует своими инвестициями, так как стоимость опциона подвержена изменениям, которые наступают при изменении любого из вышеперечисленных факторов.

Для решения проблемы оценки риска трейдера были введены коэффициенты чувствительности опционов к различным факторам. Такие коэффициенты получили название «греческие» или «греки» (*Greeks*), так как данные коэффициенты обозначены буквами греческого алфавита. С помощью

расчёта «греческих» можно спрогнозировать, как изменится опционная позиция при изменении цены базового актива, срока исполнения или волатильности.

Существует пять основных «греческих», которые отвечают за изменение определенных параметров.

1.4.1. Дельта

Дельта (Δ) – это скорость изменения цены опциона относительно цены базового актива:

$$\text{Дельта} = \frac{(\text{Изменение цены опциона})}{(\text{Изменение цены базового актива})}.$$

Так как стоимость опциона не может падать или расти быстрее, чем цена базового актива, то для опциона call дельта положительна и возрастает от 0% до 100% (в некоторых источниках принято обозначать значения дельты от 0 до 1). Если цена базового актива увеличилась или уменьшилась на один пункт, то цена опциона call с дельтой 100% на данный базовый актив аналогично увеличилась или уменьшилась на один пункт.

Для опционов put дельта работает аналогично, но с учетом того, что изменение стоимости опциона put противоположно изменению стоимости базового актива. Иными словами, чем выше цена базового актива, тем ниже стоимость опциона put и наоборот. Поэтому дельта для опционов put отрицательна и изменяется в пределах от -100% до 0%.

1.4.2. Гамма

Гамма (Γ) зависит от дельты и показывает скорость изменения дельты с изменением цены базового актива:

$$\text{Гамма} = \frac{(\text{Изменение дельты})}{(\text{Изменение цены базового актива})}.$$

Иными словами, данный коэффициент показывает ускорение дельты при движении в выбранном нами направлении или замедлении в противоположном.

Гамму принято выражать через изменение дельты на один пункт изменения цены базового актива, например, пусть $\Gamma = 0,02$, тогда при движении цены базового актива на один пункт Δ изменится на эту же величину, то есть при росте цены базового актива $\Delta = 1,02$, а при падении цены базового актива $\Delta = 0,98$. Для опциона продавца гамма отрицательна, а для опциона покупателя, наоборот, положительная.

Гамма служит своего рода индикатором риска: чем выше гамма, тем рискованнее сделка и наоборот, но при этом существует шанс получить высокую прибыль, если цена базового актива направится в нужную трейдеру сторону.

Гамма достаточно быстро меняется, что может привести к тяжелым последствиям. Показательным примером является крах фирмы Volume Investors на нью-йоркской бирже COMEX в 1985 году [13]. Группа трейдеров создала слишком крупную отрицательную гамма-позицию за счет продажи большого количества опционов на золото «вне денег» (*Out-of-the-Money*, т.е. таких опционов, которые не имеют внутренней стоимости в данный момент. Цена базового актива ниже страйка (для call) и цена базового актива выше страйка (для put)), ожидая, что рынок золота, как и обычно будет относительно стабилен и будет обладать низкой волатильностью. Однако неожиданно цены пошли вверх и ранее трейдеры с дельта-нейтральной позицией (состояние, когда цена опционной позиции не зависит от изменений цены базового актива) получили короткую позицию с измеряемой тысячами дельтой в условиях быстрорастущего рынка. Сложившаяся ситуация привела не только к убыткам трейдеров, но и к краху фирмы Volume Investors и кризису на бирже COMEX. Данный пример подтверждает, что высокая отрицательная гамма-позиция указывает на чрезвычайно высокий риск.

1.4.3. Тета

Тета (Θ) выражает зависимость между изменением цены опциона и временем до его погашения:

$$Тета = \frac{(Изменение\ цены\ опциона)}{(Изменение\ времени\ до\ погашения)}.$$

Иногда тету называют показателем «временного распада», который характеризует скорость, с которой опцион теряет в цене со временем.

Тету принято выражать в пунктах (или в процентах) снижения цены опциона за день при отсутствии иных изменений на рынке. Например, опцион с $\Theta = 0,03$ ежедневно будет терять 3% своей стоимости. Технически тета является положительной (так как время движется только в одном направлении), но индикатором того, что тета означает снижение стоимости с течением времени, в некоторых источниках к значению теты добавляют знак минус. Для опциона продавца тета положительная, а для опциона покупателя, наоборот, отрицательна.

Стоит отметить, что для опционов с большим сроком исполнения тета обычно возрастает ближе к его концу и начинает уменьшать стоимость опциона ежедневно на большую сумму.

1.4.4. Вега

Вега (*Vega*) характеризует изменение цены опциона в зависимости от изменения волатильности.

$$Вега = \frac{(Изменение\ цены\ опциона)}{(Изменение\ волатильности)}.$$

Важно знать, что любое увеличение волатильности ведет к росту цены опциона вне зависимости от того, какого типа (call или put) опцион.

Вегу принято выражать в числе пунктов изменения теоретической стоимости на каждый процентный пункт изменения волатильности. Например, если $Vega = 0,2$, то с увеличением (уменьшением) волатильности на 1% цена опциона увеличится (уменьшится) на 0,2, т.е. если цена опциона 1,2 при 20% волатильности, то при 21% волатильности цена оставит 1,4, а при 19% волатильности, соответственно, 1.

Для опциона покупателя вега положительная. Кроме того, трейдерам с таким опционом выгодна высокая вега (так как ему выгоден рост волатильности). Для опциона продавца вега отрицательная и трейдеру, в свою очередь, выгоднее низкая вега, так как его прибыль увеличивается с уменьшением волатильности.

1.4.5. ρ

ρ (ρ) отражает чувствительность цены опциона к изменению процентной ставки. Однако в связи с тем, что особенности ρ зависят от вида базового инструмента и применяемого к опционам метода расчёта, этому показателю трудно дать общую характеристику. Стоит также отметить, что на цену опционов на иностранную валюту влияет не только иностранная, но национальная процентная ставка. Поэтому у таких опционов обычно два показателя: ρ_1 – показатель чувствительности к изменению внутренней процентной ставки и ρ_2 – показатель чувствительности к изменению иностранной процентной ставки.

Несмотря на то, что изменение процентных ставок оказывает влияние на цену опциона, обычно процентные ставки – это наименее важный из показателей, вводимых в практическую модель. Основными показателями являются дельта, гамма, тета и вега. Из-за относительно небольшой значимости ρ обычно не учитывают при анализе опционных стратегий и управлении риском [8].

1.4.6. Методика расчёта греческих

В настоящей работе расчет коэффициентов чувствительности опционов производится на базе двух моделей: Блэка-Шоулса и CEV модели. Для каждой модели разработаны расчетные формулы, которые приведены без доказательств в таблице 1. Обратите внимание, что некоторые коэффициенты рассчитываются одинаково как для опциона продавца, так и для опциона покупателя.

Таблица 1. Расчёт греческих

По модели Блэка-Шоулса		
	Опцион покупателя	Опцион продавца
Дельта	$\Delta_C = \Phi(d_1)$	$\Delta_P = \Phi(d_1) - 1$
Гамма	$\Gamma_C = \Gamma_P = \Delta'_S = \frac{\Phi'(d_1)}{S\sigma\sqrt{T-t}}$	
Вега	$Vega_C = Vega_P = \frac{S\sqrt{(T-t)}}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{d_1^2}{2}\right)$	
Тета	$\Theta_C = -\frac{\sigma S}{2\sqrt{2\pi}\sqrt{T-t}} \exp\left(-\frac{d_1^2}{2}\right) -$ $-Ere^{-r(T-t)}\Phi(d_2)$	$\Theta_P = -\frac{\sigma S}{2\sqrt{2\pi}\sqrt{T-t}} \exp\left(-\frac{d_1^2}{2}\right) +$ $+Ere^{-r(T-t)}\Phi(-d_2)$
Ро	$\rho_C = E(T-t)e^{-r(T-t)}\Phi(d_2)$	$\rho_P = -E(T-t)e^{-r(T-t)}\Phi(-d_2)$
По CEV модели		
Дельта	$\Delta_C = Q(2y; 2+2\nu, 2x) +$ $+2x(2-\beta)p(2y; 4+2\nu, 2x) -$ $-\frac{2x(2-\beta)}{S}Ee^{-r(T-t)}p(2x; 2\nu, 2y)$	$\Delta_P = Q(2y; 2+2\nu, 2x) - 1 +$ $+2x(2-\beta)p(2y; 4+2\nu, 2x) -$ $-\frac{2x(2-\beta)}{S}Ee^{-r(T-t)}p(2x; 2\nu, 2y)$ или $\Delta_P = \Delta_C - 1$.
Гамма	$\Gamma_C = \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} = \Gamma_P = \frac{\partial^2 P}{\partial S^2} = \frac{2x(2-\beta)^2}{S} \left(\frac{3-\beta}{2-\beta} - x \right) p(2y; 4+2\nu, 2x)$ $+ \frac{2x^2(2-\beta)^2}{S} p(2y; 6+2\nu, 2x) + \frac{2x^2(2-\beta)^2}{S^2} Ee^{-r(T-t)} p(2x; 2\nu, 2y) -$ $-\frac{2xy(2-\beta)^2}{S^2} Ee^{-r(T-t)} p(2x; 2+2\nu, 2y)$	
Вега	$Vega_C = \frac{\partial C}{\partial \sigma} = Vega_P = \frac{\partial P}{\partial \sigma} = \frac{-4x}{\sigma_0} (Sp(2y; 4+2\nu, 2x) - Ee^{-r(T-t)} p(2x; 2\nu, 2y))$	
Тета	$\Theta_C = -Ere^{-r(T-t)}Q(2y; 2-2\nu, 2x) +$ $+\frac{2rx(2-\beta)}{e^{r(2-\beta)(T-t)}-1} (Sp(2y; 4+2\nu, 2x) -$ $-Ee^{-r(T-t)}p(2x; 2\nu, 2y))$	$\Theta_P = Ere^{-r(T-t)}Q(2x; 2\nu, 2y) +$ $+\frac{2rx(2-\beta)}{e^{r(2-\beta)(T-t)}-1} (Sp(2y; 4+2\nu, 2x) -$ $-Ee^{-r(T-t)}p(2x; 2\nu, 2y))$
Ро	$\rho_C = \frac{\partial C}{\partial r} = E\tau e^{-r\tau} (1 - Q(2x; 2\nu, 2y)) +$ $+2x \left(\frac{1}{r} - \frac{(2-\beta)\tau}{e^{r(2-\beta)\tau}-1} \right) (Sp(2y; 4+2\nu, 2x) -$ $-Ee^{-r\tau} p(2x; 2\nu, 2y))$	$\rho_P = \frac{\partial C}{\partial r} = -E\tau e^{-r\tau} Q(2x; 2\nu, 2y) +$ $+2x \left(\frac{1}{r} - \frac{(2-\beta)\tau}{e^{r(2-\beta)\tau}-1} \right) (Sp(2y; 4+2\nu, 2x) -$ $-Ee^{-r\tau} p(2x; 2\nu, 2y))$

Параметры d_1, d_2 и $\Phi(d_i)$ определены как:

$$d_1 = \frac{\ln S - \ln E + (r + 0.5\sigma^2)(T-t)}{\sqrt{(T-t)}\sigma}, d_2 = \frac{\ln S - \ln E + (r - 0.5\sigma^2)(T-t)}{\sqrt{(T-t)}\sigma} = d_1 - \sigma\sqrt{T-t},$$

$$\Phi(d_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{d_i} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt \quad - \text{ функция распределения стандартной нормальной}$$

случайной величины, $i = 1, 2$. Доказательства вышеуказанных формул приведены в работе [12] и [14].

Теоретические выкладки по поведению коэффициентов чувствительности в рамках CEV модели приведены и доказаны в работах [12] и [15]. В настоящей работе они приведены ниже без доказательств в таблице 2.

Таблица 2. Поведение греческих в рамках CEV модели

	Опцион покупателя	Опцион продавца
Дельта	$\lim_{\tau \rightarrow 0} \Delta_C = \begin{cases} 0, S < K \\ 1, S > K \end{cases}$	$\lim_{\tau \rightarrow 0} \Delta_P = \lim_{\tau \rightarrow 0} \Delta_C - 1 = \begin{cases} -1, S < K \\ 0, S > K \end{cases}$
Гамма	$\lim_{\tau \rightarrow 0} \Gamma_C = \lim_{\tau \rightarrow 0} \Gamma_P = 0$	
Вега	$\lim_{\tau \rightarrow 0} Vega_C = \lim_{\tau \rightarrow 0} Vega_P = 0$	
Тета	$\lim_{\tau \rightarrow 0} \Theta_C = -rK \begin{cases} 0, S < K \\ 1, S > K \end{cases}$	$\lim_{\tau \rightarrow 0} \Theta_P = rK \begin{cases} 1, S < K \\ 0, S > K \end{cases}$
Ро	$\lim_{\tau \rightarrow 0} \rho_C = 0$	$\lim_{\tau \rightarrow 0} \rho_P = 0$

2. Практическая часть

2.1. Выбор среды моделирования

Одним из важных аспектов качественной реализации модели является выбор оптимальной программной среды. В настоящее время существует большое количество языков программирования и сред разработки. Для проведения научных исследований в области математического моделирования и программирования под какие-либо математические задачи часто применяется MATLAB [16], Wolfram Mathematica [17], Microsoft Excel [18], STATISTICA [19], Mathcad [20] и другие.

В рамках магистерской диссертации необходимо построить модели на готовых данных, однако моделирование в данном случае включает в себя небольшой блок программирования (например, метод Рунге-Кутты для проведения численного решения), поэтому для моделирования целесообразно воспользоваться средой Mathcad. Выбор объясняется высокой функциональностью данной платформы в сфере решения подобных задач, расширенным математическим аппаратом и специализацией на обработку массивов данных. Кроме того, данная платформа является хорошо документированной и активно поддерживается со стороны разработчика.

2.2. Ценообразование опционов

В качестве исходных данных использовались значения курса RUB/USD за период с 1 января по 31 декабря 2018 года, которые были взяты из открытого источника Finam.ru [21].

В рамках CEV модели произведен подбор параметра $\beta=1.52$ из условия минимума евклидова расстояния между исходными данными и найденными численно данными в тех же узлах. Численное решение проведено методом Рунге-Кутты четвертого порядка точности, в котором число узлов взято в 50 раз больше числа торговых дней.

Найденный параметр $\beta=1.52$ использован для расчёта справедливой цены опционов покупателя и продавца с заданными страйками $E_1=58$ и $E_2=55$. В

качестве значений μ и σ^2 использованы годовое математическое ожидание и дисперсия относительных приращений цен. Также определены $r=0.1$, $T=1$. Для аппроксимации входящей в формулу расчета цен опционов функции Q использована аппроксимация модифицированными бесселевыми функциями.

Результаты вычислений справедливой цены в рамках CEV модели опционов представлены графически на рис. 2 (для опциона продавца) и на рис. 3 (для опциона покупателя).

