

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

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

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка статистических тестов для VaR и CVaR
УДК 519.233:004::330.131.7

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
ОВМ71	Тей Ким		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, зван	Подпись	Дата
Доцент	Семенов М.Е.	к.ф.-м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, зван	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Исаева Е.С.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, зван	Подпись	Дата
Профессор	Трифонов А. Ю.	д.ф.м.н		

Томск – 2019 г.

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

Инженерная школа ядерных технологий

Направление подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

Отделение экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

(Подпись)

(Дата)

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
0BM71	Тсю Киму

Тема работы:

Разработка статистических тестов для VaR и CVaR	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.);</i>	Объект исследования – копулярные модели;
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Изучить используемые алгоритмы 2. Оценить параметры маргинальных распределений 3. Оценить параметры копул 4. Оптимизировать портфель 5. Провести тестирование модели
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Результаты оценки мер риска
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(если необходимо, с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Меньшикова Е.В.
Социальная ответственность	Исаева Е.С.

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

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0BM71	Тей Ким		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
0BM71	Тею Киму

Школа	Инженерная школа ядерных технологий	Отделение школы (НОЦ)	Отделение экспериментальной физики
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	01.04.02 Прикладная математика и информатика

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	1. Зарботная плата - 69 869,1 руб. 2. Всего бюджет - 144 959,9 руб
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	1. Ставка 1 кВт на электроэнергию – 5,8 руб.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	1. Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды - 27,1 2. Районный коэффициент - 30% 3. Накл. Расходы - 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Технико-экономическое обоснование НИР
2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Разработка диаграммы Ганта, разработка этапов проведения работ, расчёт бюджета
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Оценка научно-технического уровня НИР

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. «Портрет» потребителя результатов НТИ
2. Сегментирование рынка
3. Оценка конкурентоспособности технических решений
4. Матрица SWOT
5. График проведения и бюджет НТИ
6. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ
7. Потенциальные риски

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0BM71	Тей Ким		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
0BM71	Тео Киму

Школа	Инженерная школа ядерных технологий	Отделение (НОЦ)	Отделение экспериментальной физики
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	01.04.02 Прикладная математика и информатика

Тема ВКР:

Разработка статистических тестов для VaR и CVaR	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Произведен анализ рабочего места человека, который будет работать с полученной в ВКР моделью. Данная модель оценивает риск портфеля ценных бумаг.
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.	– ТК РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019) – ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	В качестве вредных факторов выделены: повышенный уровень электромагнитных излучений, недостаточная освещенность рабочей зоны, нервно-психические перегрузки, отклонения микроклимата.
3. Экологическая безопасность:	Рассматриваются воздействия на окружающую среду при утилизации средств измерений и электрических приборов.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Существует вероятность возникновения техногенных ЧС, особенно пожаров.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Исаева Елизавета Сергеевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0BM71	Тей Ким		

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

Реферат

Выпускная квалификационная работа: 78 листов, 8 рисунков, 28 таблиц, 1 приложения, 34 использованных литературных источников.

Ключевые слова: риск метрики, копулярные модули, динамическая условная корреляция, инвестиционный портфель, статистические тест

Объект исследования: копулярные модели

Цель работы: построение системы оценивания риска инвестиционного портфеля с использованием копулярных моделей.

Работа включает: введение, 6 разделов и заключение, список использованных литературных источников.

В работе использованы копула-функции для моделирования многомерной зависимости на примере финансовых временных рядах. Предложен алгоритм вычисления оценок риск метрик Value-at-Risk (VaR) и Conditional-Value-at-Risk (CVaR) с использованием копула-функций. Для оценки параметров копулярных моделей и проведения расчетов использован язык программирования R.

Область применения: мультидисциплинарная, в том числе финансовый риск-менеджмент, актуарная математика, эконометрика, система безопасности, обработка сигналов.

Оглавление

Введение	10
1 Обзор литературы	12
2 Объекты и методы исследования	13
3 Методология	14
3.1 Подготовка данных	14
3.2 Моделирование зависимости	14
3.2.1 Динамическая условная корреляция (DCC)	14
3.2.2 Копулы	15
3.2.3 Изменяющаяся во времени DCC-копула	16
3.3 Маргинальные распределения	17
3.4 Value-at-risk и бэктестинг	17
3.4.1 Оценка риска	17
3.4.2 Статистические тесты	17
3.4.3 Алгоритм вычисления точечных оценок риск-метрик с использованием копул.	18
3.4.4 Оптимизация портфеля	19
4 Численное исследование копулярных моделей	20
4.1 Исходные данные	20
4.2 Оценка параметров маргинальных распределений	21
4.3 Результаты для равновесного портфеля	22
4.4 Результаты для оптимального портфеля	23
4.5 Сравнение портфелей	30
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	31
5.1 Предпроектный анализ	31
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследований	31
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	31
5.1.3 SWOT-анализ	32
5.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации	34
5.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования	36
5.2 Инициализация проекта	38
5.2.1. Цели и результат проекта	38
5.2.2 Организационная структура проекта	39

5.3 Планирование управления научно-техническим проектом	39
5.3.1 План проекта	39
5.3.2 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	43
5.3.2.1 Затраты на оплату труда работников, непосредственно занятых выполнением НИОКР	43
5.3.2.2 Дополнительная заработная плата	44
5.3.2.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	45
5.3.2.3 Прочие прямые затраты	47
5.3.2.2 Накладные расходы	47
5.4 оценка сравнительной эффективности исследования	48
Заключение	48
6 Социальная ответственность	49
6.1 Правовые и организационные работы обеспечения безопасности	49
6.1.1 Эргономические требования к рабочему месту	49
6.1.2 Особенности законодательного регулирования проектных решений	50
6.2. Производственная безопасность	51
6.2.1 Отклонение показателей микроклимата в помещении	52
6.2.2 Недостаток естественного освещения	54
6.2.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны	55
6.2.4 Повышенный уровень электромагнитных излучений	56
6.2.5 Повышенная напряженность электромагнитного поля	58
6.3 Экологическая безопасность	59
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	60
Выводы по разделу «Социальная ответственность»	62
Заключение	63
Список использованных источников	63
Приложение А	67

Введение

Марковиц[14] является пионером в построении оптимального портфеля с учетом риска и доходности. Он предложил модель среднего отклонения, характеризующую доходность портфеля ожидаемой доходностью, а риск дисперсией. Баумоль[15] предложил Value-at-Risk (VaR), который суммирует наихудшие потери за промежуток времени на заданном уровне доверия. Поскольку VaR легко рассчитывается, он широко применяется в качестве меры риска многими финансовыми учреждениями. Однако, когда доходности актива распределены ненормально у VaR появляются недостатки. Чтобы нивелировать недостатки VaR, Урясев и Рокафеллар [16] предлагают альтернативную меру риска: Conditional Value at Risk (CVaR). CVaR имеет тесную связь с VaR, наследует большинство преимуществ VaR и удовлетворяет суб-аддитивности и выпуклости, поэтому является последовательной мерой риска.

Кроме того, чтобы точно оценить CVaR портфеля, нам необходимо эффективно отследить нелинейную взаимозависимость между хвостами доходности активов. В этой работе копула будет применена для моделирования взаимозависимости между доходностями. Склар [17] первым предлагает копулу для измерения нелинейной взаимозависимости между переменными. Позже Швейцер и Вольф, Дженест и Маккей и др. развивают и улучшают копулу, и это стало важным подходом для построения многопараметрической структуры распределения и определения зависимости между переменными.

Общая проблема использования копулярных моделей, как и любых других моделей в реальной практике,—требование нахождения оценок неизвестных параметров с наилучшими статистическими свойствами. При этом качество оценок может определяться по-разному: несмещенная оценка, оценка с минимальной дисперсией; состоятельная оценка; оценка с хорошим асимптотическим поведением; удобная для вычислительной работы оценка и прочее.

Цель работы построить инвестиционный портфель и с помощью копулярных моделей оценить риск метрики.

Для достижения поставленной цели необходимо последовательно решить следующие задачи:

- 1) Проанализировать существующие подходы и выбрать метод оценки параметров копулярных моделей.

- 2) Используя копулярные модели, вычислить и сравнить меры риска.

Данная работа была выполнена на языке программирования для статистической обработки данных R в среде разработки RStudio.

1 Обзор литературы

Существует множество методов, которые используются для представления многомерной зависимости случайных величин, такие, как метод главных компонент, байесовские сети, факторный анализ[18]. В середине XX века была сформулирована и доказана теорема Склара, которая утверждает, что набор маргинальных распределений можно записать в виде одного многомерного распределения посредством копулы[17].

В настоящее время копулярные модели имеют широкое применение в различных предметных областях. В своей работе [19] Пеникас показал применение копул для решения задач управления финансами, в том числе и риск-менеджмент. В работе [20] автор описывает функции копул и их свойства.

В статье [21] рассмотрена эффективность использования ARCH моделей при моделировании суточного Value-at-Risk. Корреляции, изменяющиеся во времени, часто оцениваются с помощью многомерных моделей GARCH[22]. Предложенный в работе [23] класс многомерных моделей называется моделью динамической условной корреляции (DCC) DCC обладает гибкостью одномерных моделей GARCH в сочетании с экономичными параметрическими моделями для корреляций. В [24] показано, что модель динамической корреляции хорошо работает в самых разных ситуациях и дает разумные эмпирические результаты. Авторы [25] интегрируют корреляционный подход, зависящий от времени в копулярную модель.

Из-за разных классов активов и разных периодов выборки эмпирические результаты слабо сопоставимы. Эта проблема относится к адекватному выбору критериев бэктестинга[26]. Для более широкого обсуждения проблемы бэктестинга можно сослаться на [27]

В данной работе используются только эллиптические копулы, поскольку только они оказываются поддающимися копулярному моделированию для многомерных портфелей, состоящих из более чем трех активов. Это показано в работах [28] и [29].

2 Объекты и методы исследования

В данной работе исследуется модель оценивания инвестиционного риска посредством применения DCC-копулярной модели. Исходными данными являются дневные цены на фьючерсные контракты. При моделировании были использованы эллиптические копула-функции:

- Гауссова копула:
- t-копула (копула Стьюдента)

Оценка мер риска VaR и CVaR производится методом Монте-Карло.

3 Методология

3.1 Подготовка данных

Исходными данными являются временные ряды дневных цен закрытия активов p_i . Их необходимо преобразовать в логарифмические доходности. Уравнение (3.1) ряд p_i в ряд дневных лог-доходностей r_i :

$$r_{t,i} = \log \frac{p_{t-1,i}}{p_{t,i}}, \quad (3.1)$$

Где $i \in 1, n$, n - количество активов в портфеле,

$t \in 1, T$, - время в днях.

3.2 Моделирование зависимости

3.2.1 Динамическая условная корреляция (DCC)

Модель DCC принадлежит к классу многомерных GARCH моделей.

Данный подход отделяет моделирование дисперсии от моделирования корреляции. Для исследования предположим, что каждая доходность принадлежит одномерному GARCH(1,1) процессу. Корреляции оцениваются на основе стандартизированных остатков. Пусть R_t обозначает матрицу корреляции, а D_t - диагональную матрицу с условными стандартными отклонениями в момент времени t .

Структура DCC модели выглядит следующим образом:

$$r_t \sim N(0, D_t R_t D_t), \quad (3.2)$$

$$D_t^2 = \text{diag}(H_t) \quad (3.3)$$

$$H_{i,i,t} = w_i + \alpha_i r_{i,t-1}^2 + \beta_i H_{i,i,t-1}, \quad (3.4)$$

$$\varepsilon_t = D_t^{-1} r_t, \quad (3.5)$$

$$R_t = \text{diag}\{Q_t^{1/2}\} Q_t \text{diag}\{Q_t^{1/2}\} \quad (3.6)$$

$$Q_t = \Omega + \alpha \varepsilon_{t-1} \varepsilon_{t-1}' + \beta Q_{t-1} \quad (3.7)$$

где $\Omega = (1 - \alpha - \beta)\bar{R}$ и α, β положительные и в сумме меньше 1.

Логарифмическая функция правдоподобия (Log-likelihood):

$$l_t = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T (n \log(2\pi) + 2 \log|D_t| + r_t' D_t^2 r_t - \varepsilon_t' \varepsilon_t + \log|R_t| + \varepsilon_t' R_t^{-1} \varepsilon_t) \quad (3.8)$$

Согласно [22] оценку максимального правдоподобия можно разделить на два слагаемых: в первом определяется дисперсия, а во втором корреляционные параметры.

$$l_{2,t} = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \log|R_t| + \varepsilon_t' R_t^{-1} \varepsilon_t \quad (3.9)$$

3.2.2 Копулы

По теореме Склара: пусть $X_1, X_2, \dots, X_n$ случайные величины, $F_1, \dots, F_n$ соответствующие частные распределения и H совместное распределение. Тогда существует копула $C: [0,1]^n \rightarrow [0,1]$ такая, что $H(r_1, \dots, r_n) = C(F_1(r_1), \dots, F_n(r_n))$.

Гауссова и t-копула (Стьюдента) принадлежат к семейству эллиптических копул и выводятся из нормального распределения и распределения Стьюдента соответственно.

Копула Гаусса выглядит следующим образом:

$$C(r_1, \dots, r_n) = \Phi_p(\Phi^{-1}(r_1), \dots, \Phi^{-1}(r_n)) = \int_{-\infty}^{\Phi^{-1}(r_1)} \dots \int_{-\infty}^{\Phi^{-1}(r_n)} \frac{1}{2(\pi)^{n/2} |p|^{1/2}} \exp\left(-\frac{1}{2} z^T p^{-1} z\right) dz_1 \dots dz_n \quad (3.10)$$

где Φ_p - кумулятивная функция многомерного совместного Гауссового распределения,

Φ^{-1} - обратная функция одномерного Гауссового распределения

p - корреляционный параметр.

t-копула имеет вид:

$$C(r_1, \dots, r_n) = t_{p,v}(t_v^{-1}(r_1), \dots, t_v^{-1}(r_n)) = \int_{-\infty}^{t_v^{-1}(r_1)} \dots \int_{-\infty}^{t_v^{-1}(r_n)} \frac{\Gamma(\frac{v+n}{2})}{\Gamma(\frac{v}{2})(v\pi)^{n/2} |p|^{1/2}} \left(1 + \frac{1}{v} z^T p^{-1} z\right)^{-\frac{v+n}{2}} dz_1 \dots dz_n \quad (3.11)$$

где $t_{p,v}$ - многомерное совместное распределение Стюдента с корреляционной матрицей p и v степенями свободы,

t_v^{-1} - обратная функция одномерного распределения Стюдента.

В связи с тем, что оценка параметров для копул более высокого порядка может быть громоздкой в вычислительном отношении, все параметры оцениваются с помощью двухступенчатого метода максимального правдоподобия, предложенного [30].

На первом шаге параметр $\hat{\theta}_1$ связанный с одномерным маргинальным распределением определяется как

$$\hat{\theta}_1 = \text{ArgMax}_{\theta_1} \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^n \ln(f_j(r_{jt}; \theta_1)) \quad (3.12)$$

Далее с помощью $\hat{\theta}_1$ оцениваем второй параметр копулы

$$\hat{\theta}_2 = \text{ArgMax}_{\theta_2} \sum_{t=1}^T \ln(c(F_1(r_{1t}), \dots, F_n(r_{nt}); \theta_2, \hat{\theta}_1)) \quad (3.13)$$

3.2.3 Изменяющаяся во времени DCC-копула

Классический копулярный подход не учитывает зависимость от времени. Чтобы принять во внимание временную зависимость, свяжем условный корреляционный параметр рассчитанный с помощью DCC с копулярной моделью. Для эллиптических копул, этот процесс происходит на прямую[31]. DCC-Gauss копулу можно представить как

$$C_{DCC}^G(r_1, \dots, r_n) = \Phi_{p_t}(\Phi^{-1}(r_1), \dots, \Phi^{-1}(r_n)) \quad (3.14)$$

и DCC-t копула

$$C_{DCC}^t(r_1, \dots, r_n) = t_{p,v}(t_v^{-1}(r_1), \dots, t_v^{-1}(r_n)) \quad (3.15)$$

Пусть θ_2 функция зависит от α и β в момент времени $t-1$. Тогда функция правдоподобия для копулы может быть максимизирована по α и β , которые определяют параметр зависимости[32]:

$$\hat{\theta}_2 = \text{ArgMax}_{\theta_2(\alpha, \beta)} \sum_{t=1}^T \ln(c(F_1(r_{1t}), \dots, F_n(r_{nt}); \theta_2(\alpha, \beta), \hat{\theta}_1)) \quad (3.16)$$

3.3 Маргинальные распределения

Метод DCC в основном опирается на эллиптические маргинальные распределения. Следовательно, мы предполагаем как нормально, так и t распределенные доходы в последующем эмпирическом анализе.

3.4 Value-at-risk и бэктестинг

3.4.1 Оценка риска

VaR определяется как квантиль урона α распределения доходностей портфеля.

$$VaR_{\alpha} = F^{-1}(\alpha) = P(r \leq VaR_{\alpha}) \quad (3.20)$$

CVaR определяется путем взятия средневзвешенного значения «экстремальных» потерь в левом хвосте распределения возможных доходов за пределы пороговой величины значения риска (VaR).

$$CVaR_{\alpha} = E[X | x > F^{-1}(\alpha)] \quad (3.21)$$

3.4.2 Статистические тесты

Рассмотрим тесты Купича[33] на безусловное покрытие (UC), независимость (IND) и условное покрытие (CC). UC проверяет, отличается ли ожидаемая частота потерь модели VaR/CVaR от её реализованной частоты.

$$LR_{UC} = -2 \ln[(1 - \alpha)^{T-N} \alpha^N] + 2 \ln[(1 - \frac{N}{T})^T - N(\frac{N}{T})^N] \quad (3.22)$$

В связи с тем, что метод UC исключительно проверяет равенство между эмпирическими нарушениями VaR и выбранным уровнем достоверности, Кристофферсен[34] разработал статистику отношения правдоподобия, чтобы проверить, коррелированы ли ошибочные спецификации VaR во времени. Соотношение LR-статистика для тестирования зависимости от времени и независимости от времени (H0) определяется как

$$LR_{IND} = -2 \ln[(1 - p)^{T_{00}+T_{01}} p^{T_{01}+T_{11}}] + 2 \ln[(1 - p_0)^{T_{00}} p_0^{T_{01}} (1 - p_1)^{T_{10}} p_1^{T_{11}}] \quad (3.23)$$

Этот подход отбрасывает модели, которые создают или слишком много или слишком мало кластеров нарушений VaR. Кластер нарушений это промежуток времени в котором сосредоточено большое количество нарушений. Если большая часть нарушений происходит в короткий промежуток времени, то, скорее всего, есть некоторое условие рынка, которое не учитывается в модели, и, следовательно, модель не верна. , В точной модели VaR исключения должны быть независимы друг от друга. Другими словами, вероятность возникновения исключения в течение определенного дня должна быть независимой от исключений до этого дня. Тесты независимости рассматривают это свойство исключений. Этот тип теста учитывает только возникновение исключений во времени. Тест не учитывает количество исключений или размер исключений.

СС тест является комбинацией UC и IND тестов.

$$LR_{CC} = LR_{UC} + LR_{IND} \quad (3.24)$$

3.4.3 Алгоритм вычисления точечных оценок риск-метрик с использованием копул.