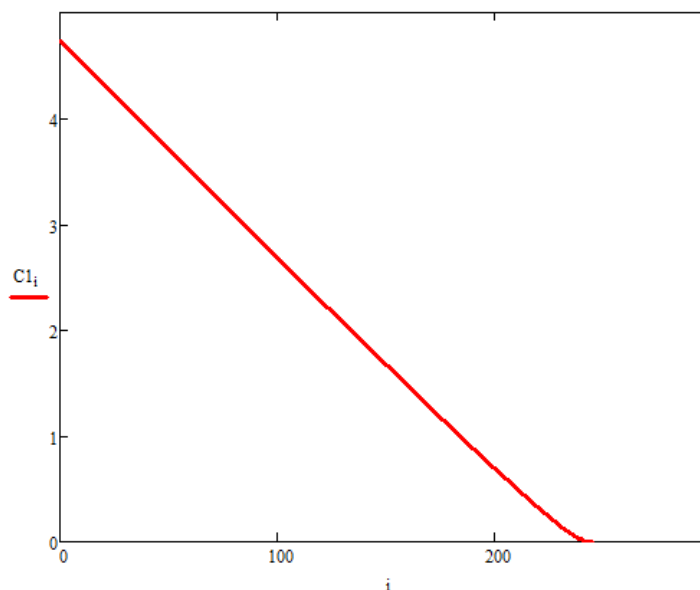


Рис. 2. Цена опциона продавца

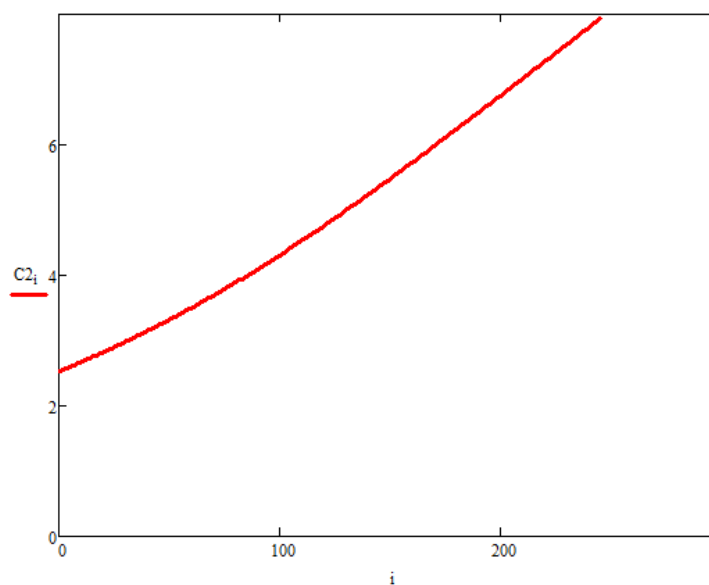


Рис. 3. Цена опциона покупателя

Полученные в рамках CEV модели цены опционов сравнены с классическими ценами, найденными по формуле Блэка-Шоулса. Результат для опциона покупателя представлен на рис. 4.

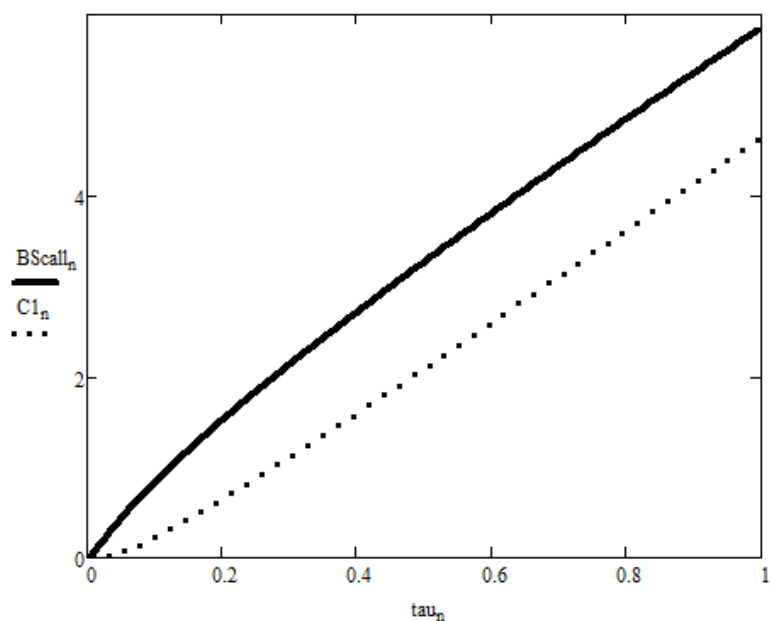


Рис. 4. Сравнение цены опциона покупателя по CEV модели (точечная линия) с ценами по модели Блэка-Шоулса (сплошная линия)

Результат сравнения цены опциона продавца по двум моделям представлен на рис.5.

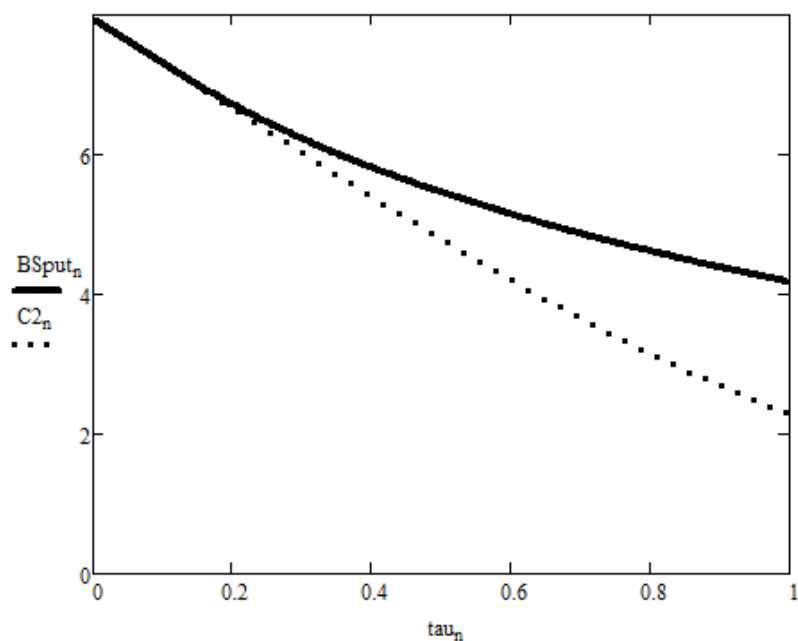


Рис. 5. Сравнение цены опциона продавца по CEV модели (точечная линия) с ценами по модели Блэка-Шоулса (сплошная линия)

Важно отметить, что на рисунках 4 и 5 время τ_{u_n} (по оси ОХ) обратное, т.е. до наступления срока исполнения. По представленным выше графикам можно сказать, что по обеим моделям (Блэка-Шоулса и CEV модель) цены для опциона покупателя будут понижаться ближе к наступлению срока исполнения, а для опциона продавца наоборот: чем ближе срок исполнения опциона, тем выше его цена. Совпадение моделей не точное, потому что параметр $\beta = 1.52$ (только при $\beta = 2$ CEV модели соответствует модели Блэка-Шоулса).

2.3. Расчет греческих

Средствами пакета Mathcad 15 и с помощью расчётных формул из таблицы 1 вычислены коэффициенты чувствительности (дельта, гамма, вега, тета, ро) для опциона продавца и покупателя в каждый торговый день с 1 января по 31 декабря 2018 года. Результаты представлены ниже в виде графиков. Все рассчитанные коэффициенты на графиках приведены в зависимости от времени до исполнения опциона. Расчёты проведены на основе модели Блэка-Шоулса и CEV модели. На рисунках 6 и 7 отражено поведение дельты для опциона продавца и покупателя.

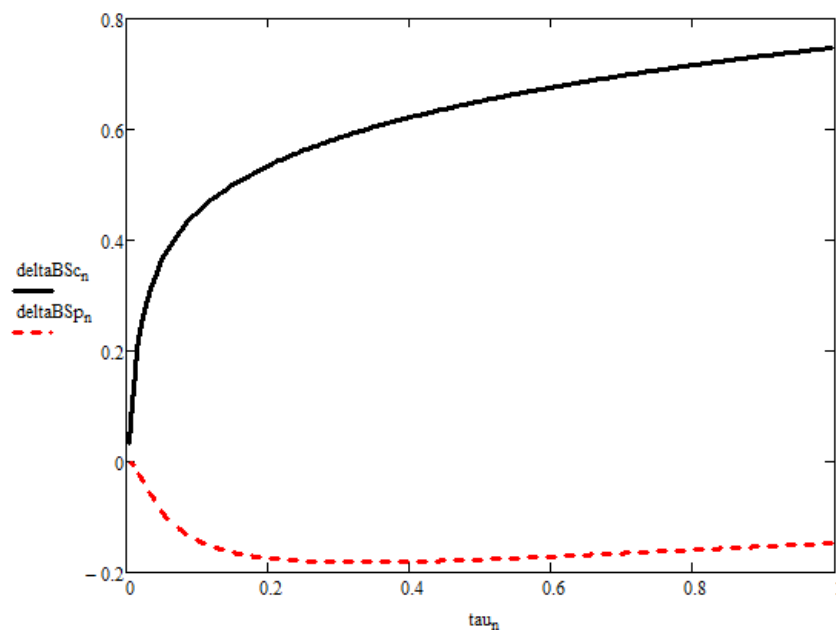


Рис. 6. Поведение дельты по модели Блэка-Шоулса для опциона покупателя (сплошная линия) и продавца (точечная линия)

Дельты опциона продавца и покупателя по мере приближения к сроку исполнения стремятся к нулю. По мере приближения к сроку исполнения произошло колебание цены базового актива, оказавшее влияние на дельту, которая претерпела резкое изменение в этот момент.

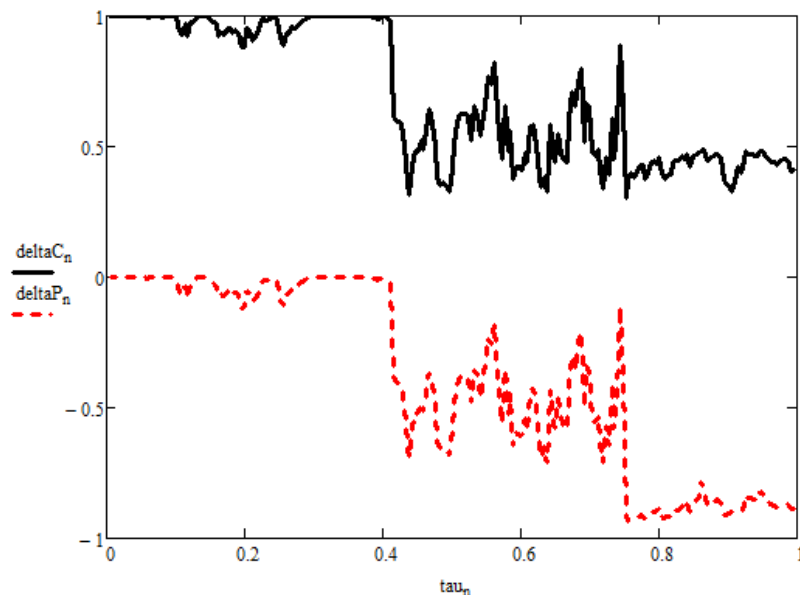


Рис. 7. Поведение дельты по CEV модели для опциона покупателя (сплошная линия) и продавца (точечная линия)

Поведение дельт опционов, рассчитанных по CEV модели, представленное на рис. 7 соответствует теоретическим выкладкам, приведенным в [15]: дельта опциона покупателя стремится к единице, а дельта опциона продавца стремится к нулю.

Рисунки 8 и 9 отражают поведение гаммы опционов продавца и покупателя.

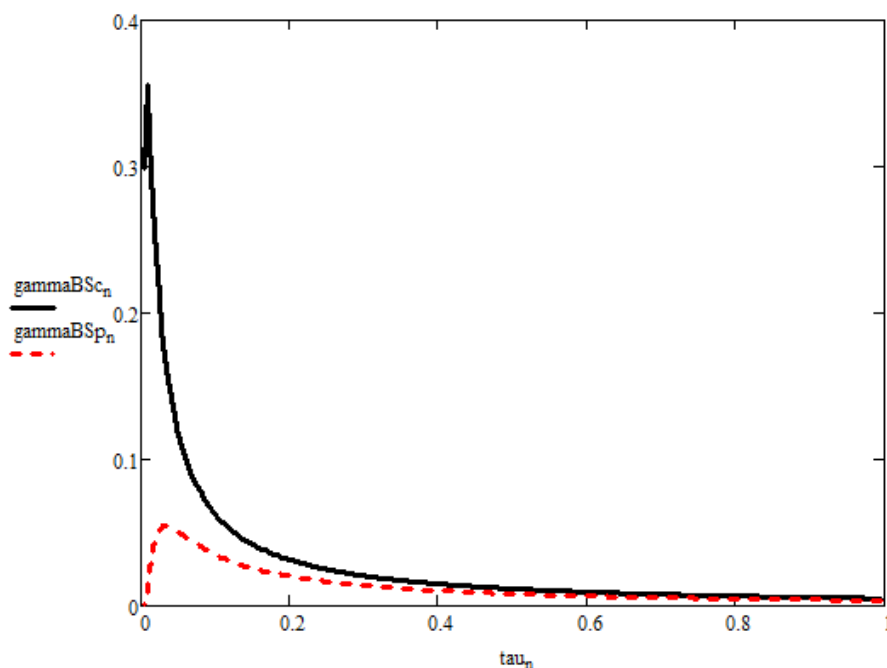


Рис. 8. Поведение гаммы по модели Блэка-Шоулса для опциона покупателя (сплошная линия) и продавца (точечная линия)

В тот момент, когда опцион покупателя находится в позиции *At The Money*, его гамма резко возрастает с приближением даты исполнения, ближе к которой достигает пика, а потом резко падает. Гамма опциона продавца имеет схожее поведение, однако переживает более плавный подъем и спад по мере приближения к сроку исполнения. В таком поведении явно просматривается зависимость от дельты: чем меньше дельта опциона от 50%, тем меньше гамма. Однако опцион продавца не достиг 50% дельты, а опцион покупателя наоборот пересек это значение, вследствие чего начался резкий рост его гаммы. Однако, чем больше гамма, тем более нестабильна дельта, поэтому стоит предположить, что в связи с колебанием цены базового актива резко уменьшилась дельта, а за ней произошёл обвал гаммы.