Алгоритм 1

Входные данные: лог доходности r , T - размер выборки, параметры маргинальных распределений, задается «окно» h (интервал, на котором будет строиться модель).

for $i \in \overline{h+1, T}$ do

$$r_new = r_{\overline{k, k+h}}$$

Вычислить DCC

Сгенерировать псевдонаблюдения в соответствии с выбранной копулой

Вычислить риск-метрики

End for

Выход: VaR и CVaR

В алгоритме 1 описывается метод, который используется для вычисления риск-метрик VaR и CVaR. Сначала мы вычисляем DCC, которая является

параметром для построения копул. После, с помощью копул строится распределение, по которому далее происходит генерация псевдонаблюдений (метод Монте-Карло). Затем оцениваем VaR и CVaR по формулам (3.20) и (3.21). Повторяем процедуру.

3.4.4 Оптимизация портфеля

Задача оптимизации портфеля сводится к задаче линейного программирования. В качестве целевой функции используем минимизацию дисперсии портфеля. Ограничения в задаче оптимизации портфеля объявим следующим образом:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$
$$w_i > 0, \quad \forall i$$

4 Численное исследование копулярных моделей

4.1 Исходные данные

В данной работе используется портфель из следующих активов: фьючерсы на акции (1) «ГазПром» (GAZP), (2) «Лукойл» (LKOH) и (3) «Сбербанк» (SBPR) и (4) индекс РТС (RTS). В качестве исходных данных используются дневные цены закрытия вышеперечисленных контрактов с 15 мая 2017 по 10 мая 2019 (505 наблюдения).

Полученные котировки сначала необходимо преобразовать в лог-доходности по уравнению (3.1). Гистограммы полученных временных рядов приведены на рис.4.1, а в таблице 4.1 указаны их основные характеристики: средняя дневная доходность и стандартное отклонение.

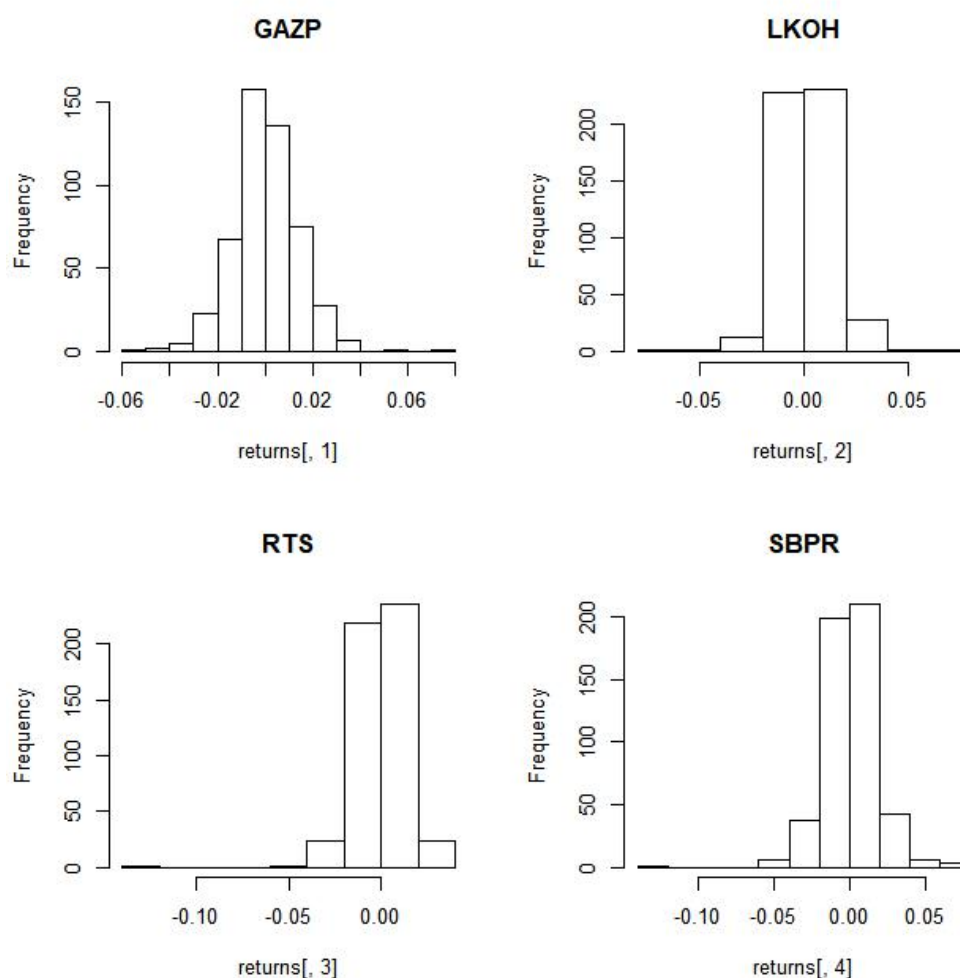


Рисунок 4.1 - Гистограммы временных рядов доходностей

Таблица 4.1 - Описательные характеристики лог-доходностей

Активы	Моменты		ρ Спирмена			
	μ	σ	GAZP	LKOH	RTS	SBPR
GAZP	0.0004	0.0002	1	0.51	0.62	0.45
LKOH	0.0012	0.0002	0.51	1	0.56	0.41
RTS	0.0001	0.0002	0.62	0.56	1	0.72
SBPR	0.0008	0.0003	0.45	0.41	0.72	1

4.2 Оценка параметров маргинальных распределений

В качестве маргинального распределения было взято распределение Стьюдента. Его параметры оцениваются методом максимального правдоподобия. Сравним распределение Стьюдента с нормальным распределением. По таблице 4.3 видно, что t-распределение описывает данные лучше. В таблице 4.4 показаны результаты тестов адекватности оценки. На рис. 4.2 приведены графические результаты оценивания параметров распределений. По графикам квантиль-квантиль видно, что подобранное распределение Стьюдента достаточно хорошо описывает маргинальное распределение.

Таблица 4.2 - Оценка параметров распределения Стьюдента

Актив	GAZP	LKOH	RTS	SBPR
Степень свободы	4.196035	5.357962	5.449041	2.67595

Таблица 4.3 - Параметры подобранных распределений

Активы	Loglikelihood		AIC		BIC	
	t	Гаусса	t	Гаусса	t	Гаусса
GAZP	-861	-876	1725	1757	1729	1765
LKOH	-809	-839	1621	1682	1625	1690
RTS	-825	-860	1653	1725	1657	1734
SBPR	-971	-998	1944	2000	1948	2008

Таблица 4.4 - Результаты тестов адекватности оценки

Актив	GAZP	LKOH	RTS	SBPR
Критерий Крамера — Мизеса	0.55	0.11	0.28	0.09
Критерий Андерсона — Дарлинга	0.51	0.08	0.29	0.09
Критерий согласия Колмогорова	0,31	0.15	0.19	0.009

4.3 Результаты для равновесного портфеля

Для расчета мер риска генерировалось 6000. На рис.4.3-4.6 показаны оцененные риск метрики VaR и CVaR. По графикам видно влияние DCC на оценку риска. Т.е оценка более чувствительна к изменению цен. При уровне доверия 90% модель менее эффективна чем исторический метод, но с ростом уровня доверия модель становится более адекватной. В таблице 4.6 приведено количество случаев, когда потери превысили значение VaR и CVaR при разных α . Количество «пробитий» находится в пределах ожидаемого. Ожидаемое количество «пробитий» рассчитывается следующим образом: $N = (1 - \alpha)T$.

Таблица 4.5 - Ожидаемое количество «пробитий»

α	90%	95%	99%
N	26	13	3

4.4 Результаты для оптимального портфеля

Согласно методологии была проведена оптимизация портфеля. Были определены следующие веса: $w=(0.27340680, 0.44199512, 0.24387116, 0.04072692)$.

На рис.4.7-4.10 показаны оцененные риск метрики VaR и CVaR. По графикам видно влияние DCC на оценку риска. Т.е оценка более чувствительна к изменению цен. При уровне доверия 90% модель менее эффективна чем исторический метод, но с ростом уровня доверия модель становится более адекватной. В таблице 4.5 приведено количество случаев, когда потери превысили значение VaR и CVaR при разных α . Количество ошибок находится в пределах ожидаемого.

На рис 4.11 приведены графики сравнения VaR и CVaR. По графикам видно, что CVaR гарантирует большие потери чем VaR, это связано с тем, что CVaR показывает средние потери превышающие VaR.