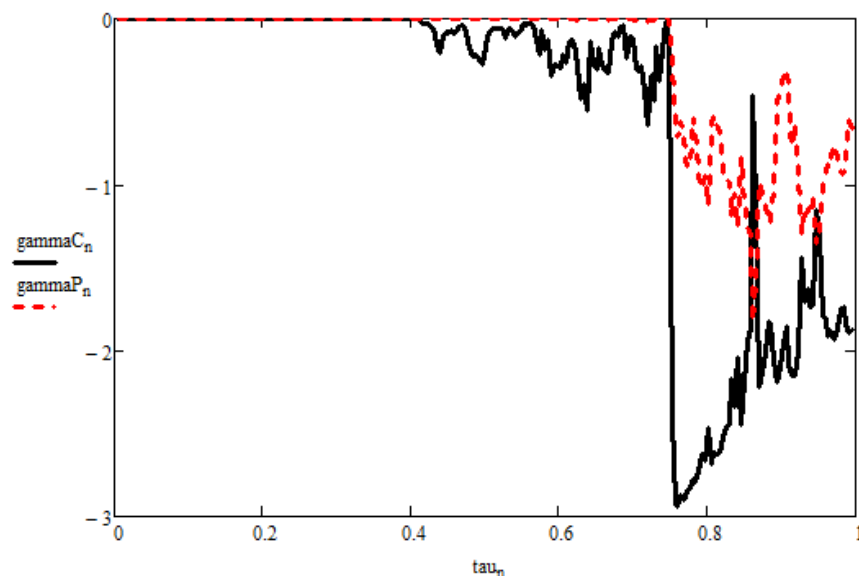


Рис. 9. Поведение гаммы по CEV модели для опциона покупателя (сплошная линия) и продавца (точечная линия)

Гамма опциона продавца и покупателя по CEV модели (рис. 9) с приближением срока исполнения стремится к нулю, что соответствует теоретическому поведению гаммы, приведенному в [15]. Стоит отметить, что согласно теории, приведенной в разделе 1.4.6, гамма опционов продавца и покупателя рассчитывается по одинаковым формулам, однако ввиду разных страйков графики имеют одинаковое поведение, но полностью не совпадают. В приложении Б представлены графики гаммы опционов при одинаковых страйках. Поведение гамм полностью совпадает.

Поведение теты опционов представлено на рисунках 10-11. Тета характеризует скорость, с которой опцион теряет в цене со временем.

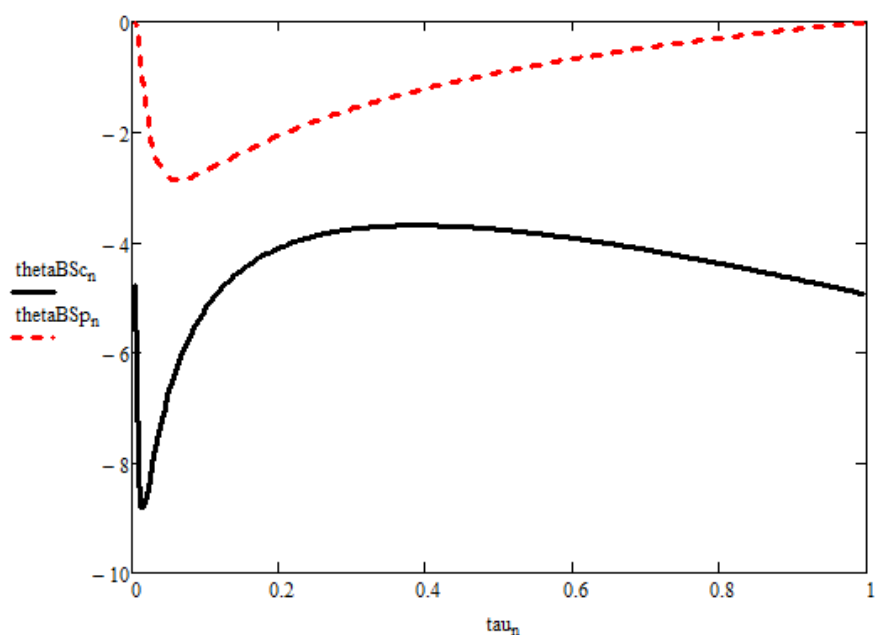


Рис. 10. Поведение теты по модели Блэка-Шоулса для опциона покупателя (сплошная линия) и продавца (точечная линия)

Как видно из графика, скорость падения цены опциона покупателя становится больше (более крутой спуск) по мере приближения к сроку исполнения. Как уже было выяснено выше, когда опцион покупателя достиг положения *At The Money*, его гамма начала резко возрастать. Однако рост гаммы повлек за собой падение теты, т.е. опцион продавца стал быстрее терять в цене. Иными словами, в тоже время как изменение цены базового актива было благоприятным для трейдера (гамма росла), течение времени наносило ему ущерб (отрицательная тета). Стоит отметить, что большая отрицательная тета означает повышение риска снижения стоимости со временем. У опциона покупателя тета имеет аналогичное поведение, но она снижается более плавно.

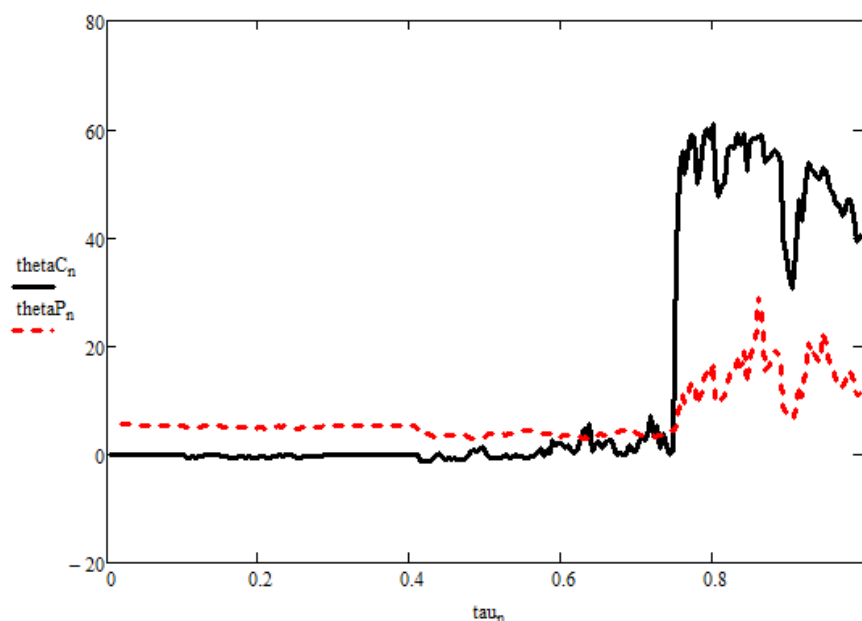


Рис. 11. Поведение теты по CEV модели для опциона покупателя (сплошная линия) и продавца (точечная линия)

В рамках CEV модели (рис. 11) поведение теты аналогично предыдущим коэффициентам соответствует теоретическому асимптотическому поведению.

На рис. 12-13 отражено поведение веги для опциона продавца и покупателя.

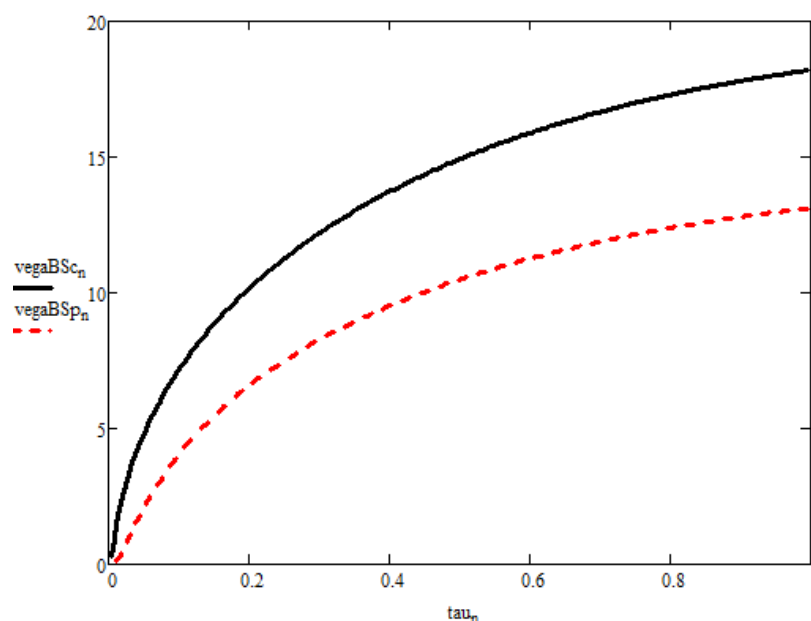


Рис. 12. Поведение веги по модели Блэка-Шоулса для опциона покупателя (сплошная линия) и продавца (точечная линия)

На рис. 12 вега всех опционов уменьшается с приближением срока исполнения. Опцион в позиции *At The Money* наиболее чувствителен к изменению волатильности, поэтому вега опционов начинает более резкое

снижение в момент, когда опцион в позиции *At The Money* и цена базового актива изменилась. Стоит отметить, что для опциона продавца выгодна низкая вега, так как его прибыль увеличивается с уменьшением волатильности.

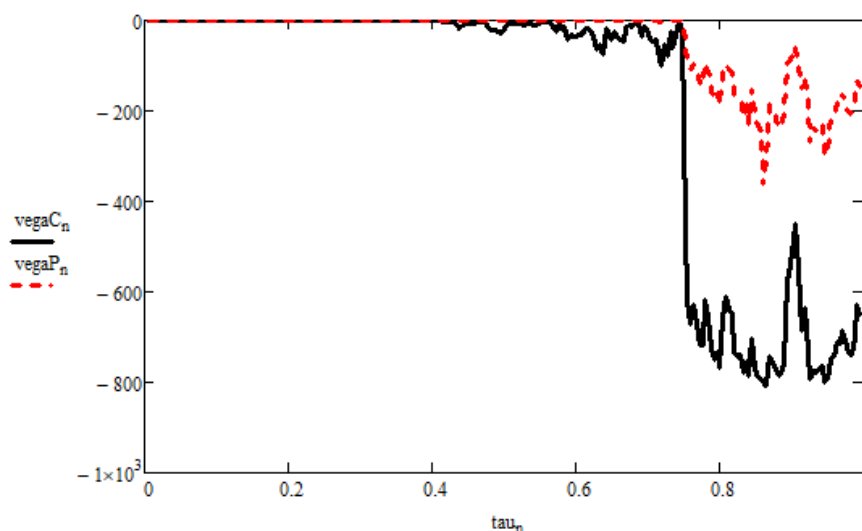


Рис. 13. Поведение вего по CEV модели для опциона покупателя (сплошная линия) и продавца (точечная линия)

Рисунок 13 иллюстрирует поведение вего, рассчитанной в рамках CEV модели. Как видно из графика, вега опциона продавца и покупателя с приближением срока истечения контракта стремится к нулю, что также соответствует асимптотическому поведению этого параметра. Согласно формулам, приведенным в разделе 1.4.6, вега опционов продавца и покупателя аналогично гамме рассчитывается по одинаковым формулам, однако ввиду разных страйков графики имеют одинаковое поведение, но полностью не совпадают. В приложении Б приведены графики вего опционов при одинаковых страйках. Поведение полностью совпадает.

Графики поведения ρ для опционов продавца и покупателя по модели Блэка-Шоулса и CEV модели представлены в приложении Б. Несмотря на то, что изменение процентных ставок оказывает влияние на цену опциона, обычно процентные ставки — это наименее важный из показателей, вводимых в практическую модель. Основными показателями являются дельта, гамма, тета и вега.

3. Социальная ответственность

В настоящее время большое внимание уделяется вопросам безопасности трудящихся на рабочем месте. Одной из основных задач является охрана здоровья сотрудников предприятий, сведение к минимуму или ликвидация различных видов производственных травм и снижение риска заболеваний.

Скорость создания и усовершенствования электронно-вычислительных машин (ЭВМ) привела к их повсеместному внедрению как на производстве, так в научно-исследовательских и конструкторских целях, а также в сфере управления и образования. Целью магистерской диссертации является исследование ценообразования опционов, расчёт и анализ поведения греческих. Данная работа предполагает использование ЭВМ для осуществления вычислений. Компьютеры на данный момент являются одной из важных составляющих деятельности большинства предприятий и организаций, а также в домашних условиях. Однако компьютер является источником вредного воздействия на организм человека, а, следовательно, и источником профессиональных заболеваний. Это влечет за собой требование: каждый пользователь персонального компьютера должен быть осведомлен о вредном воздействии ПЭВМ на организм человека и необходимых мерах защиты от этих воздействий.

3.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

3.1.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

В данной работе рассмотрена проектировка рабочего места и помещения, в котором оно находится. Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях функционально взаимосвязанных средств производства (оборудования, оснастки, предметов труда и др.), необходимых для осуществления трудового процесса.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест. Работа выполняется преимущественно за компьютером, поэтому в соответствии СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 в помещении на одного работника, работающего за ПК с ЖК мониторами предусмотрено 4,5 кв.м.

При проектировании рабочей зоны необходимо уделить внимание охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства. Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как рабочая зона находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз.

3.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Характеристика помещения, где была разработана магистерская работа: ширина комнаты составляет $b = 4\text{ м}$, длина $a = 6\text{ м}$, высота $H = 2,8\text{ м}$. Тогда площадь помещения будет составлять $S = a \cdot b = 24\text{ м}^2$, объем помещения $S = a \cdot b \cdot h = 72\text{ м}^3$. В помещении имеется окно, через которое осуществляется вентиляция помещения. В помещении отсутствует принудительная вентиляция, т.е. воздух поступает и удаляется через дверь и окно, вентиляция является естественной. В зимнее время помещение отапливается, что обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В помещении используется комбинированное освещение - искусственное и естественное. Искусственное освещение создается люминесцентными лампами типа ЛБ. Рабочая поверхность имеет высоту 0,75 м. Электроснабжение сети переменного напряжения 220 В. Помещение без повышенной опасности в отношении поражения человека электрическим током по ГОСТ Р 12.1.019-2009.

Компьютер, расположенный на рабочей поверхности высотой 0.77 м, обладает следующими характеристиками: процессор Intel Core i3, оперативная память 8 ГБ, операционная система Microsoft Windows 10, частота процессора

2,5ГГц, дисплей HD с диагональю 43,9 см (17,3 дюйма) разрешением 1600 на 900.

При устройстве рабочего места человека, работающего за ПК необходимо соблюсти следующие основные условия: наилучшее местоположение оборудования и свободное рабочее пространство. Так как данная работа выполнена на персональном компьютере типа ноутбуке, в котором отсевают элементы стандартного ПК (системный блок, отдельный монитор, клавиатура и т.д.), то основным требованием к организации рабочего места является размещение ноутбука по центру письменного стола строго напротив пользователя, т.к. это обеспечивает положение монитора ноутбука на уровне глаз оператора, а также комфортное положение рук оператора над клавиатурой.

При проектировании письменного стола должны быть учтены следующие требования. Высота рабочей поверхности стола рекомендуется в пределах 680–800 мм. Высота рабочей поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть 650 мм. Рабочий стол должен быть шириной не менее 700 мм и длиной не менее 1400 мм. Должно иметься пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной — не менее 500 мм, глубиной на уровне колен — не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног — не менее 650 мм.

Рабочее кресло должно быть подъёмно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки до переднего края сиденья. Рекомендуемая высота сидения над уровнем пола 420–550 мм. Конструкция рабочего кресла должна обеспечивать: ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм.

Монитор должен быть расположен на уровне глаз оператора на расстоянии 500–600 мм. Согласно нормам, угол наблюдения в горизонтальной плоскости должен быть не более 45° к нормали экрана. Лучше если угол обзора будет составлять 30°. Кроме того должна быть возможность выбирать уровень контрастности и яркости изображения на экране. Должна предусматриваться возможность регулирования экрана.

3.2. Профессиональная социальная ответственность

3.2.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

Вредным называется производственный фактор, воздействие которого на сотрудника в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению работоспособности. При изменении уровня и времени воздействия вредные производственные факторы могут стать опасными. Опасными считаются производственные факторы, воздействие которых на работающего в конкретных условиях может привести к травмам, а также другим внезапным резким ухудшениям здоровья.

Для идентификации потенциальных факторов использован ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы 3.

Таблица 3. Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработ ка	Изготовл ение	Эксплуат ация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 2.2.2/2.4.1.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» [22] СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [23]
2. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» [24]
3. Повышенный уровень шума	+	+	+	СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» [25]

4. Повышенное образование электростатических зарядов	+	+	+	СанПиН 2.2.2.542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работ» [26]
5. Наличие электромагнитных полей радиочастотного диапазона	+	+	+	СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях» [27]
6. Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса	+	+	+	СанПиН 2.2.2/2.4.1.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» [22]

Эти факторы могут привести к ухудшению здоровья пользователя, а также к профессиональным заболеваниям. Кроме того, вынужденная неудобная рабочая поза (в большинстве случаев в ограниченном пространстве), длительное сосредоточенное наблюдение, из которого 20% приходится на непосредственное наблюдение за экраном ВДТ, вызывают повышенное напряжение мышц зрительного аппарата, а в комплексе с неблагоприятными производственными факторами обуславливают развитие общего утомления и снижение работоспособности.

Анализ опасных и вредных производственных факторов

Отклонение показателей микроклимата

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.

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 4.

Таблица 4. Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		Фактическое значение	Допустимое значение	Фактическое значение	Допустимое значение	Фактическое значение	Допустимое значение
Холодный	Ia	(20÷24)	(19÷24)	5	(15÷75)	0.1	≤ 0.1
Теплый	Ia	(23÷25)	(20÷28)	5	(15÷75)	0.1	≤ 0.2

Анализируя таблицу 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.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

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 $\Phi_{ЛД} = 2300$ Лм. Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-30. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 925 мм, ширина – 265 мм. На первом этапе определим значение индекса освещенности i .

$$i = \frac{S}{(a+b) \cdot h}, \quad (5)$$

где S – площадь помещения;

h – расчетная высота подвеса светильника, м;

a и b – длина и ширина помещения, м.

Высота светильника над рабочей поверхностью h

$$h = H - h_p - h_c = 2,8 - 0,75 - 0,3 = 1,55, \quad (6)$$

где H – высота помещения, м;

h_p – высота рабочей поверхности, м;

h_c – расстояние светильников от перекрытия (свес).

В результате проведенных расчетов, индекс освещенности i равен

$$i = \frac{S}{(a+b) \cdot h} = \frac{24}{(4+6) \cdot 1,55} = 1,5 \quad (7)$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 1,55 = 1,6 \text{ м} \quad (8)$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{b}{L} = \frac{4}{1,6} = 2,5 \approx 3 \quad (9)$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{a}{L} = \frac{6}{1,6} = 3,75 \approx 4 \quad (10)$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 4 \cdot 3 = 12 \text{ м} \quad (11)$$

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:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{1,6}{3} = 0,53 \text{ м} \quad (12)$$

Размещаем светильники в три ряда. План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами представлен на рисунке 14.

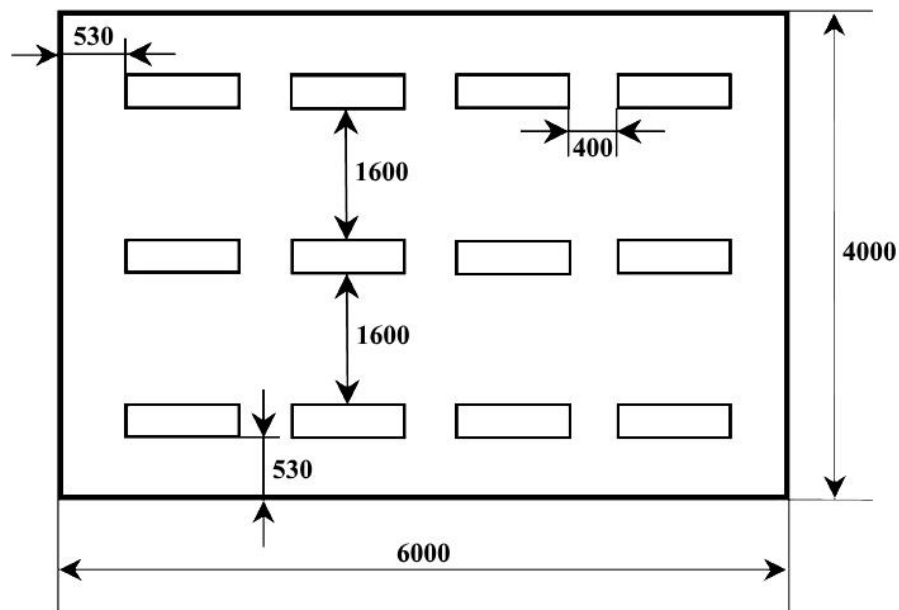


Рис. 14. План размещения светильников с люминесцентными лампами (размеры указаны в мм)

Световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{N \cdot \eta}, \quad (13)$$

- где E_H – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, лк;
 S – площадь освещаемого помещения, м²;
 K_z – 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_{cp} / E_{min} .

Для люминесцентных ламп он равен 1,1;

N – число ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока.

Данное помещение относится к типу помещения со средним выделением пыли, поэтому коэффициент запаса $K_z = 1,5$; 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 $i = 1,5$ равен $\eta = 0,47$.

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

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

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

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{ЛД} - \Phi_{П}}{\Phi_{ЛД}} \cdot 100\% \leq 20\%$$

Подставляя данные, получим:

$$\frac{\Phi_{ЛД} - \Phi_{П}}{\Phi_{ЛД}} \cdot 100\% = \frac{2300 - 2106}{2300} \cdot 100\% = 8,43\%$$

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

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

Наличие электромагнитных полей радиочастотного диапазона

ЭМП обладает способностью биологического, специфического и теплового воздействия на организм человека, что может повлечь следующие последствия: биохимические изменения в клетках и тканях; нарушения условно-рефлекторной деятельности, снижение биоэлектрической активности мозга, изменения межнейронных связей, отклонения в эндокринной системе; вследствие перехода ЭМП в тепловую энергию может наблюдаться повышение температуры тела, локальный избирательный нагрев тканей и так далее. Требования:

1. Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг ВДТ по электрической составляющей должна быть не более:

- в диапазоне частот 5Гц-2кГц - 25В/м;
- в диапазоне частот 2кГц/400кГц - 2,5В/м.

2. Плотность магнитного потока должна быть не более:

- в диапазоне частот 5Гц-2кГц - 250нТл;
- в диапазоне частот 2кГц/400кГц - 25нТл.

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

1. Применение СКЗ

- защита временем;
- защита расстоянием;
- снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;
- экранирование источника;
- защита рабочего места от излучения;

2. Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), которые включают в себя:

- Очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера. Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами.
- Вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова (SnO_2).

Повышенное образование электростатических зарядов

Электризация заключается в следующем: нейтральные тела, в нормальном состоянии не проявляющие электрических свойств, при условии отрицательных контактов или взаимодействий становятся электрозаряженными. Опасность возникновения статического электричества проявляется в возможности образования электрической искры и вредном воздействии его на человеческий организм, и не только в случае непосредственного контакта с

зарядом, но и за счет действий электрического поля, которое возникает при заряде. При включенном питании компьютера на экране дисплея накапливается статическое электричество. Электрический ток искрового разряда статического электричества мал и не может вызвать поражение человека. Тем не менее, вблизи экрана электризуется пыль и оседает на нем. В результате чего искажается резкость восприятия информации на экране. Кроме того, пыль попадает на лицо работающего и в его дыхательные пути.

Повышенный уровень шума

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума – это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Уровень шума на рабочем месте математиков-программистов и операторов видеоматериалов не должен превышать 50дБА, а в залах обработки информации на вычислительных машинах - 65дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

1. СКЗ

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звукоизоляции и звукопоглощения;
- применение средств, снижающих шум на пути их распространения;

2. СИЗ

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

Нервно-психические перегрузки, связанные с напряженностью трудового процесса

Значительное умственное напряжение и другие нагрузки приводят к переутомлению функционального состояния центральной нервной системы, нервно-мышечного аппарата рук. Нерациональное расположение элементов рабочего места вызывает необходимость поддержания вынужденной рабочей позы. Длительный дискомфорт вызывает повышенное позвоночное напряжение мышц и обуславливает развитие общего утомления и снижение работоспособности.

При длительной работе за экраном дисплея появляется выраженное напряжение зрительного аппарата с появлением жалоб на неудовлетворительность работы, головные боли, усталость и болезненное ощущение в глазах, в пояснице, в области шеи, руках.

Режим труда и отдыха работника: при вводе данных, редактировании программ, чтении информации с экрана непрерывная продолжительность работы не должна превышать 4-х часов при 8-часовом рабочем дне. Через каждый час работы необходимо делать перерыв на 5-10 минут, а через два часа на 15 минут.

3.2.2. Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов

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 отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
2. 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.
3. 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.

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

Сопротивление 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, изложенным в ГОСТ 12.1.030-81 номинальное сопротивление заземления должно быть не более 4 Ом, ток не более 0.1 А и напряжение 12-36 В.

К основным электрозащитным 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.

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.

В производственных помещениях, где допустимые нормативные величины микроклимата поддерживать не представляется возможным,

необходимо проводить мероприятия по защите работников от возможного перегрева 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 перегрева 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.

Основные способы защиты от статического электричества следующие: заземление оборудования, увлажнение окружающего воздуха. Также целесообразно применение полов из антистатического материала.

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.

С целью снижения или устранения нервно-психологического, зрительного и мышечного напряжения, предупреждение переутомления необходимо проводить комплекс физических упражнений и сеансы психофизической разгрузки и снятия усталости во время регламентируемых перерывов, и после окончания рабочего дня.

3.3. Экологическая безопасность

3.3.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

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 при выполнении данной работы являются черновики бумаги, отработавшие люминесцентные лампы и картриджи.

3.3.2. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

Основным источником вреда для окружающей среды являются отходы, полученные при проведении работ. Их необходимо утилизировать. Так как израсходованная бумага не содержала никаких закрытых сведений, она была направлена на утилизацию без использования шредера, а люминесцентные лампы собраны и направлены на утилизацию в соответствующую организацию. Израсходованные картриджи аналогично были переданы производителю для централизованной утилизации в соответствии с требованиями ГОСТ 30775-2001.

3.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

3.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Так как данная работы выполняется на компьютере, то наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара в помещении.

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории A_n , B_n , B_n , Γ_n и D_n .

Согласно НПБ 105-03 класс или офисное помещение относится к категории В - 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 имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б. По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера. Основной причиной возникновения пожара неэлектрического характера в офисном помещении может стать халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня). Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Однако пожар, это не единственная вероятная ЧС. В Томске преобладает континентально-циклонический климат. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.) отсутствуют. Возможными ЧС могут быть сильные морозы и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще. Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности.

3.4.2. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

Согласно общим требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 для устранения причин возникновения пожаров в помещении должны проводиться следующие мероприятия:

1. использование только исправного оборудования;
2. проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
3. назначение ответственного за пожарную безопасность помещений;
4. издание приказов по вопросам усиления пожарной безопасности
5. отключение электрооборудования, освещения и электропитания по окончании работ;
6. курение в строго отведенном месте;
7. содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации возгорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Воздушно-пенные огнетушители очагов пожара, без наличия электроэнергии. Углекислотные и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый закачной огнетушитель ОП-3. Тушение электроустановок нужно производить на расстоянии не менее 1 метра (имеется в виду расстояние от сопла огнетушителя до токоведущих частей). Зарядку порошковых огнетушителей следует производить один раз в пять лет. При

возникновении необходимости ремонта или зарядки, следует обращаться в специализированные фирмы.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу (приложение Б).

В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась. Кроме того, необходимо иметь альтернативные источники тепла, электроэнергии и транспорта.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

3.5. Выводы и рекомендации

Проанализировав условия труда на рабочем месте, где была разработана бакалаврская работа, можно сделать вывод, что помещение удовлетворяет необходимым нормам и в случае соблюдения техники безопасности и правил пользования компьютером работа в данном помещении не приведет к ухудшению здоровья работника.

Само помещение и рабочее место в нем удовлетворяет всем нормативным требованиям. Кроме того, действие вредных и опасных факторов сведено к минимуму, т.е. микроклимат, освещение и электробезопасность соответствуют требованиям, предъявленным в соответствующих нормативных документах.

Относительно рассмотренного вопроса об экологической безопасности можно сказать, что деятельность помещения не представляет опасности окружающей среде.

Важно добавить, что монитор компьютера служит источником ЭМП – вредного фактора, который отрицательно влияет на здоровье работника при продолжительной непрерывной работе и приводит к снижению работоспособности. Поэтому во избежание негативного влияния на здоровье необходимо делать перерывы при работе с ЭВМ и проводить специализированные комплексы упражнений для глаз.

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

4.1. Потенциальные потребители результатов исследования

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

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

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга). Потенциальные потребители результатов исследования: банки, консалтинговые компании, финансовые холдинги, частные инвесторы.

	Виды использования расчёта «греческих» для опционов		
Виды потребителей		Участие в торгах	Научные исследования
	Банки		
	Консалтинговые компании		
	Частные инвесторы		
	Финансовые холдинги		

Фирма А  Фирма Б 

Рис. 15. Карта сегментирования рынка услуг по расчёта «греческих» для опционов

4.2. 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.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

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

В ходе проведения исследований строится математическая модель расчёта греческих в рамках CEV модели (показатель обозначим как ϕ). Греческие могут быть рассчитаны и другими способами, поэтому в качестве конкурентов используем расчёт греческих с помощью модели Блэка-Шоулса (конкурент k_1) и использование экспертной оценки трейдера в качестве метода оценки поведения греческих (конкурент k_2). Составим оценочную карту для сравнения конкурентных технических решений (таблица 5).

Таблица 5. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_ϕ	B_{k1}	B_{k2}	K_ϕ	K_{k1}	K_{k2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя (увеличение	0,09	5	5	3	0.45	0.45	0.27

скорости расчёта, возможность работать с большими объемами данных)							
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,09	4	4	3	0.36	0.36	0.27
3. Точность вычислений	0,1	4	5	3	0.4	0.5	0.3
4. Сложность вычислений	0,08	5	4	4	0.4	0.32	0.32
5. Доступность и простота (удобный формат, возможность вывода промежуточного результата и пр.) получаемых результатов	0,1	5	5	2	0.5	0.5	0.2
6. Адекватность модели и корректность результатов	0,1	4	4	3	0.4	0.4	0.3
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,09	5	5	4	0.45	0.45	0.36
2. Уровень проникновения на рынок (степень внедрения данного продукта/услуги)	0,08	4	5	5	0.32	0.4	0.4
3. Стоимость продукта/услуги	0,1	4	5	3	0.4	0.5	0.3
4. Послепродажное обслуживание (техническая поддержка программного продукта/оказание дополнительных консультационных услуг)	0,1	5	5	3	0.5	0.5	0.3
5. Срок выхода на рынок	0,07	4	5	5	0.28	0.35	0.35
Итого	1	49	52	38	4.46	4.73	3.37

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в таблице, подбираются исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5

– наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i * B_i, \quad (14)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Основываясь на знаниях о конкурентах, можно объяснить, что, не смотря на простоту построения, модель Блэка-Шоулса имеет более низкую точность, а соответственно и корректность результатов особенно для сложной опционной позиции. Экспертная оценка хотя и позволяет в некоторых случаях оперативно принимать решения в ходе торгов, но основывается лишь на абстрактном для клиента опыте (т.е. слабо подкреплена фактическими результатами), не позволяет исследовать промежуточные вычисления и анализировать большой объем данных.