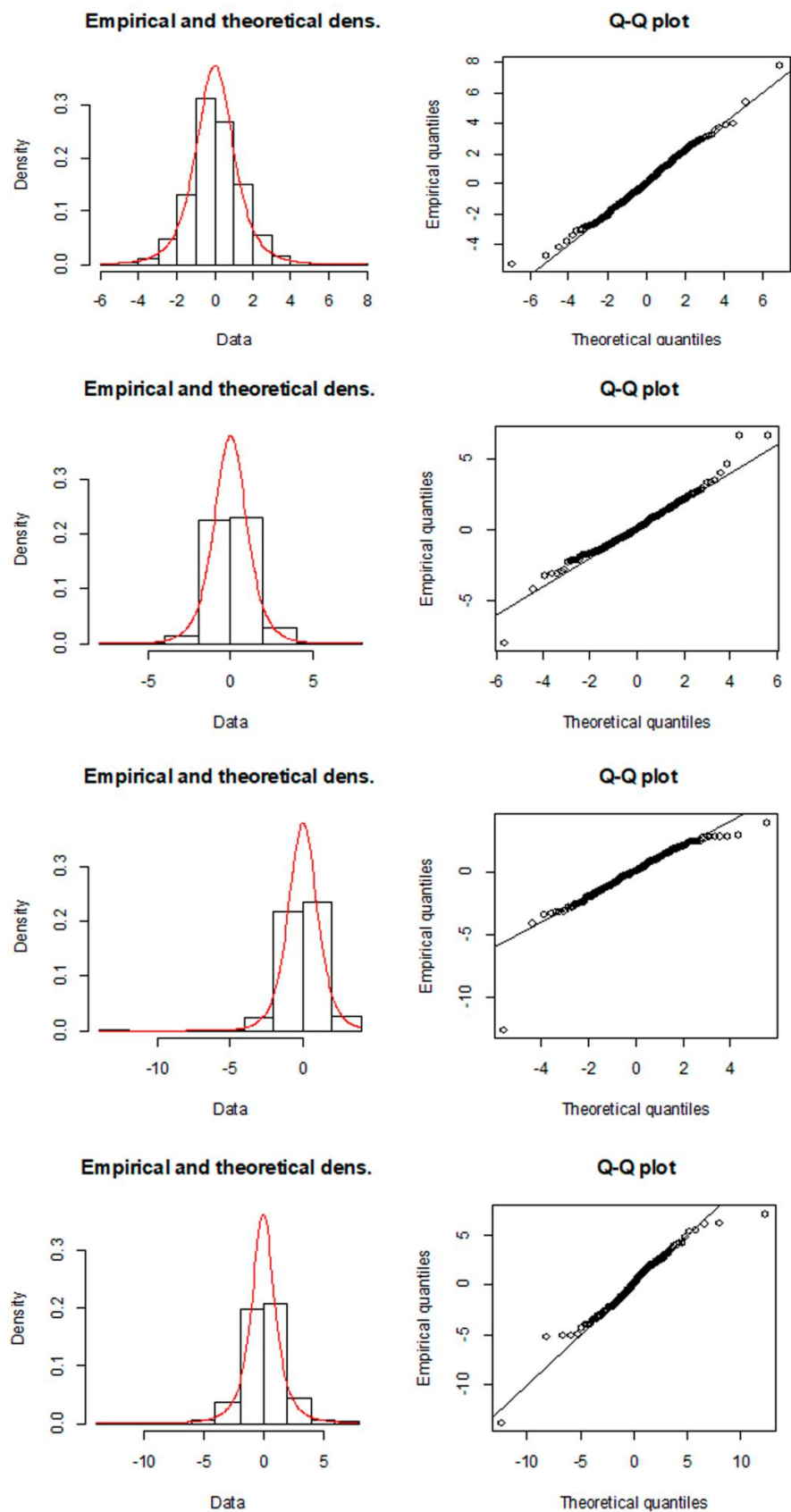


Рисунок 4.2 - Визуализация адекватности оценки распределения GAZP, LKOH, RTS, SBPR.

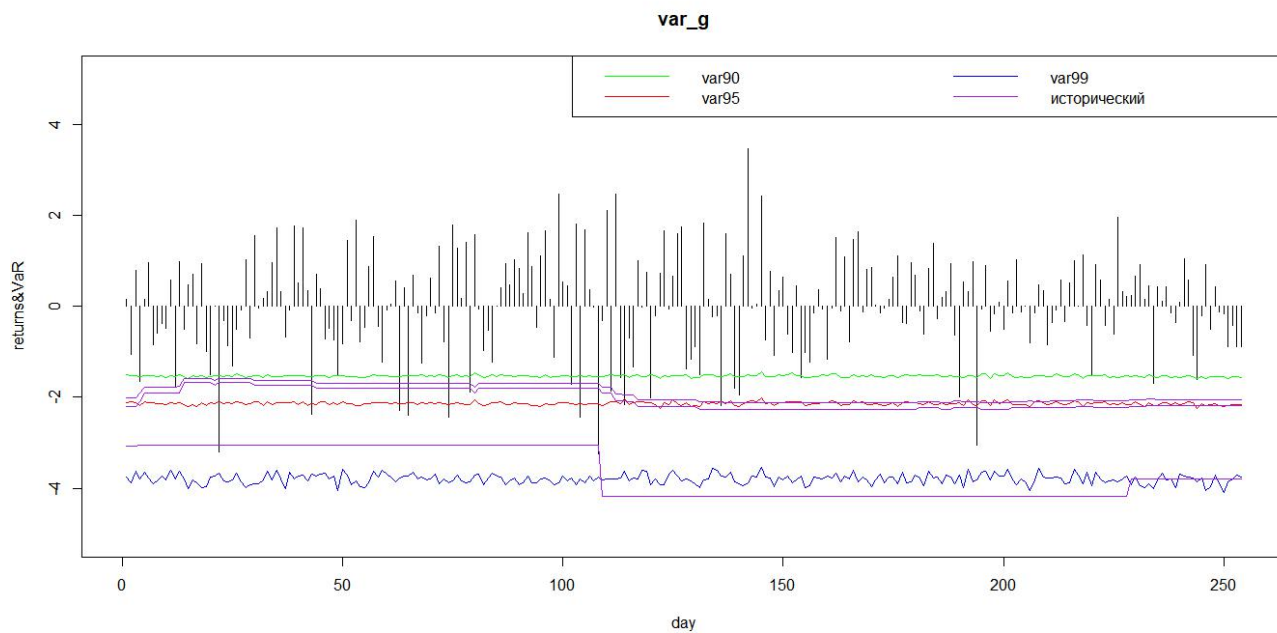


Рисунок 4.3 - VaR для копулы Гаусса.

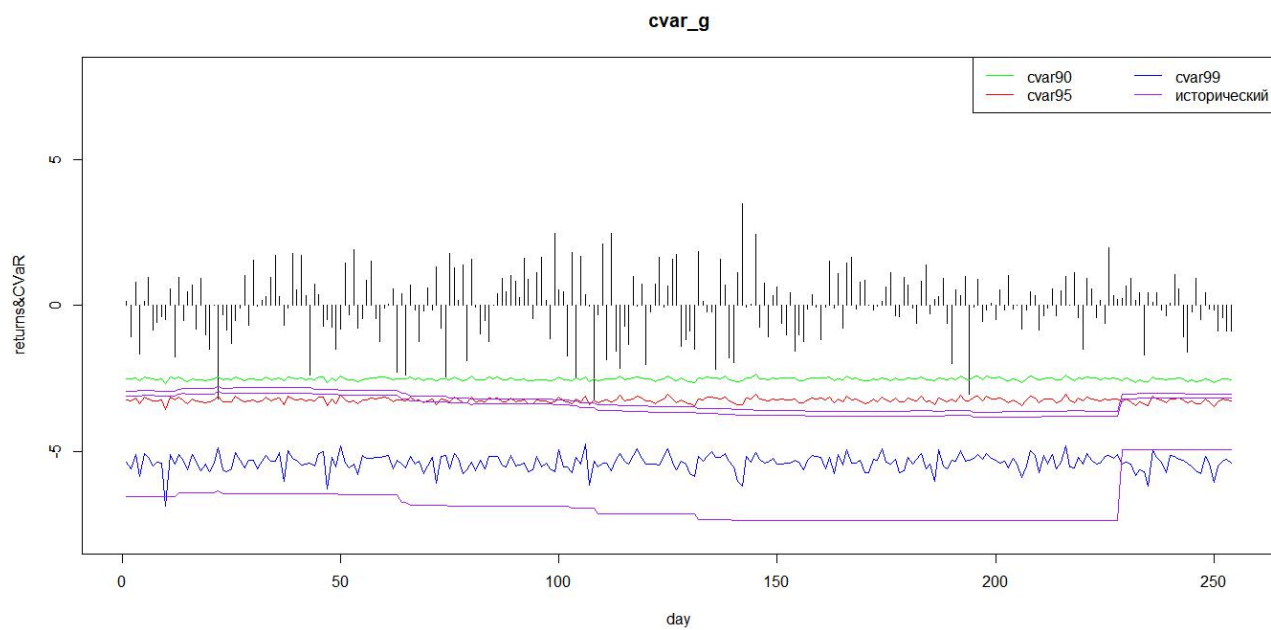


Рисунок 4.4 -CVaR для копулы Гаусса.

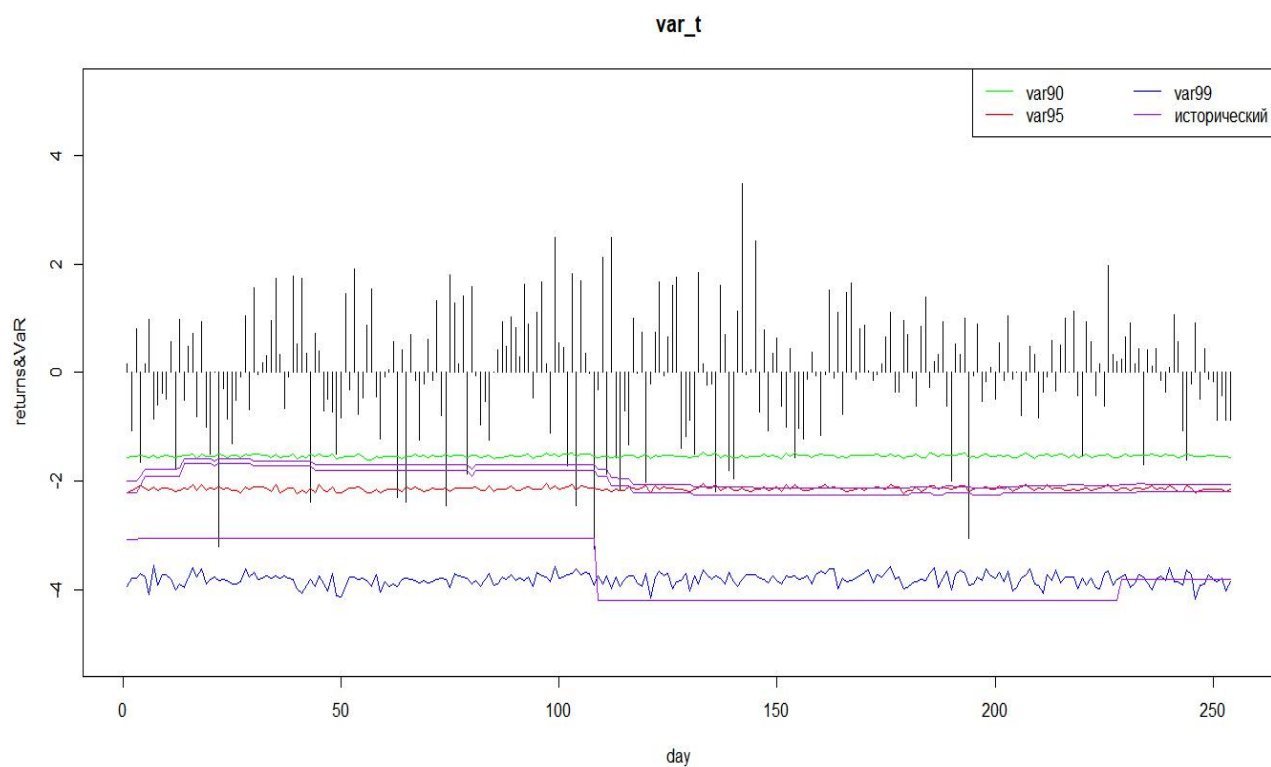


Рисунок 4.5 - VaR для t-копулы.

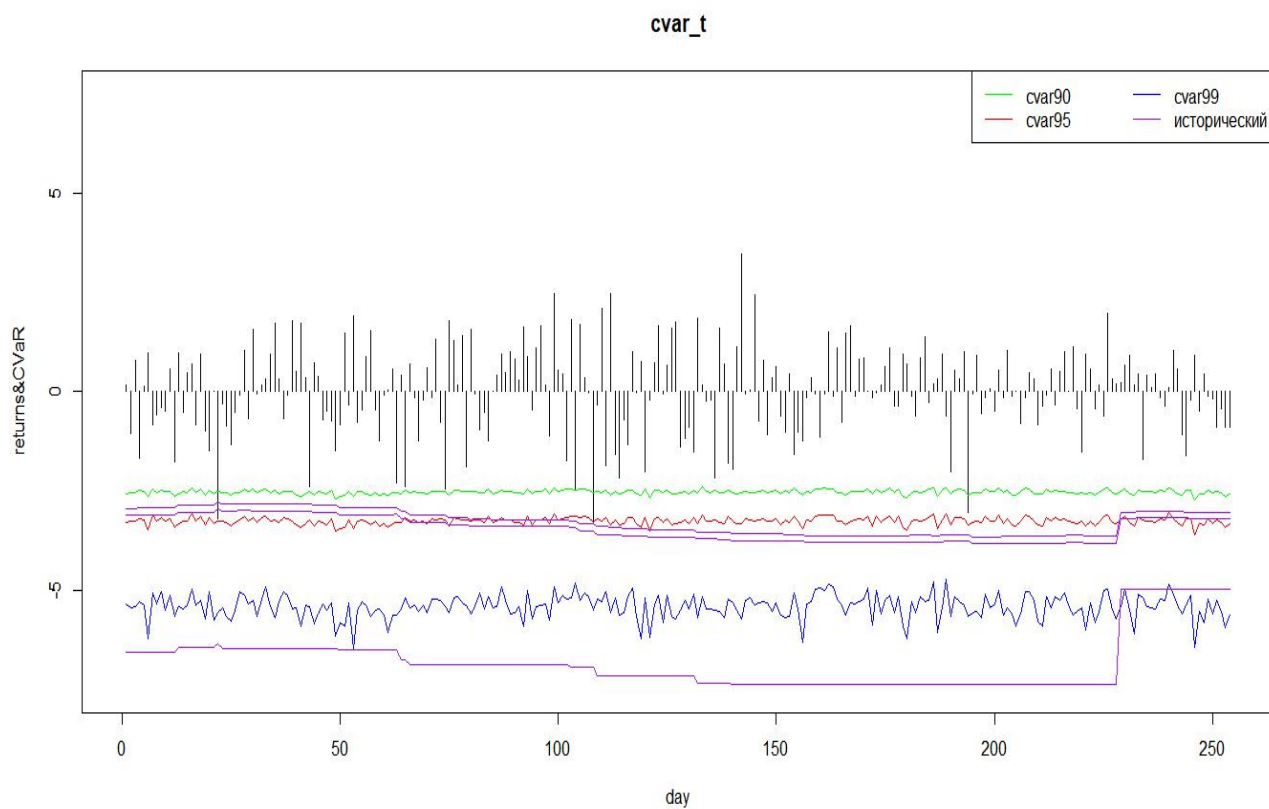


Рисунок 4.6 - CVaR для t-копулы.

Таблица 4.6 - Количество ошибок

α	Копула Гаусса		t-копула		Исторический	
	VaR	CVaR	VaR	CVaR	VaR	CVaR
90	23	3	24	3	13	1
95	0	0	.0	0	10	1
99	0	0	.0	0	2	0

Таблица 4.7 - Тесты отношения правдоподобия для VaR

Уровень значимости	Модель	LRind	LRuc	LRcc	
0.1	Копула Гаусса	0.054	0.26	0.31	принимается
0.05	Копула Гаусса	2.86	26.05	28.93	отвергается
0.01	Копула Гаусса	0	5.1	5.1	принимается
0.1	t-копула	0.055	0.26	0.31	отвергается
0.05	t-копула	2.86	53.52	56.4	отвергается
0.01	t-копула	0	5.1	5.1	принимается
0.1	Историческая	0.007	9.57	9.58	отвергается
0.05	Историческая	0.008	1.257	1.26.	принимается
0.01	Историческая	0	5.1	5.1	принимается

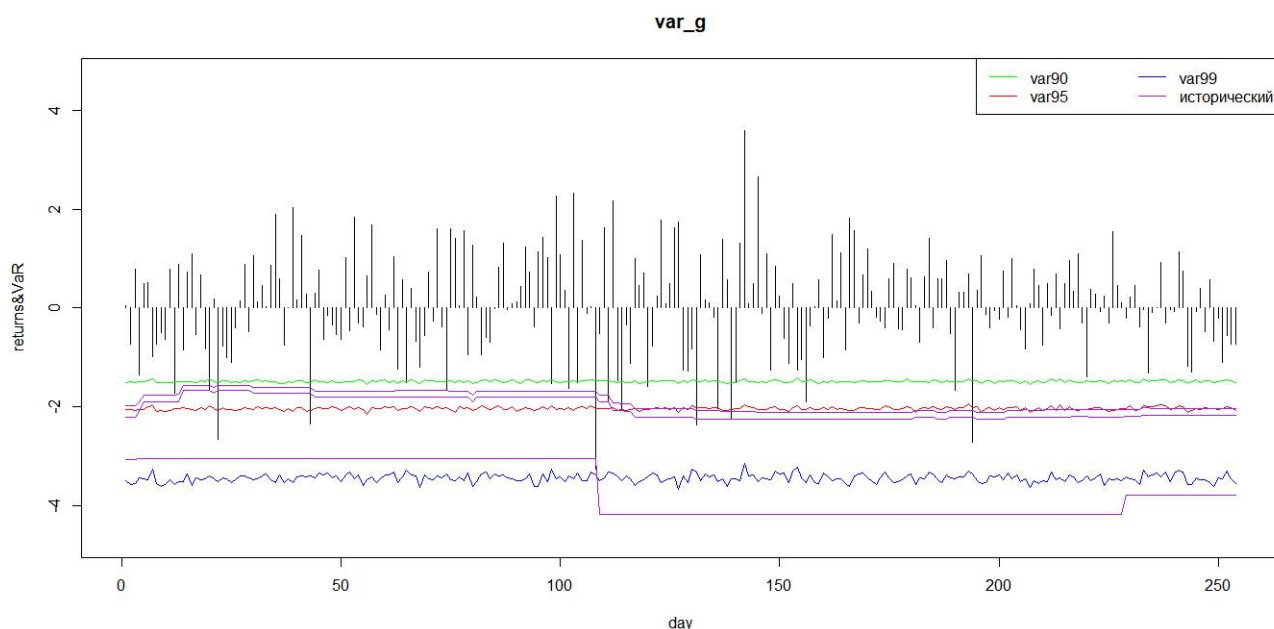


Рисунок 4.7 - VaR для копулы Гаусса.

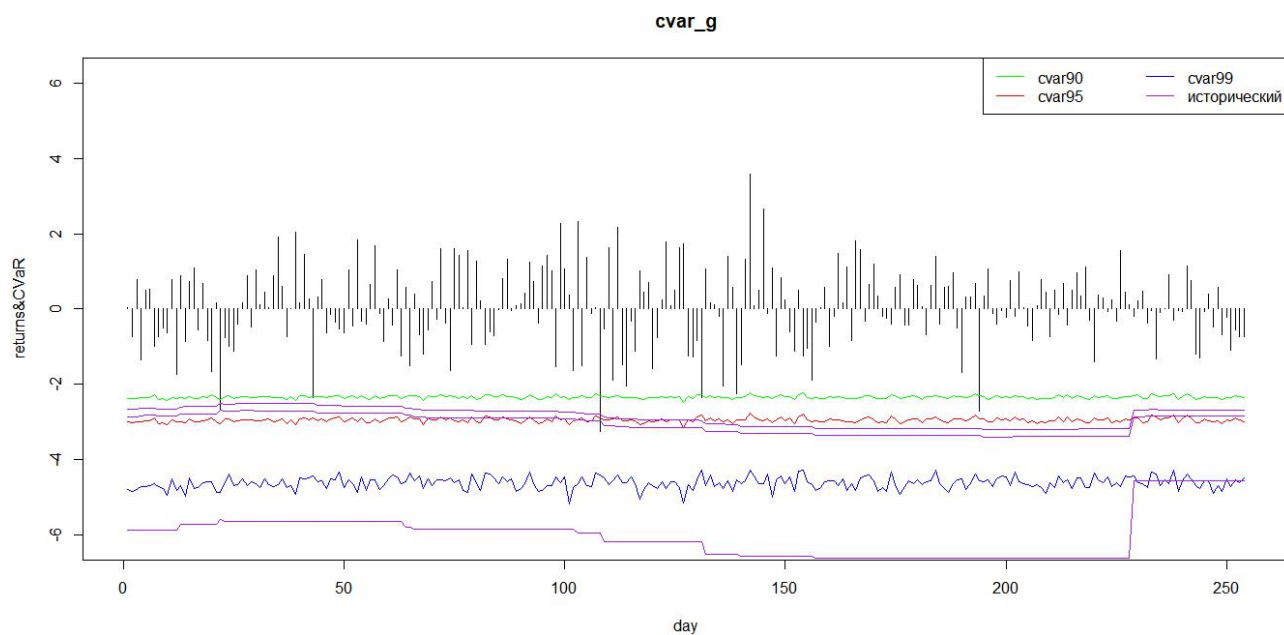


Рисунок 4.8 -CVaR для копулы Гаусса.