4.3. 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.

Разработанная для данного исследования матрица SWOT представлена в таблице 6.

Таблица 6. Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта	Слабые стороны научно-исследовательского проекта
	1. Анализ тенденций в ценообразовании 2. Расчёт и анализ коэффициентов	1. Необходимость значительных ресурсов для вычислений

	чувствительности опционов к различным факторам 3. Определение тенденций в поведении опционов и выявление наиболее выгодного вложения для инвесторов	2. Использование сложного математического аппарата Бесселевых функций 3. Сложность численного вычисления (при большом количестве итераций есть риск возникновения неопределенности)
Возможности	Благодаря тому, что в работе производится расчёт коэффициентов чувствительности опционов, банковские организации могут минимизировать риски и получить прибыль от инвестиций.	В связи с тем, что данный проекте подразумевает сложные математические вычисления, банковские организации имеют возможность разработать методы для улучшения качества обработки и осуществления вычислений за счет привлечения иных организаций.
1. Возможность получения прибыли без несения дополнительного риска 2. Заинтересованность со стороны инвесторов в расчете коэффициентов чувствительности 3. Возможность определения наиболее выгодного вложения		
Угрозы	В случае отсутствия спроса на услуги по данному направлению исследования или появления новых конкурентов проект может оказаться не рентабельным. Избежать последней проблемы возможно, если при выводе проекта на рынок подключить команду разработчиков, которые помогут не только в корректировке (если это необходимо) модели, но и	В связи с тем, что для проведения исследований по данному направлению требуется прибегнуть к сложной реализации для проведения расчётов, есть риск потери финансовых вложений в случае недостаточного
1.Отсутствие спроса на предлагаемые услуги 2.Потеря финансовых средств в случае неудовлетворительного результата моделирования 3.Появление конкурентов в данном виде услуг (использование другой ранее		

известной модели, создание нового метода расчёта)	при написании пользовательского интерфейса и пр. Также необходимо провести мероприятия по продвижению продукта, поиску заинтересованных клиентов.	количества вычислительных ресурсов.
---	---	-------------------------------------

4.4. Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в уставе проекта.

Устав проекта документирует бизнес-потребности, текущее понимание потребностей заказчика проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать. Устав научного проекта магистерской работы должен иметь следующую структуру.

1. Цели и результат проекта

Под заинтересованными сторонами проекта понимаются лица или организации, которые активно участвуют в проекте или интересы которых могут быть затронуты как положительно, так и отрицательно в ходе исполнения или в результате завершения проекта. Информация по заинтересованным сторонам проекта представлена в таблице 7.

Таблица 7. Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
НИ ТПУ, ОЭФ	Проведение исследований по данной теме с целью использования настоящей разработки в образовательных целях, а также

	использование данной разработки в качестве основы под иные проекты, выполняемые на базе ОЭФ.
Банки, финансовые холдинги, частные инвесторы, трейдеры	Использование данной разработки в условиях торгов или для иных исторических данных с целью исследования поведения опционной позиции заказчика на рынке, расчётов прибыли и анализа рисков.

Таблица 8. Цели и результаты проекта

Цели проекта:	Проведение расчёта и анализа поведения греческих на основе CEV модели.
Ожидаемые результаты проекта:	Получение результатов, позволяющих провести анализ рынка опционов по исходным данным.
Критерии приемки результата проекта:	Получение данных для исследования вопросов ценообразования опционов и коэффициентов чувствительности.
Требования к результату проекта:	Корректность результатов и их соответствие наиболее вероятному поведению показателей. Результаты должны быть представлены в доступной форме.

2. Организационная структура проекта

На данном этапе работы необходимо решить следующие вопросы: кто будет входить в рабочую группу данного проекта, определить роль каждого участника в данном проекте, а также прописать функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте.

3. Ограничения и допущения проекта

Ограничения проекта – это все факторы, сдерживающие свободу участников команды в работе над данным проектом (таблица 9).

Таблица 9. Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
Источник финансирования	НИ ТПУ, ОЭФ
Бюджет затрат НТИ	241595,6
Сроки проекта	4 месяца
Дата утверждения плана управления проектом	1.02.2019
Дата завершения проекта	1.06.2019

4.5. Определение трудоемкости работ

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

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Данные по трудозатратам представлены в таблице 10.

Таблица 10. Трудозатраты участников разработки проекта

№ п/п	ФИО участника проекта	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час
1	Крицкий О.Л.	Научный руководитель проекта	1. Обеспечение проекта ресурсами со стороны исполнителя. 2. Руководство и контроль за выполнением работ. 3. Регулярный анализ хода выполнения работ.	33
2	Мартынюк Е.В.	Магистрант	1. Выполнение расчетов по проекту. 2. Подготовка отчета о проделанной работе.	558
Итого:				591

Календарный план проекта за вычетом выходных и праздничных дней для сотрудников, работающих по шестидневной рабочей неделе, представлен в таблице 11.

Таблица 11. Календарный план проекта

Код работы	Название	Длительность, дни	Дата начала работы	Дата окончания работы	Состав участников (ФИО исполнителей)
------------	----------	-------------------	--------------------	-----------------------	--------------------------------------

1	Составление и утверждение ТЗ	6	1.02.2019	7.02.2019	Крицкий О. Л. Мартынюк Е.В.
2	Подбор и изучение материалов по теме	16	8.02.2019	28.02.2019	Мартынюк Е.В.
3	Сбор и анализ исходных данных	4	1.03.2019	5.03.2019	Мартынюк Е.В.
4	Выбор метода выполнения работы	11	6.03.2019	20.03.2019	Мартынюк Е.В.
5	Календарное планирование работ по теме	7	21.03.2019	29.03.2019	Крицкий О. Л. Мартынюк Е.В.
6	Применение выбранного метода к данным	17	30.03.2019	18.04.2019	Мартынюк Е.В.
7	Тестирование и анализ результатов работы	8	19.04.2019	29.04.2019	Мартынюк Е.В.
8	Исправление найденных ошибок, доработка модели	9	30.04.2019	14.05.2019	Крицкий О. Л. Мартынюк Е.В.
9	Составление пояснительной записки к магистерской диссертации	9	15.05.2019	25.05.2019	Мартынюк Е.В.
10	Оформление пояснительной записки к магистерской диссертации по ГОСТу	6	27.05.2019	1.06.2019	Мартынюк Е.В.
Итого:		93			

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ (таблица 12).

Таблица 12. Календарный план-график выполнения работ

Календарный план-график выполнения работ													
Номер	Наименование работы	Исполнители	Дни	Продолжительность выполнения работ, дни									
				Февраль		Март			Апрель		Май		
				7	20	5	14	8	20	10	14	10	6
1	Составление и утверждение ТЗ	М Р	7										
2	Подбор и изучение материалов по теме	М	20										
3	Сбор и анализ исходных данных	М	5										
4	Выбор метода выполнения работы	М	14										
5	Календарное планирование работ по теме	М Р	8										
6	Применение выбранного метода к данным	М	20										
7	Тестирование и анализ результатов работы	М	10										
8	Исправление найденных ошибок, доработка модели	М Р	14										
9	Составление пояснительной записки к магистерской диссертации	М	10										
10	Оформление пояснительной записки к магистерской диссертации по ГОСТу	М	6										

Руководитель (Р)



Магистрант (М)



4.6. 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:

1. материальные затраты НТИ;
2. затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
3. основная заработная плата исполнителей темы;
4. дополнительная заработная плата исполнителей темы;
5. отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
6. затраты научные и производственные командировки;
7. контрагентные расходы;
8. накладные расходы.

В нашем случае расчет основных затрат производится только для научного руководителя, так как исполнитель является студентом на договорной основе, и, следовательно, со стороны ТПУ него нет затрат.

4.6.1. Расчёт материальных затрат НТИ

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 13.

Таблица 13. Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Ноутбук Dell Vostro 14-5459	Шт	1	37000	37000
Microsoft Windows 10 Professional RU x32/x64	Шт	1	9000	9000
Пакет Microsoft Office 2019 Home and Student RU x32/x64	Шт	1	4 600	4 600
Канцелярские принадлежности	Шт	1	300	300
Итого				50900

4.6.2. 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 НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{zn} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (15)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (16)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_{м} \cdot М}{F_{д}} \quad (17)$$

где $З_{м}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

$М$ – количество месяцев работы без отпуска в течение года (при отпуске в 48 раб. дней $М=10,4$ месяца, 6-дневная неделя);

$F_{д}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{м} = З_{мс} \cdot (1 + k_{np} + k_{\partial}) \cdot k_p, \quad (18)$$

где $З_{мс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

k_{np} – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{мс}$);

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

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 г. Томск.

Пример расчета заработной платы для руководителя:

$$З_{м} = З_{мс} \cdot (1 + k_{np} + k_{\partial}) \cdot k_p = 33664 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 65664,8 \text{ руб.}$$

$$З_{дн} = \frac{65664,8 \cdot 10,4}{251} = 2720 \text{ руб.}$$

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p = 2720 \cdot 5,5 = 14960 \text{ руб.}$$

Таблица 14. Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$З_{мс}$	k_p	$З_{м}$, руб	$З_{дн}$, руб	T_p , дни	$З_{осн}$, руб
-------------	----------	-------	---------------	----------------	-------------	-----------------

Руководитель	33664	1,3	65664,8	2720	5,5	14960
Магистрант	12663	1,3	24634,5	1021	93	94953
Итого						109913

4.6.3. Дополнительная заработная плата

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{дон} = k_{дон} \cdot Z_{осн}, \quad (19)$$

где $k_{дон}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12).

Таблица 15. Расчет дополнительной заработной платы

Исполнители	Основная ЗП, руб	Дополнительная ЗП, руб
Руководитель	14960	1795
Магистрант	94953	11394
Итого		13189

4.6.4. 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:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{дон}), \quad (20)$$

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

Установлен размер страховых взносов равный 27.1%. Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 16.

Таблица 16. Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная ЗП, руб	Сумма отчисления, руб
Руководитель	14960	4054
Магистрант	94953	25732
Итого		29786

2.6.5. Накладные расходы

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

$$З_{накл} = (З_{осн} + З_{дон}) \cdot k_{нр}, \quad (21)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы (принимается равным 30%): $З_{накл} = 36930,6 \text{ руб.}$

Затраты на электроэнергию, потребляемую оборудованием (ноутбук), при среднем времени работы 4 часа в день и 93 днях работы, а также при стоимости 1 кВт = 5,8 руб. получим:

$$\begin{aligned} З_{эл} &= \text{мощность} \cdot \text{часы} \cdot \text{дни} \cdot \text{тариф} \\ З_{эл} &= 0,4065 \cdot 4 \cdot 93 \cdot 5,8 = 877 \text{ руб.} \end{aligned}$$

4.6.6. 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 17.

Таблица 17. Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НТИ	50900
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	109913
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	13189
4. Отчисления во внебюджетные фонды	29786
5. Накладные расходы	36930,6
6. Затраты на электроэнергию	877
6. Бюджет затрат НТИ	241595,6

4.7. Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты. Потенциальные риски представлены в таблице 18.

Таблица 18. Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Ошибки в исторических данных	Получение заведомо неадекватного результата при корректно работающей программе	4	5	высокий	Использование достоверного источника данных	Использованы недостоверный источник информации. Внесены ошибки в данные при переводе из одного формата в другой и пр.
2	Ошибки в	Получение некорректных	2	4	средний	Доработка алгоритма,	Допущение

	программе (ошибки в алгоритме, ошибки/неточности в формулах)	результатов или получение неработающей программы				дебаг программы. Использование авторитетного источника информации, из которого берутся исходные формулы	ошибок при написании формул и составлении алгоритма. Использование непроверенного источника информации, следовательно, расчёт по некорректным формулам
3	Плохое техническое оснащение	Невозможность получения результатов	1	1	низкий	Установка ПО или использование иного ПК для работы	Отсутствие необходимого ПО у пользователя/несовместимость ПК с необходимым ПО

4.8. Оценка сравнительной 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:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (22)$$

где $I_{финр}^{исп.i}$ – 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 300000 руб.

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

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (23)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

a_i^A, b_i^P – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 19.

Таблица 19. Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1: магистрант	Исп.2: конкурент
Способствует росту производительности труда пользователя	0,2	5	4
Возможность применения любым предприятием	0,15	3	4
Требуем наличия исторических данных	0,25	5	5
Простота применения	0,15	4	5
Конкурентоспособность (с другими системами)	0,25	4	3
ИТОГО	1	4,3	4,15

$$I_{p-исп.1} = 5 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,25 = 4,3$$

$$I_{p-исп.2} = 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,25 = 4,15$$

$$I_{\max} = 4,3$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр}^{исп.i}}, \quad (24)$$

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:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.i}}{I_{исп.\max}}, \quad (25)$$

Сравнительная эффективность разработки представлена в табл. 20.

Таблица 20. Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Проект магистранта	Проект конкурента
-------	------------	--------------------	-------------------

1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,8	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,3	4,15
3	Интегральный показатель эффективности	5,4	4,15
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,25	0,96

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

4.9. Выводы

В ходе выполнения части работы по финансовому менеджменту, ресурсоэффективности и ресурсосбережению был проведен анализ разрабатываемого исследования.

Во-первых, оценен коммерческий потенциал и перспективность проведения исследования. Полученные результаты говорят о потенциале и перспективности на уровне выше среднего.

Во-вторых, проведено планирование НИР, а именно: определена структура и календарный план работы, трудоемкость и бюджет НТИ. Результаты соответствуют требованиям к магистерским диссертациям по срокам и иным параметрам.

В-третьих, определена эффективность исследования в разрезах ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности.

Заключение

В результате магистерской диссертации решена актуальная научно-практическая задача ценообразования опционов, расчёта и анализа поведения греческих.

Достигнуты следующие основные научные и практические результаты.

1. В рамках CEV модели вычислен параметр $\beta=1.52$ для данных курса RUB/USD за период с 1 января по 31 декабря 2018 года.
2. Найденный параметр $\beta=1.52$ использован для расчёта справедливой цены опционов покупателя и продавца. Цены для опциона покупателя будут понижаться ближе к наступлению срока исполнения, а для опциона продавца наоборот повышаются. Совпадение моделей не точное, т.к. параметр $\beta \neq 2$.
3. В рамках CEV модели и модели Блэка-Шоулса произведен расчёт «греческих». Алгоритм расчёта реализован в среде Mathcad 15.
4. В ходе проведения сравнительного анализа полученных результатов выявлено, моделирование поведения греческих по модели Блэка-Шоулса позволяет оценить только тренд, однако по CEV модели рассчитывается динамика поведения греческих в течение всего периода, что может оказать существенное влияние при работе со сложными опционными позициями. В ходе проведения данного исследования теоретические предположения о поведении греческих полностью подтвердились практическими результатами.