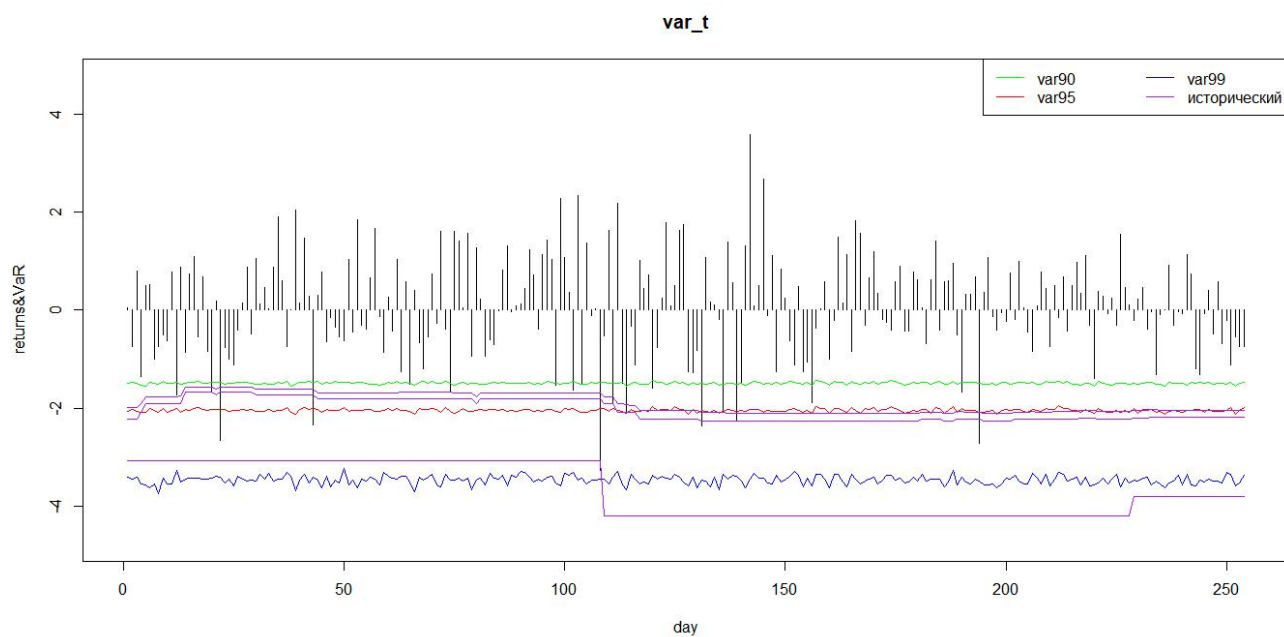


Рисунок 4.9 - VaR для t-копулы.

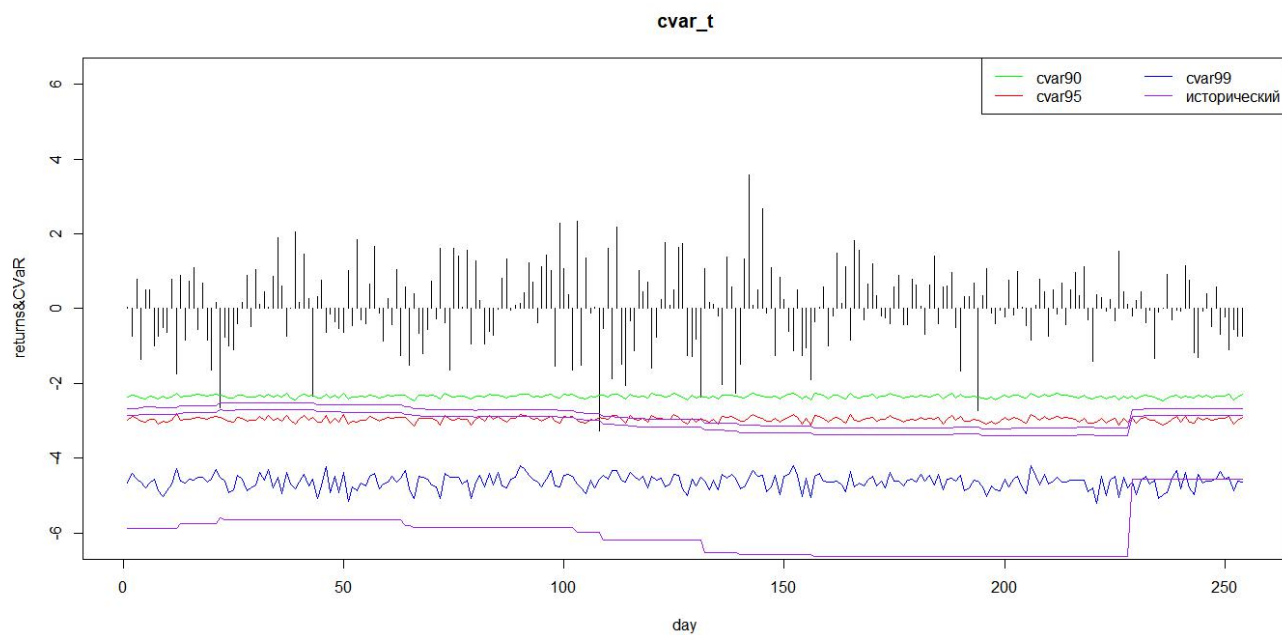


Рисунок 4.10 - CVaR для t-копулы.

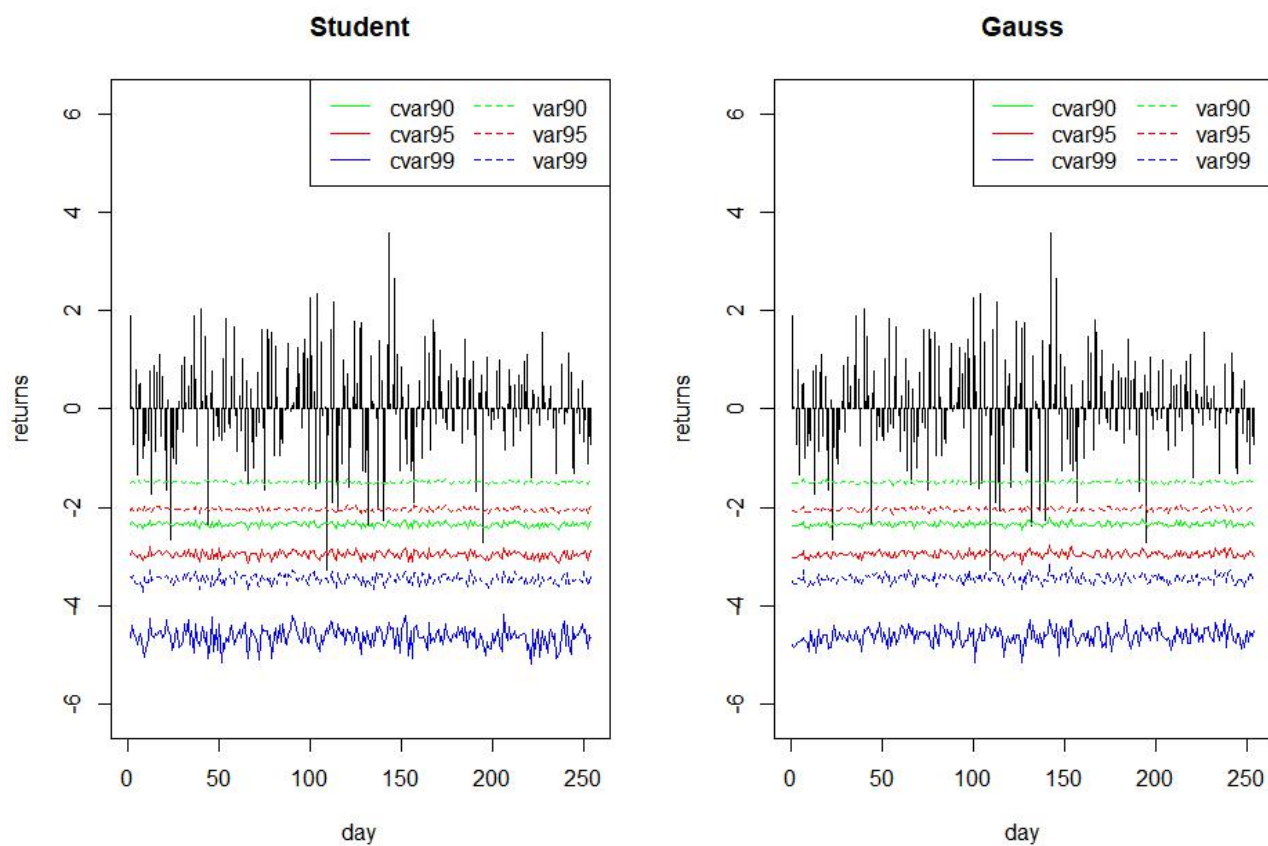


Рисунок 4.11 - VaR и CVaR для оптимального портфеля

Таблица 4.8 - количество ошибок

α	Копула Гауса		t-копула		Исторический	
	VaR	CVaR	VaR	CVaR	VaR	CVaR
90	20	5	18	4	9	2
95	0	0	.0	0	5	1
99	0	0	.0	0	1	0

Таблица 4.9 - Тесты отношения правдоподобия для VaR

Уровень значимости	Модель	LRind	LRuc	LRcc	
0.1	Копула Гаусса	1.99	1.366	3.35	принимается
0.05	Копула Гаусса	1.35	26.05	27.41	отвергается
0.01	Копула Гаусса	5.1	5.1	5.1	принимается
0.1	t-копула	5.43	2.64	8.07	отвергается
0.05	t-копула	2.06	53.52	55.58	отвергается
0.01	t-копула	0	5.1	5.1	принимается
0.1	Историческая	0.39	15.27	15.66	отвергается
0.05	Историческая	0.01	6.32	6.33	отвергается
0.01	Историческая	0	5.1	5.1	принимается

4.5 Сравнение портфелей

По таблицам 4.3 и 4.5 видно, что оптимизация портфеля улучшает оценку VaR, но при этом количество ошибок CVaR увеличивается. Для оптимизированного портфеля следует использовать t-копулу.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1 Предпроектный анализ

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследований

Исследование, проведённое в данной работе, имеет непосредственное отношение к риск-менеджменту и инвестициям. Потенциальными потребителями её результатов могут быть как инвесторы, владеющие портфелем, так и банки и банковские организации. Также данными исследованиями могут воспользоваться государственные учреждения, интернет-ресурсы и другие связанные с финансовыми рисками организации.

Подобные организации пользуются преимущественно методом исторического моделирования для оценивания портфельного риска. Также весьма распространён метод Монте-Карло, используемый для симуляции поведения ценных бумаг и дальнейшего расчёта VaR, CVaR, коэффициента Шарпа и других риск-метрик. Результаты данной работы будут наиболее привлекательны преимущественно для мелких компаний, частных инвесторов и акционеров.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Для оценки инвестиционного риска в широком смысле существует множество моделей, причём оцениваемые риск-метрики также могут быть самые разные. В данной работе представлена копулярная модель оценки риска. Другими, более распространёнными моделями являются историческое моделирование (K1) и метод Монте-Карло (K2).

Наиболее значимые для данной работы критерии сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических разработок

Критерии оценки	Вес крите -рия	Баллы			Конкурентно- способность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Консервативность оценки	0,25	5	3	4	125	0,75	1,0
Адекватность оценки	0,20	5	3	4	1,00	0,60	0,20
Простота методологии	0,15	3	5	4	0,45	0,75	0,60
Независимость от объема данных	0,15	4	1	5	0,60	0,15	0,75
Распространненность на рынке	0,10	1	5	4	0,10	0,50	0,40
Затраты времени на обработку данных	0,15	5	5	3	0,75	0,75	0,45
Итого	1				4,15	3,50	4,00

Итоговое значение конкурентоспособности модели получено по формуле

$$K = \sum B_i \cdot B_i \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента; B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл i -го показателя.

По результатам расчётов видно, что модель исторического моделирования является наиболее простой и потому более распространённой, однако качество результатов хуже по сравнению с методом Монте-Карло. В свою очередь оставшиеся две модели удовлетворяют желаемому качеству результатов в меньшей степени по сравнению с нашим методом. Отсюда можно сделать вывод, что для выбранных критериев исследуемая модель является наиболее удовлетворительной.

5.1.3 SWOT-анализ

SWOT — Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threads (угрозы) — это комплексный анализ научно-исследовательского проекта, применяемый для исследования его внешней и внутренней среды. Для проведения данного анализа необходимо

выделить каждый из его компонентов применительно к исследуемой модели. Далее каждый компонент внешней среды комбинируется с каждым компонентом внутренней среды. Итоги отображены в игровой матрице SWOT-анализа (табл. 5.3).

Таблица 5,3 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических разработок

	Сильные стороны: 1. Раздельное исследование маргиналов и зависимости активов. 2. Слабая зависимость от объёма портфеля. 3. Высокая адекватность и консервативность	Слабые стороны: 1. Сложность алгоритма. 2. Длительность вычислений. 3. Недостаток мировой практики данного метода, как следствие недостаток научной информации
Возможности: 1. Высокий спрос на рискованные модели со стороны потребителей. 2. Анализ портфелей со сложной взаимосвязью между активами. 3. Анализ портфелей с большим числом активов.	Высокое качество получаемых результатов в купе с высоким спросом на рискованные модели применительно к портфелям с большим количеством активов позволят быстро занять свою нишу на рынке	Благодаря высокому спросу можно упростить алгоритм, используя его отдельно для каждой конкретной задачи
Угрозы: 1. Наличие	Универсальность модели и высокое качество	Малая распространённость на

множества альтернативных подходов. 2. Развитие рынка, усложнение исходных данных	получаемых результатов позволит эффективнее бороться с конкурентами.	рынке подобных моделей позволит эффективнее бороться с конкурентами.
---	--	--

В ходе анализа были изучены сильные стороны и возможности проекта, а также обозначены его слабые стороны и угрозы, которые необходимо учесть при реализации проекта

5.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). На таблице 3 показано оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации [3].

Оценки степени проработанности научного проекта трактуется следующим образом:

- Не проработано;
- Проработано слабо;
- Выполнено, но качество под сомнением;
- Выполнено качественно;
- Имеется положительного заключение независимого эксперта.

Оценка уровня имеющихся знаний у разработчика определяется в соответствии со следующей системой баллов:

- Не знаком или знаком мало;
- Знаком с теорией;
- Знаком с теорией и практическими примерами применения;
- Знаком с теорией и самостоятельно выполняет;
- Знаком с теорией, выполняет, может консультировать.

Таблица 5,3 - Оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	5	5
Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	2
Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	4
Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	1
Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	1	2
Проведены маркетинговые исследования рынка сбыта	3	1
Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	1	1
Определены пути продвижения научной разработки на рынок	1	1
Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	4
Проработаны вопросы	1	1

международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок		
Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	1
Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	1	1
Имеется команда для коммерциализации научной разработки	1	1
Проработан механизм реализации научного проекта	1	1
ИТОГО БАЛЛОВ	38	35

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i,$$

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

B_i – балл по -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ **позволяет** говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. Перспективность разработки выше среднего, так как значение и знания разработчика достаточны для успешной ее коммерциализации [5].

5.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

При коммерциализации научно-технических разработок продавец (а это, как правило, владелец соответствующих объектов интеллектуальной собственности), преследует вполне определенную цель, которая во многом зависит от того, куда в последующем он намерен направить (использовать,

вложить) полученный коммерческий эффект. Это может быть получение средств для продолжения своих научных исследований и разработок (получение финансирования, оборудования, уникальных материалов, других научно-технических разработок и т. д.), одноразовое получение финансовых ресурсов для каких-либо целей или для накопления, обеспечение постоянного притока финансовых средств, а также их различные сочетания. При этом время продвижения товара на рынок во многом зависит от правильности выбора метода коммерциализации. Для разработанного проекта инжиниринг является самым оптимальным методом коммерциализации. Инжиниринг – самостоятельный вид коммерческих операций предполагает предоставление на основе договора инжиниринга одной стороной, именуемой консультантом, другой стороне, именуемой заказчиком, комплекса или отдельных видов инженерно-технических услуг, связанных с проектированием, строительством и вводом объекта в эксплуатацию, с разработкой новых технологических процессов на предприятии заказчика, усовершенствованием имеющихся производственных процессов вплоть до внедрения изделия в производство и даже сбыта продукции [].

5.2 Инициализация проекта

5.2.1. Цели и результат проекта

Инициация проекта определяет изначальные цели проекта или содержание работы. Также, в данном разделе определяются изначальные экономические – финансовые затраты. По данной работе также надо определить внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые влияют на общий результат научного проекта [].

Таблица –5,4 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Инвестиционные фонды Брокеры	Статистически адекватная модель оценки риска портфеля фьючерсов

Частные инвесторы	
-------------------	--

Таблица 5,5 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Оценка показателей риска VaR и CVaR с использованием копул.
Ожидаемые результаты проекта:	оценить параметры маргинальных распределений активов и параметры копул; Получить теоретические P&L портфеля; рассчитать VaR и CVaR и сравнить со значениями, полученными для разных моделей
Критерии приемки результата проекта:	Характеристики модели оцениваются с помощью тестов. Критерием значимости было выбрано значение $p\text{-value} = 0.05$ Время для расчётов должно быть меньше, чем у моделей, конкурирующих по качеству характеристик
Требования к результату проекта:	Консервативность и адекватность; Возможность обработки больших портфелей; Быстродействие.

5.2.2 Организационная структура проекта

На данном этапе работы необходимо решить следующие вопросы: кто будет входить в рабочую группу данного проекта, определить роль каждого 137

участника в данном проекте, а также прописать функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте [33].

Таблица 5,6 – Рабочая группа проекта

№ п/п	Фамилия И.О. место работы, должность	Роль в проекте	Функции в проекте	Трудо- затраты, час.
1	Семенов Михаил Евгеньевич, ТПУ, доцент	Руководитель проекта	Составление и утверждение научного задания, календарное планирование работ по теме, оценка эффективности полученных результатов	26
2	Тей Ким	Исполнитель проекта	Выполнение разработки	504

5.3 Планирование управления научно-техническим проектом

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей [5].

5.3.1 План проекта

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

График строится с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделяются различной

штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу [5].