Список использованных источников

1. McKean, Jr., H. P. Appendix: A free boundary problem for the heat equation arising from a problem of mathematical economics. // *Industrial Management Review*. – 1965. – № 6(2). – pp. 32-39.
2. Merton, R. C. Theory of rational option pricing. // *Bell Journal of Economics and Management Science*. – 1973. – № 4(1). – pp. 141-183.
3. Jackwerth, J. C. and Rubinstein, M. Recovering stochastic processes from option prices. // *Working Paper, London Business School*. – 2001. – pp. 123-153.
4. Cox, J. C. Notes on option pricing I: Constant elasticity of variance diffusions. // *Working Paper, Stanford University*. – 1975. – pp. 13-17.
5. Dennis, P. and Mayhew, S. Risk-neutral skewness: Evidence from stock options. // *Journal of Financial and Quantitative Analysis*. – 2002. – № 37(3). – pp. 471-493.
6. Вайн С. Опционы. Полный курс для профессионалов. – М.: Альпина Паблишер, 2003 – 416 с.
7. Black, F. and Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. // *Journal of Political Economy*. – 1973. – № 81(3). – pp. 637-654
8. Natenberg S. *Option Volatility & Pricing: Advanced Trading Strategies and Techniques*. – McGraw Hill Professional, 1994. – 469 p.
9. Bekaert, G. and Wu, G. Asymmetric volatility and risk in equity markets. // *Review of Financial Studies*. – 2000. – № 13(1). – pp. 1-42.
10. G. E. Uhlenbeck and L. S. Ornstein. On the theory of Brownian motion. // *Physical Review Journals*. – 1930. – № 36. – pp. 823-841 p.
11. Hairer E., Roche M., Lubich C. *The Numerical Solution of Differential-Algebraic Systems by Runge-Kutta Methods*. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1989. – 139 p.
12. Крицкий О.Л. Курс лекций теории случайных процессов. – Томск: ТПУ, 2019. – 164 с.
13. Sterngold J. A crucial time for the COMEX // *The New York Times*. – 1985.

14. Larguinho, M., Dias, J.C. and Braumann, C.A., On the computation of option prices and Greeks under the CEV Model. // Quantitative Finance. – 2013. – Vol. 13. – No. 6. – pp. 907–917.
15. Kritski O., Zalmezh V. Asymptotics for Greeks under the constant elasticity of variance model // Tomsk Polytechnic University. – 16 p.
16. MATLAB and Simulink for Technical Computing (официальный ресурс, содержащий описание, документацию и обучающие материалы) [электронный ресурс]. URL: <http://www.mathworks.com> (дата обращения: 17.02.19).
17. Wolfram Mathematica: Modern Technical Computing (официальный ресурс, содержащий описание, документацию и обучающие материалы) [электронный ресурс]. URL: <https://www.wolfram.com/mathematica/> (дата обращения: 17.02.19).
18. Microsoft Excel (официальный ресурс, содержащий описание, документацию и обучающие материалы) [электронный ресурс]. URL: <https://products.office.com/ru-ru/excel> (дата обращения: 17.02.19).
19. STATISTICA (официальный ресурс, содержащий описание, документацию и обучающие материалы) [электронный ресурс]. URL: <https://statsoft.ru> (дата обращения: 17.02.19).
20. PTC Mathcad (официальный ресурс, содержащий описание, документацию и обучающие материалы) [электронный ресурс]. URL: <https://www.ptc.com/ru/products/mathcad> (дата обращения: 17.02.19).
21. Финам.ru [электронный ресурс]. URL: <https://www.finam.ru/> (дата обращения: 29.01.19).
22. СанПиН 2.2.2/2.4.1.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
23. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

24. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».
25. СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».
26. СанПиН 2.2.2.542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работ».
27. СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях».

Список публикаций студента

1. Мартынюк Е.В. Визуализация и анализ геоданных [Электронный ресурс] // Перспективы развития фундаментальных наук: сборник научных трудов XIII Международной конференции студентов и молодых учёных, Томск, 26-29 Апреля 2016. - Томск: ТПУ, 2016 - Т. 3. Математика. – с. 33-35. – http://science-persp.tpu.ru/Arch/Proceedings_2016_vol_3.pdf

Приложение А
(справочное)

Basics of an options theory and behavior of option sensitivity ratios

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
ОВМ71	Мартынюк Екатерина Викторовна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крицкий О. Л.	Кандидат ф-м. наук		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Кабрышева О. П.			

Introduction

Many different models have been developed for the evaluation of investment decisions under uncertainty, which emphasize that the evaluation of investment decisions and the rules for determining the optimal investment terms substantially depend on the stochastic process adopted for some basic variable. One of the most popular ways to invest is options. Most of the scientific literature on options relies on the work of McKean [1] and Merton [2] and assumes that the main variable (for example, asset price, operating cost, etc.) follows a lognormal diffusion process (geometric Brownian motion) with constant drift parameters and dispersion.

The random walk model is based on the assumption that the state variable has a log-normal stationary distribution. The assumption of a geometric Brownian motion provides the highest degree of analytical controllability and can be a reasonable approximation for the stochastic behavior of certain asset prices. However, the accumulated data indicates that this distribution assumption is not sufficient to cover all observations. An important feature of the empirical evidence is that stock option prices exhibit a so-called volatility smile or volatility jump. This effect contradicts the assumption of geometric Brownian motion, which implies a flat line [3].

One of the modifications to solve the problem described above was the Cox model with constant elasticity of dispersion (constant elasticity of variance (CEV), model of Cox) [4]. The advantage of the CEV model is that the volatility of the underlying asset is related to its price level, demonstrates a volatility smile, which is a convex and monotonously decreasing function of the exercise price, similar to the volatility smile curves that are observed in practice [5]. The structure of CEV is also consistent with the so-called “leverage effect”, i.e. the presence of a negative correlation between stock returns and volatility. The CEV model is widely used to solve a number of financial options pricing issues.

However, the trader planning the transaction must take into account not only the benefits, but also the risk. The holder of an option position always risks their investments, as the value of the option is subject to change. To assess the risk,

coefficients of sensitivity of options to various factors were introduced. These coefficients are called "Greeks". Using the "Greeks" calculation, it is possible to predict how the option position will change when the price of the underlying asset, maturity or volatility changes.

The purpose of the research is to study the pricing of options, the calculation and analysis of the behavior of the Greeks.

To achieve this goal it is necessary to solve the following tasks:

1. Within the CEV model, calculate the parameter β for the data of the RUB/USD exchange rate for the period from January 1 to December 31, 2018.
2. Calculate option prices under the CEV model.
3. Calculate the Greeks under the CEV model and the Black-Scholes model.
4. Analyze the results.

1. Theory

1.1. Options. Main concepts

Suppose that you are a manufacturer of jewelry from some precious metal and, for example, in a month you plan to purchase a new batch of metal. Since you expect the price of the desired metal to rise, you will get insurance that guarantees compensation for losses if the price of the desired metal is higher than usual by the required time. In the terminology of financial instruments, such insurance was called an option [6].

That simple example shows that the price of this insurance directly depends on the price of the underlying asset (in the example it is some precious metal). The underlying asset may take a different form: stocks, oil, currency, certain goods, etc. It is obvious that the closer the price of the underlying asset is to the level from which insurance is paid, the more expensive the insurance itself becomes (so payment on it becomes more likely).

An option contract is practically no different from any other. Similarly, the price, the duration of the contract, the rights and obligations of the parties are negotiated. The price paid by the option buyer (or received by the option seller) is called the option price or premium.

The option is limited to the expiration date, which is fixed in the contract. On this day, under the terms of the contract, the buyer acquires the right to make a transaction with the underlying asset (purchase or sale). The seller, in turn, is obliged to satisfy the right of the buyer. The price at which a transaction is made at the request of the buyer at the expiration of the option is called the strike price or strike. It is worth noting that when the expiration date comes, the buyer may not use the option and then it will simply expire.

Depending on what the buyer plans to do with the underlying asset, options are divided into two types:

Buyer option (call) - the right (but not obligation) to buy the underlying asset at a predetermined time at a predetermined price.

Seller's option (put) - the right (but not obligation) to sell the underlying asset at a predetermined time at a predetermined price.

We briefly summarize the rights to buy / sell options:

- if you expect the market to go up, then buy a call option;
- if you expect the market to go down, then buy a put option;
- if you expect the market to go up, then sell the put option;
- if you expect the market to go down, then sell the call option.

The difference between sellers and buyers of options is that option buyers can choose whether to exercise the option or not, while option sellers have to perform what their option buyers require.

It is also customary to distinguish options by their profitability:

- At-the-money (ATM) option is an option whose strike is equal to the current price of the underlying asset. This option currently has no intrinsic value.

- In-the-money option (ITM) is an option with intrinsic value. Buyer option in money when the current price of the underlying asset is higher than the strike price of the option. The option of the seller in the money, on the contrary, when the price of the underlying asset is below the strike price of the option.

- Out-of-the-money (OTM) option is an option that currently has no intrinsic value. A buyer's option is all money when the current price of the underlying asset is below the strike price of the option. The seller's option is all money when, on the contrary, when the price of the underlying asset is higher than the strike price of the option.

Despite this, options are a popular financial tool. Let's give a simple example: let's say the option price is \$10. Consequently, for \$100, you can buy either one unit of the underlying asset (for example, a share), or 10 options (the strike price is \$ 100). In the case of an increase in the price of the underlying asset, the option set will bring in several times more income than one unit of the underlying asset. This is the main advantage of options - they bring high (relative to investments) profit.

However, the possibility of obtaining more income with the same amount of investment is compensated for by the risk of complete loss of investments in the event

that the underlying asset does not grow in value and the option expires upon the expiration date. In other words, options bring in more revenue, but quickly depreciate.

1.2. Black-Scholes model

The prices of underlying assets in the market may vary, so an investor cannot risk his investments without any calculations. Random processes are usually used for the analysis of unexpected changes in the financial market. With the beginning of wide usage of option contracts, it was necessary to calculate not only the risks, but also the fair price of the option, which would suit all interested parties.

Black and Scholes in 1973 [7] obtained the basic formula for determining the contract price, which is based on the assumption that the price S of the underlying asset changes continuously over time t , and its future value is a logarithmic normal distribution. The equation of the process described is:

$$dS = \mu S dt + \delta S dW, \quad (1)$$

where, μ – is the expected return of the underlying asset, δ – is volatility, dW – is the Wiener process that controls the stochastic price change. According to this model, the interest rate of return ds/S on the interval dt has a normal distribution with mean μ and variance σ^2 . However, the assumption of a log-normal distribution with constant volatility does not reflect the effect of the "volatility smile" observed in a wide range of markets and underlying assets, it became necessary to modify the standard model of options prices.

1.3. Model of constant elasticity of dispersion (CEV model)

Due to the insolvency in some cases of the classic Black-Scholes model, it became necessary to develop other special models for the valuation of contracts.

It cannot be argued that the prices of all contracts vary in the same way. At the heart of price changes may be different processes. For example, diffusion process (smooth and continuous change) or jump process (for some time the price remains constant, and then rapidly moves to a new level). However, the diffusion model of price

changes assumes that trading is ongoing and there can be no gaps between the prices of contracts. But trading on exchanges is not conducted 24/7, so the diffusion model is poorly suited for real-world conditions. An intermittent model describes well, for example, changes in interest rates set by central banks, but such a model does not similarly describe all market processes.

Simple models described above are often far from reality, so the use of more plausible strategies could significantly improve the accuracy of calculations. Therefore, researchers agree that it is possible to describe the behavior of prices using a diffusion-jump process (Fig. 1), when prices change smoothly with periodic jumps [8].

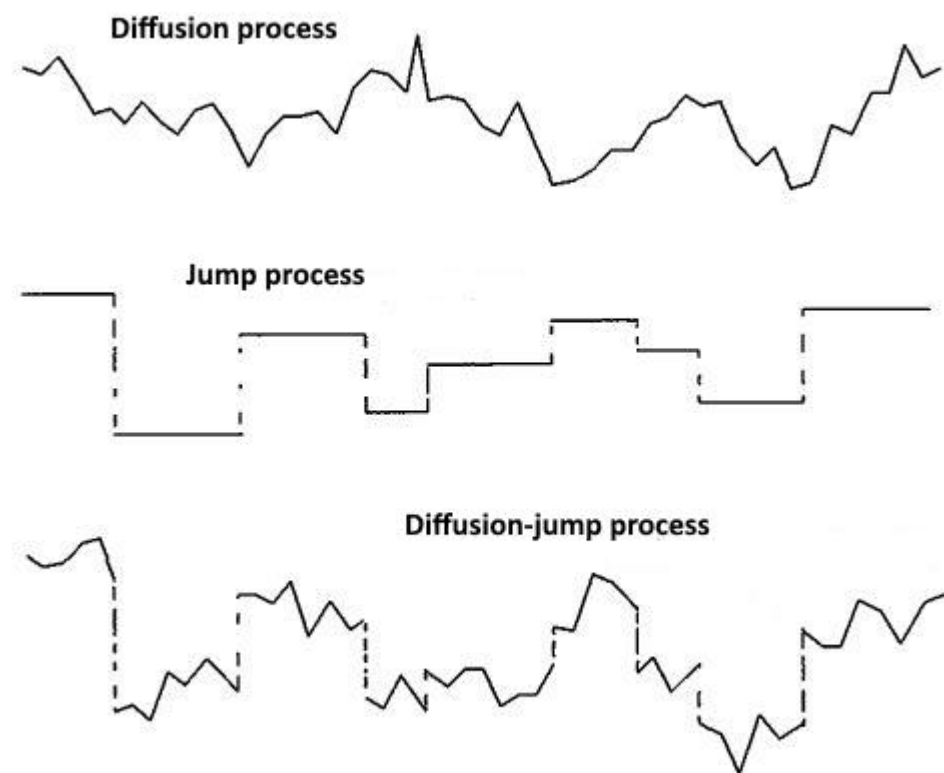


Fig. 1. Price change processes

Therefore, various modifications of the Black-Scholes model have been proposed. That models more accurately take into account the process underlying the price change. The mathematical structure of such models is complicated, but this is offset by a higher accuracy of the results.

One of the parameters for valuation is volatility, which determines the change in the contract price. However, volatility is dependent on the price of the underlying

asset, therefore, in addition to the modifications mentioned in the Black-Scholes model, another model was proposed - the constant elasticity of variance model (CEV model), which works on the assumption that there is a relationship between price and volatility [9]. In this model, the price is similarly changed randomly, but the nature of randomness is modified with the price of the underlying asset. Mathematically, the model is represented as an equation:

$$dS = \mu S dt + \delta S^{\beta/2} dW, \quad (2)$$

where S – is the price of the underlying asset, μ – is the expected return of the underlying asset, δ – is the volatility, dW – is the Wiener process, $0 < \beta < 2$ – is some parameter. It depends on the value of the parameter β what type the model will take: for example, when $\beta = 0$ it is the process of absolute diffusion is modeled (Ornstein-Uhlenbeck equation) [10], when $\beta = 2$ the process corresponds to the Black-Scholes model.

The disadvantage of this model is the mathematical structure, which is complicated by the fact that this equation does not have an explicit analytical solution, therefore, with respect to the S equation can be solved only numerically, for example, using the Runge-Kutta method [11].

In [12], the detailed input of the basic formulas for calculating the prices of options under the CEV model is presented. The main ratios are presented below. We introduce the symbol $\nu = (2 - \beta)^{-1}$, $\tau = T - t$ and $m = \exp(r(2 - \beta)\tau)$. Under the CEV-model, the *call option* price calculation (C) is defined as:

$$C = S Q\left(2y; 2 + \frac{2}{2 - \beta}, 2x\right) - Ee^{-r(T-t)} \left(1 - Q\left(2x; \frac{2}{2 - \beta}, 2y\right)\right), \quad (3)$$

where $x = kS^{2-\beta} \exp(r(2 - \beta)(T - t))$, $y = kE^{2-\beta}$,

$k = \frac{2r}{\delta^2(2 - \beta)[\exp(r(2 - \beta)(T - t)) - 1]}$, $Q(2y; 2\nu, 2x)$ – tail non-centered χ^2 -

distribution with the number of degrees of freedom 2ν and shift parameter $2x$. It is determined by the formula:

$$Q(2y; \nu, 2x) = \int_{2y}^{\infty} \frac{e^{-\frac{2x+u}{2}}}{2} \left(\frac{u}{2x} \right)^{\frac{\nu-2}{4}} I_{\frac{\nu-2}{2}}(\sqrt{2xu}) du = \sum_{n=1}^{\infty} g(n, x) G(n + \nu - 1, y),$$

where $g(n, x)$ – the density of the tail (additional) Gamma distribution, $g(n, x) = \frac{e^{-x} x^{n-1}}{\Gamma(n)}$

, $\Gamma(n)$ – is the gamma function, $G(n + \nu - 1, y)$ – is the tail Gamma distribution,

$$G(n + \nu - 1, y) = \int_y^{\infty} g(n + \nu - 1, t) dt, \quad I_q(z) = \left(\frac{z}{2} \right)^q \sum_{j=0}^{\infty} \frac{\left(z^2 / 4 \right)^j}{j! \Gamma(q + j + 1)} - \text{ is the modified}$$

Bessel function of the first kind of order q .

However, for large values of the parameters x, y the function $Q(2y; 2\nu, 2x)$, expressed through $G(n + \nu - 1, y)$ and $g(n, x)$, converges slowly enough. Therefore, for the calculation of $Q(2y; 2\nu, 2x)$ you can use the approximation: $Q(2y; 2\nu, 2x) = \Phi(R)$, where

$$R = \frac{1 - hp \left(1 - h + \left(1 - \frac{h}{2} \right) mp \right) - \left(\frac{y}{\nu + x} \right)^h}{h \sqrt{2p(1 + mp)}}, \quad h = 1 - \frac{2(\nu + x)(\nu + 3x)}{3(\nu + 2x)^2}, \quad p = \frac{(\nu + 2x)}{2(\nu + x)^2},$$

$$m = (h - 1)(1 - 3h).$$

The price of the *put option* can be found from the relationship:

$$P = -S_0 Q\left(2y; \frac{2}{2 - \beta}, 2x\right) + E e^{-r(T-t)} Q\left(2y; -\frac{2}{2 - \beta}, 2x\right), \quad (4)$$

a origin of which is also presented in [12].

1.4. Option sensitivity ratios

A competent trader planning a deal takes into account not only the future profit, but also the risk. As already explained in section 1.1, various factors affect the value of an option, such as volatility, strike price, exercise date, and others. The holder of an

option position always risks their investments, since the value of the option is subject to changes that occur when any of the above factors change.

To solve the problem of assessing the risk of a trader, coefficients of sensitivity of options to various factors were introduced. Such coefficients are called "Greeks", since these coefficients are denoted by the letters of the Greek alphabet. Using the "Greeks" calculation, it is possible to predict how the option position will change when the price of the underlying asset, maturity or volatility changes.

There are five "Greeks" who are responsible for changing certain parameters.

1.4.1. Delta

Delta (Δ) is the rate of change in the price of an option relative to the price of the underlying asset.

The price of the option cannot fall or grow faster than the price of the underlying asset, for the call option the delta is positive and increases from 0% to 100% (in some sources delta varies from 0 to 1). If the price of the underlying asset has increased or decreased by one point, then the price of the call option with a delta of 100% on this underlying asset has similarly increased or decreased by one point.

For put options, the delta works in a similar way, but taking into account the fact that the change in the value of the put option is opposite to the change in the value of the underlying asset. In other words, the higher the price of the underlying asset, the lower the value of the put option and vice versa. Therefore, the delta for put options is negative and varies from -100% to 0%.

1.4.2. Gamma

Gamma (Γ) depends on the delta and shows the rate of change of the delta with the price of the underlying asset. In other words, this coefficient shows the delta acceleration when moving in the direction we choose or slowing down in the opposite direction. Gamma is usually expressed by changing the delta by one point of the change in the price of the underlying asset, for example $\Gamma = 0,02$, then, if the price of the underlying asset moves by one point, Δ will change by the same amount, that is, when

the price of the underlying asset rises $\Delta = 1,02$ and $\Delta = 0,98$ when the price of the underlying asset falls. For the call option gamma is negative, and for the put option gamma is positive.

Gamma is a kind of risk indicator: the higher the gamma, the more risky the transaction and vice versa, but there is a chance to get high profits if the price of the underlying asset goes to the direction the trader needs.

Gamma changes quickly enough, which can lead to serious consequences. A good example is the collapse of Volume Investors on the New York COMEX in 1985 [13]. A group of traders created a too large negative gamma position by selling a large number of gold options “out of money”, expecting that the gold market, as usual, will be stable and will have low volatility. However, unexpectedly, prices grown up and traders with a delta-neutral position (a state where the option price does not depend on price changes of the underlying asset) got a short position with thousands of delta measured in a fast-growing market. The current situation led not only to the financial losses, but also to the collapse of the company Volume Investors and the crisis on the COMEX. This example confirms that a high negative gamma position indicates an extremely high risk.

1.4.3. Theta

Theta (Θ) expresses the relationship between the change in the price of an option and the time to expiration. Sometimes a Θ is called an indicator of “temporary decay,” which characterizes the speed with which an option loses in value over time.

Theta is usually expressed in points (or percentage) of the option price reduction per day, with no other changes in the market. For example, an option with $\Theta = 0,03$ a daily will lose 3% of its value. Technically, theta is positive (since time moves only in one direction), but an indicator that theta means a decrease in value over time, in some sources, the minus sign is added to the value of theta. For the call option theta is positive, and for the put option theta is negative.

For options with a long time to expiration theta usually increases closer to its end and begins to reduce the value of the option every day by a large amount.

1.4.4. Vega

Vega describes the change in the price of an option depending on the change in volatility. It is important to know that any increase in volatility leads to an increase in the price of an option regardless of what type (call or put) the option is.

Vega is usually expressed in terms of the number of changes in the theoretical value for each percentage point of the change in volatility. For example, if $Vega = 0,2$, then with an increase (decrease) in volatility by 1%, the price of an option will increase (decrease) by 0.2, i.e. if the option price is 1.2 with 20% volatility, then with 21% volatility, the price will be 1.4, and with 19% volatility, respectively, 1.

For call option the vega is positive. In addition, traders with such an option benefit from a high vega (since it benefits from increased volatility). For the put option the vega is negative and the trader, in turn, is more profitable to have a low vega, since his profit increases with decreasing volatility.

1.4.5. Rho

Rho (ρ) reflects the sensitivity of the option price to changes in interest rates. However, due to the fact that the features of rho depend on the type of the underlying instrument and the calculation method applied to the options, it is difficult to give a general characteristic to this indicator. It is also worth noting that the price of options on foreign currency is influenced not only by the foreign, but also the national interest rate. Therefore, these options usually have two indicators: ρ_1 – the sensitivity indicator to changes in the internal interest rate and ρ_2 – the sensitivity indicator to changes in the foreign interest rate.

Despite the fact that a change in interest rates has an impact on the price of an option, usually interest rates are the least significant of the indicators introduced into the practical model. The main indicators are delta, gamma, theta and vega. Due to the relatively low significance, rho is usually not taken into account when analyzing option strategies and risk management [8].

Conclusion

As a result of the master's thesis, the actual scientific and practical problem of an options pricing, calculating and analyzing the behavior of Greek has been solved.

The following scientific and practical results have been achieved.

1. The parameter $\beta = 1.52$ is calculated under the CEV model for the RUB/USD rate for the period from January 1 to December 31, 2018.

2. The found parameter $\beta = 1.52$ is used to calculate the fair price of the call and put options. Prices for the put option will decrease closer to an expiration date, but for the call option price will increase. The coincidence of the models is not exact, because parameter $\beta \neq 2$.

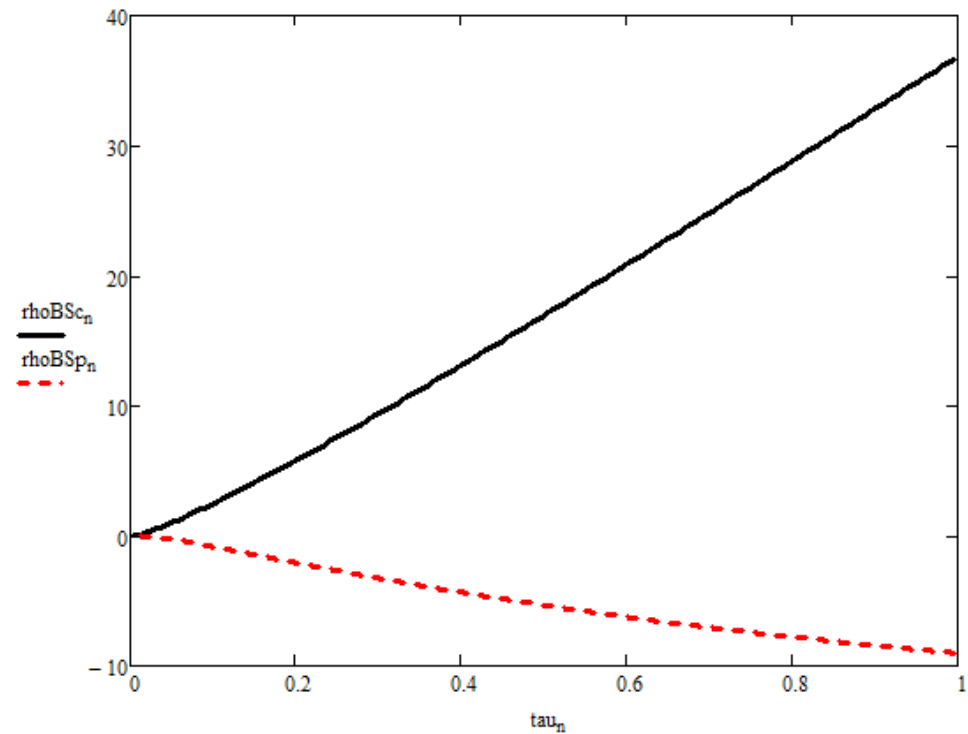
3. Greeks were calculated under the CEV model and the Black-Scholes model. The calculation algorithm is implemented in the Mathcad 15.

4. A comparative analysis of the results showed, modeling the behavior of the Greeks using the Black-Scholes model allows us to estimate only the trend, but the CEV model calculates the dynamics of the behavior of the Greek during the entire period, which can have a significant impact when working with complex option positions. Also the theoretical assumptions about the behavior of the Greeks were fully confirmed by practical results in this study.

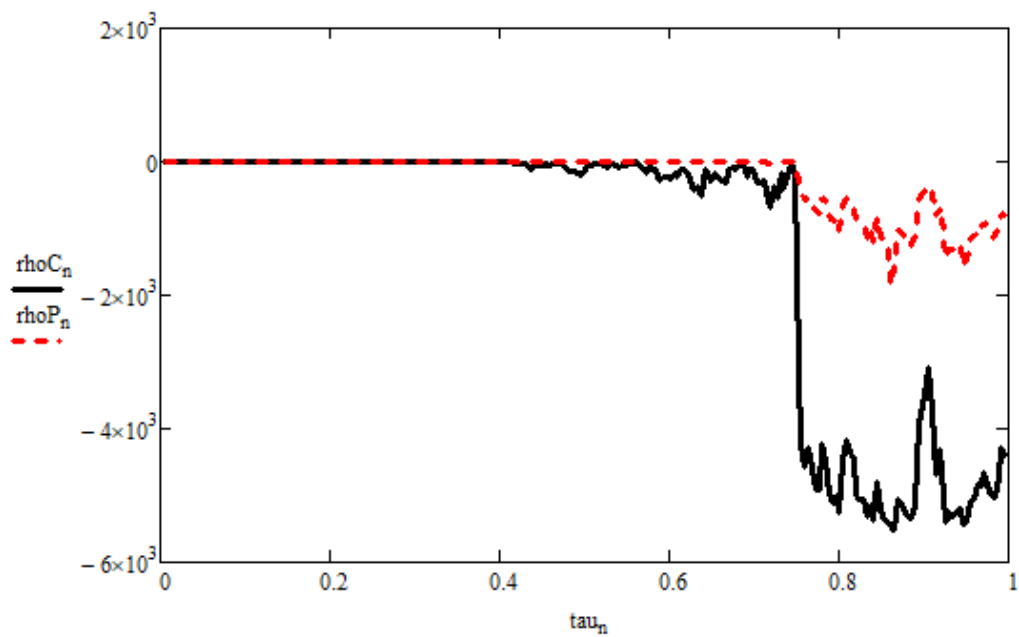
Приложение Б

Поведение ρ по модели Блэка-Шоулса и по CEV модели

Поведение ρ по модели Блэка-Шоулса для опциона покупателя (сплошная линия) и продавца (точечная линия)

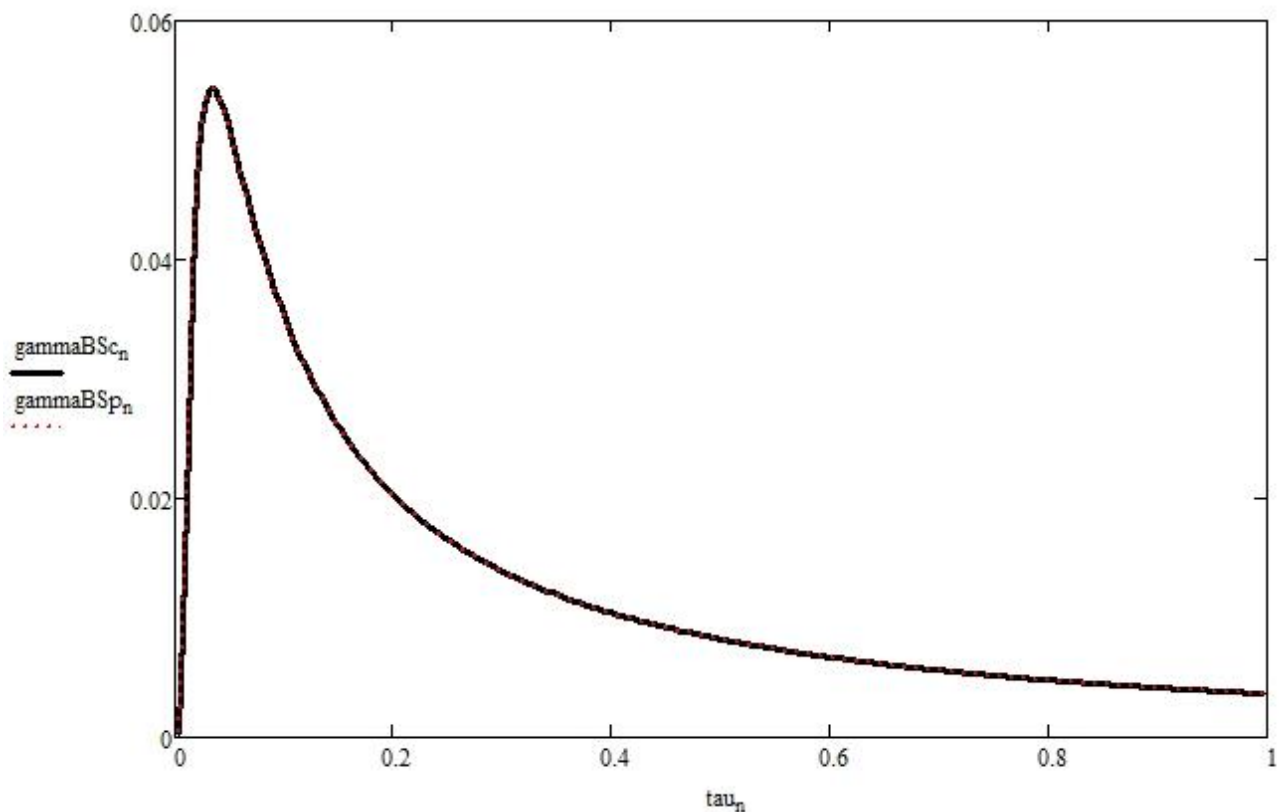


Поведение ρ по CEV модели для опциона покупателя (сплошная линия) и продавца (точечная линия)

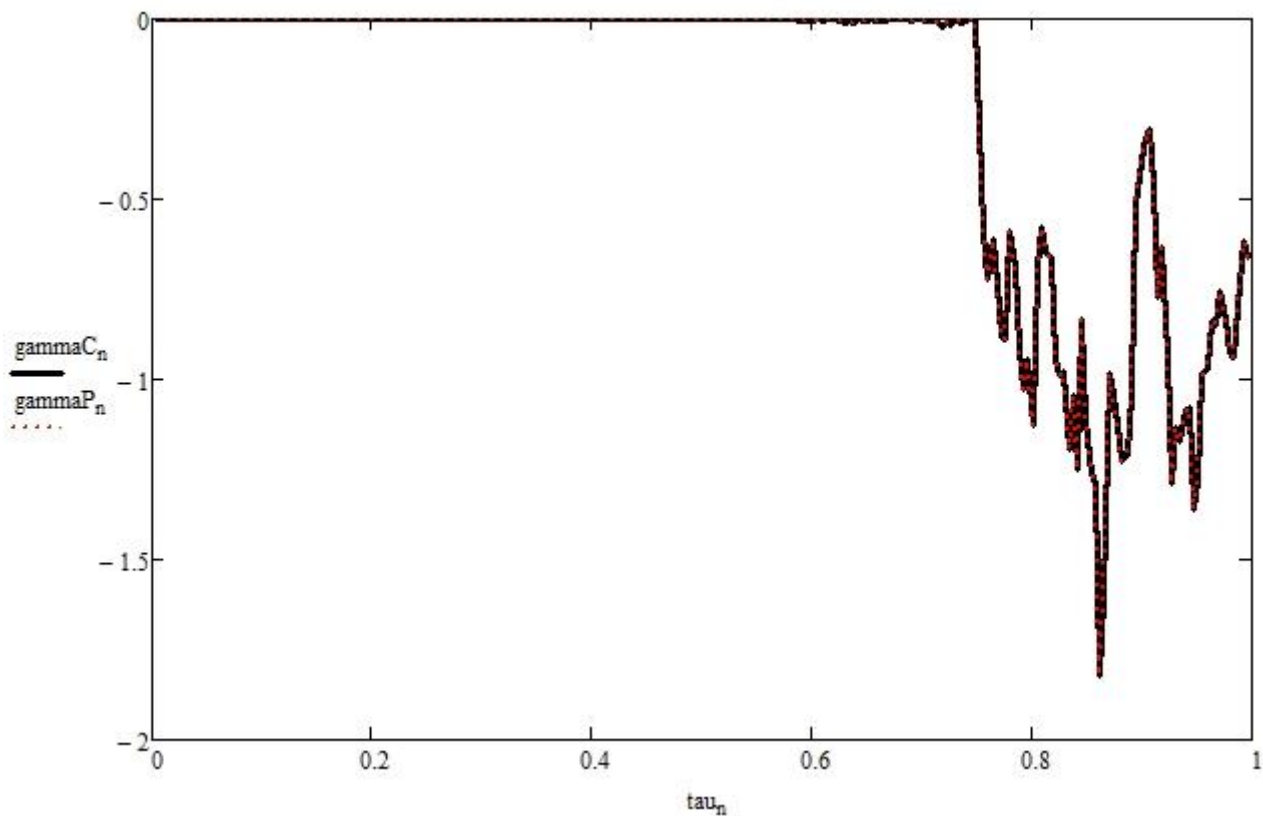


Поведение гаммы и веги опционов при одинаковых страйках

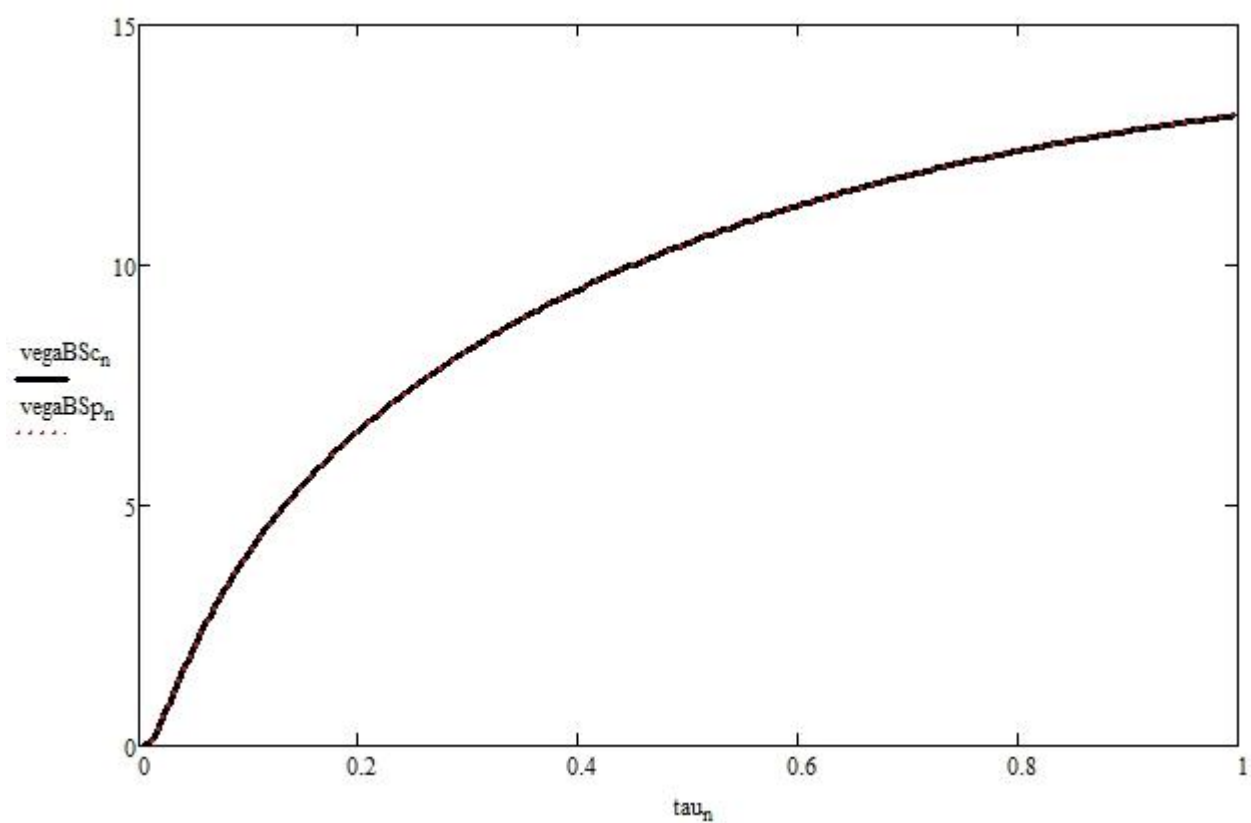
Поведение гаммы по модели Блэка-Шоулса для опциона покупателя (сплошная линия) и продавца (точечная линия)



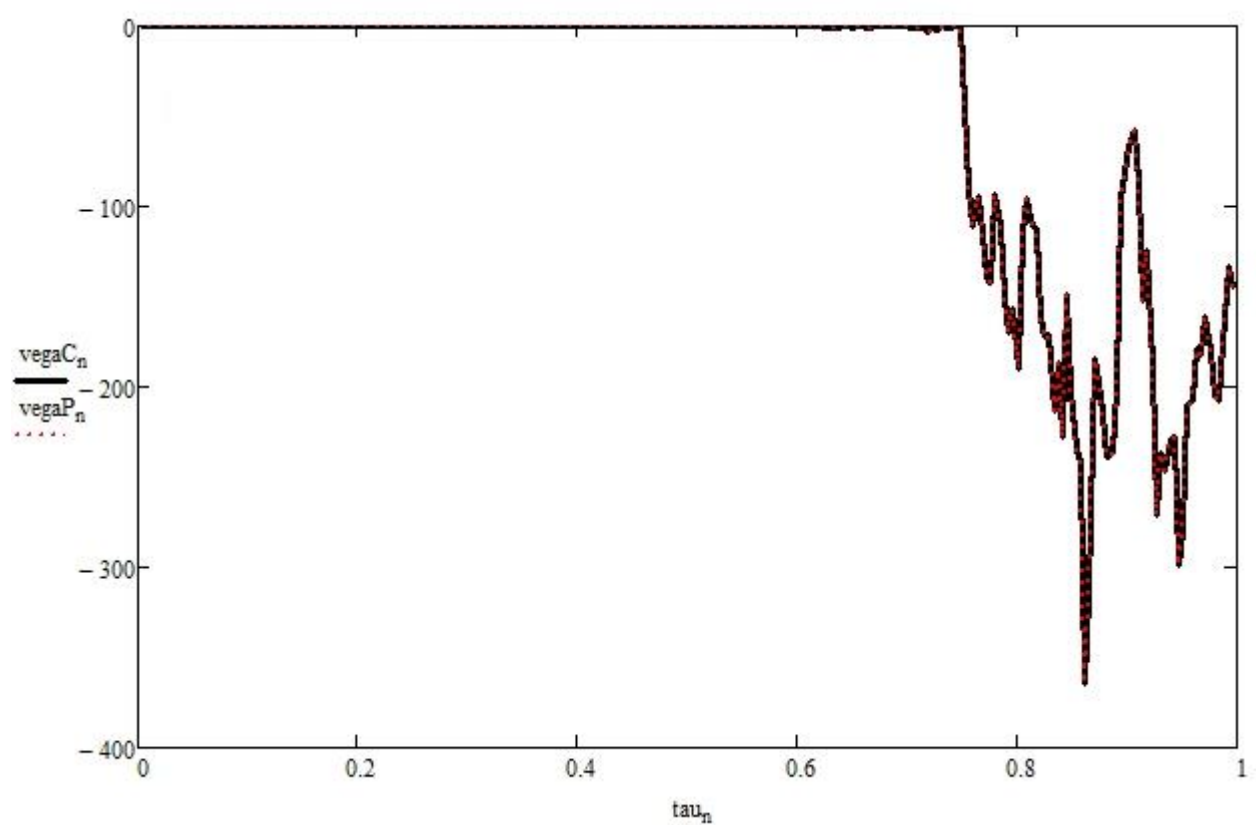
Поведение гаммы по CEV модели для опциона покупателя (сплошная линия) и продавца (точечная линия)



Поведение веги по модели Блэка-Шоулса для опциона покупателя (сплошная линия) и продавца (точечная линия)



Поведение веги по CEV модели для опциона покупателя (сплошная линия) и продавца (точечная линия)

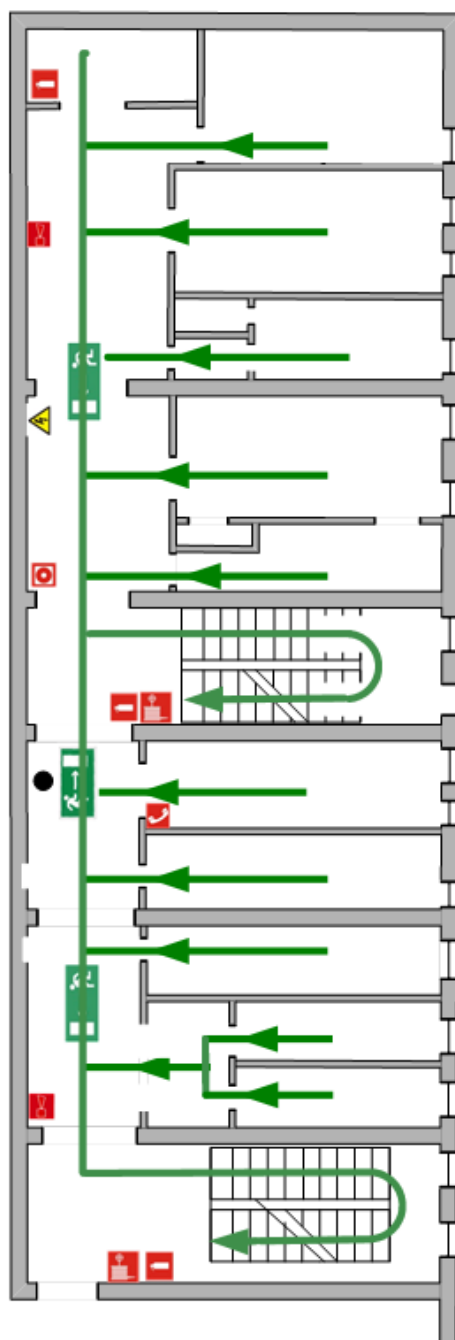


Приложение В

План эвакуации в случае пожара

ПЛАН ЭВАКУАЦИИ 2-го этажа

-  Направление движения
 Кнопка включения АПС
 Электрощит
 Телефон
 Вы находитесь здесь
 Пожарный кран
 Огнетушитель
 Извещатель



Действия при пожаре			
Сохранять спокойствие			
1	Сообщить по телефону		• Адрес объекта • Место возникновения пожара • Свою фамилию
2	Эвакуировать людей		• Ориентироваться по знакам направления движения • Взять с собой пострадавших
3	По возможности принять меры по тушению пожара		• Использовать средства противопожарной защиты • При необходимости обесточить помещение

Ответственный за эвакуацию и включение системы оповещения