Таблица 5.3.3.1 – Календарный график проведения НИР по теме

Название	Время, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
Составление и утверждение технического задания	2	05.02.19	06.02.19	Руководитель
Подбор и изучение материалов по теме	4	07.02.19	11.02.19	Руководитель / Магистрант
Описание объекта исследования	4	12.02.19	15.02.19	Магистрант
Сбор и анализ исходных данных исследуемого объекта	29	16.02.19	23.03.19	Магистрант
Построение модели	33	25.03.19	01.05.19	Магистрант
Тестирование	4	02.05.19	06.05.19	Руководитель / Магистрант
Оформление пояснительной записки	10	15.05.19	25.05.19	Магистрант
Оценка	3	27.05.19	29.05.19	Руководитель

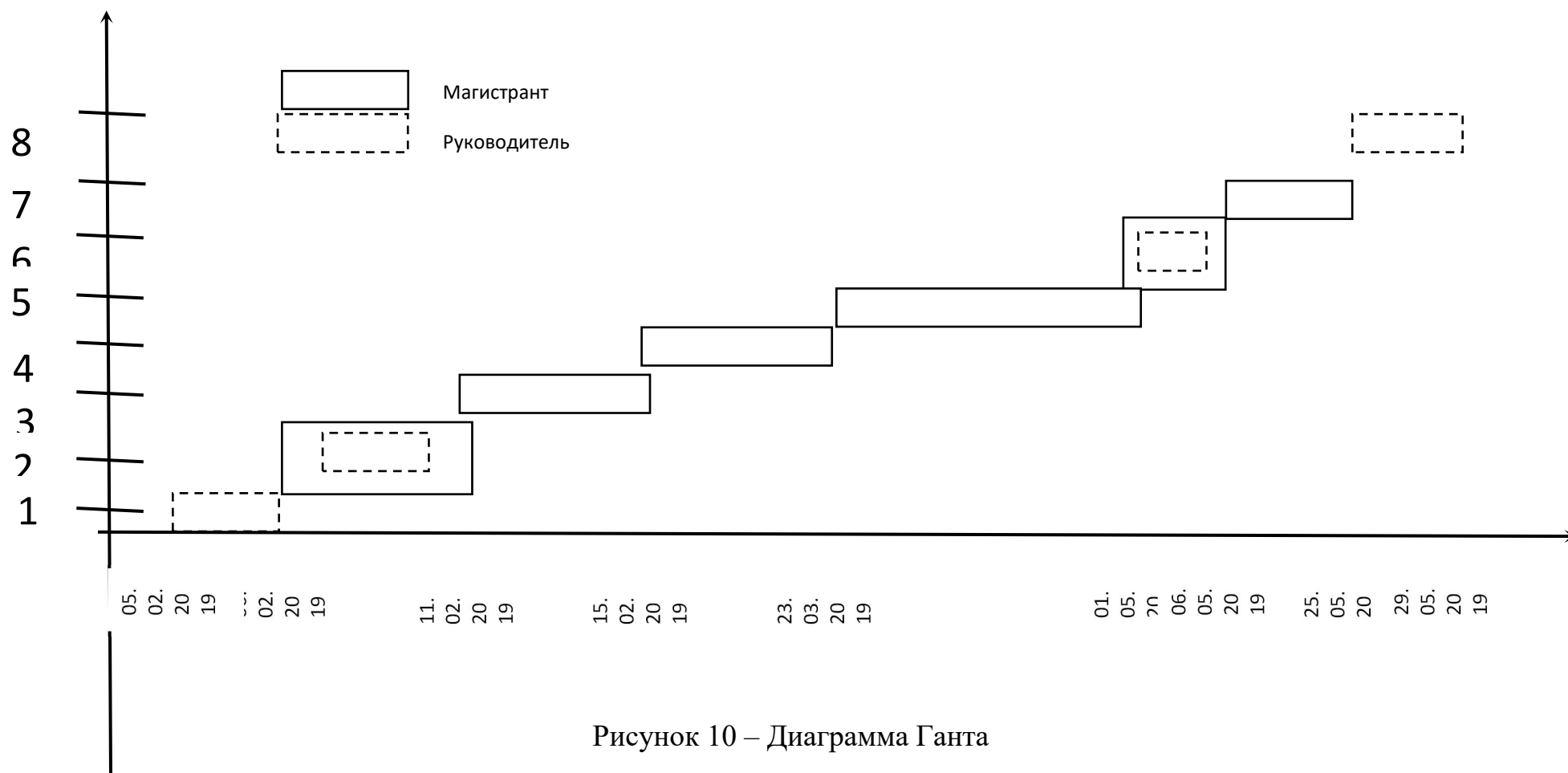


Рисунок 10 – Диаграмма Ганта

5.3.2 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета научных исследований должны быть обеспечены полным и точным отражением всех запланированных затрат, необходимых для ее реализации

5.3.2.1 Затраты на оплату труда работников, непосредственно занятых выполнением НИОКР

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

$$C_{зп} = З_{ос} + З_{доп},$$

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

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя от университета:

$$З_{осн} = З_{дн} * T_{раб}$$

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m * M}{F_d}$$

где $З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб.дня за полгода $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя; F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. Таблица 5.3.4.2.1 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистрант
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	52	52
- выходные дни	14	14

- праздничные дни		
Потери рабочего времени	48	48
- отпуск	14	14
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего	237	237

Месячный должностной оклад работника:

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

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

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

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

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

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{б}} * k_{\text{р}},$$

где $З_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.; $k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 5.3.4.2.2 – Расчёт основной заработной платы

	$З_{\text{б}}$, руб.	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб.	$З_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$ раб. дн.	$З_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	33664	1,3	43763,2	1920,41	4,3	8321,7
Инженер	12663	1,3	16461,9	722,38	84	60715,2

5.3.2.2 Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата включает оплату за непроработанное время (очередной и учебный отпуск, выполнение государственных обязанностей, выплата вознаграждений за выслугу лет и т.п.) и рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * З_{\text{осн}},$$

где $З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

Таблица 5.3.4.2.3 – Заработная плата исполнителей НИОКР

Заработная плата	Руководитель
Основная заработная плата	8321,7
Дополнительная заработная плата (10%)	832,2
Итого по статье $C_{\text{зп}}$	9153,9

5.3.2.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * З_{\text{осн}},$$

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

На 2015 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2015 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Таблица 5.3.4.2.3 – Отчисления во внебюджетные фонды

	Руководитель	Магистрант
Зарплата	9153,9	60715,2

Отчисления во внебюджетные фонды	2480,7	16453,8
-------------------------------------	--------	---------

5.3.2.3 Прочие прямые затраты

Компьютер потребляет 0,15 кВт*ч. В Томске 1 кВт*ч стоит 5,8 рублей.

На работу за компьютером было затрачено 300 часов. Значит стоимость потраченной электроэнергии $0,15 \cdot 300 \cdot 5,8 = 261$ руб.

5.3.2.2 Накладные расходы

В данную статью входят расходы на содержание аппарата управления и общехозяйственных (общеуниверситетских) служб, которые в равной степени относятся ко всем выполняемым НИОКР. По этой статье учитываются оплата труда административно-управленческого персонала, содержание зданий, оргтехники и хоз. инвентаря, амортизация имущества, расходы по охране труда и подготовке кадров [5].

Накладные расходы лаборатории 2 корпуса НИ ТПУ составляют 80- 90% от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы. Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = K_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}),$$

где $K_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов. $C_{\text{накл}} = 80\% \cdot C_{\text{зп}} = 55895,3$

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НИР по форме, приведенной в таблице 5.3.4.4.

Таблица 5.3.4.4 – Калькуляции плановой себестоимости НИР

Наименование статей затрат	Сумма, руб
1. Затраты на оплату труда работников, непосредственно занятых созданием НИОКР	69869,1
2. Отчисления во внебюджетные фонды	18934,5
3. Прочие прямые затраты	261

4. Накладные расходы	55895,3
Итого себестоимость НИР	144959,9

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. Информацию по данному разделу необходимо свести в таблицу (табл).

№	Риск	Потенциальное воздействие	В е р о я т н о с т ь	В л и я н и е	У р о в н ь	Способы смягчения	Условие наступления
1	Чёрный лебедь	Сильное	1	5	3	Иметь страховую сумму для покрытия потерь	
2	Неправильная оценка	Сильное	2	4	4	Периодически проверять параметры модели на адекватность	Резкое изменение рынка

5.4 оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования.

Таблица 7.4 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1 Адекватность модели	0,6	5	2	4
2 Скорость расчётов	0,2	5	5	4
3 Удобство в эксплуатации	0,1	4	2	4
4 Скорость внедрения	0,1	3	5	4
ИТОГО	1	17	14	16

$$I_{\text{тп}} = 4,7$$

$$\text{Аналог 1} = 2,9$$

$$\text{Аналог 2} = 4$$

Из приведенных расчетов выявлено, что текущий проект по интегральному показателю ресурсоэффективности является выгодным и превосходит аналоги. Так как данный проект является только научной разработкой и началом исследования, то интегральный финансовый показатель разработки рассчитать не представляется возможным.

Заключение

Данная модель позволяет эффективней оценивать риски портфеля по сравнению с более распространёнными моделями.

6 Социальная ответственность

В работе описана копулярная модель для расчёта риск-метрик VaR и CVaR.

Данная работа была проведена за компьютером, или персональной электронной вычислительной машиной (ПЭВМ). Поэтому в рамках текущего раздела будут рассмотрены соответствующие вопросы, связанные со следующими компонентами охраны труда:

- выявление и изучение вредных и опасных производственных факторов при работе с ПЭВМ;
- оценка охраны труда;
- определение способов снижения действия вредных факторов до безопасных пределов или по возможности до полного их исключения;
- техника производственной безопасности;
- охрана окружающей среды.

Объектом исследования данного раздела является рабочее место (РМ) и помещение, в котором оно находится. Параметры помещения, в котором осуществлялась данная работа: длина $a = 8$ м, ширина $b = 4$ м, высота $h = 3$ м. Площадь помещения составляет $S = a \cdot b = 32 \text{ м}^2$, объём равен $V = a \cdot b \cdot h = 96 \text{ м}^3$.

В помещении присутствует окно, через которое осуществляется вентиляция помещения, его ширина и высота составляют 1,5 и 2 м соответственно. В помещении используется комбинированное освещение — искусственное (люминесцентные лампы типа ЛБ) и естественное (свет из окна). В зимнее время помещение отапливается. Электроснабжение сети переменного напряжения 220В. Согласно ГОСТ 12.1.013-78, данное помещение относится к типу без повышенной опасности в отношении поражения человека электрическим током.

Рабочая поверхность имеет высоту 0,75 м. Работа производилась на следующем ПЭВМ: ноутбук. Ноутбук имеет следующие характеристики: процессор Core i5, оперативная память 8 Гб, операционная система Windows 10, экран с диагональю 13,3" и разрешением 2560 Ч 1440.

6.1 Правовые и организационные работы обеспечения безопасности

6.1.1 Эргономические требования к рабочему месту

В процессе работы, все используемые предметы должны находиться в зоне досягаемости. Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости приведено на рисунке 6.1.

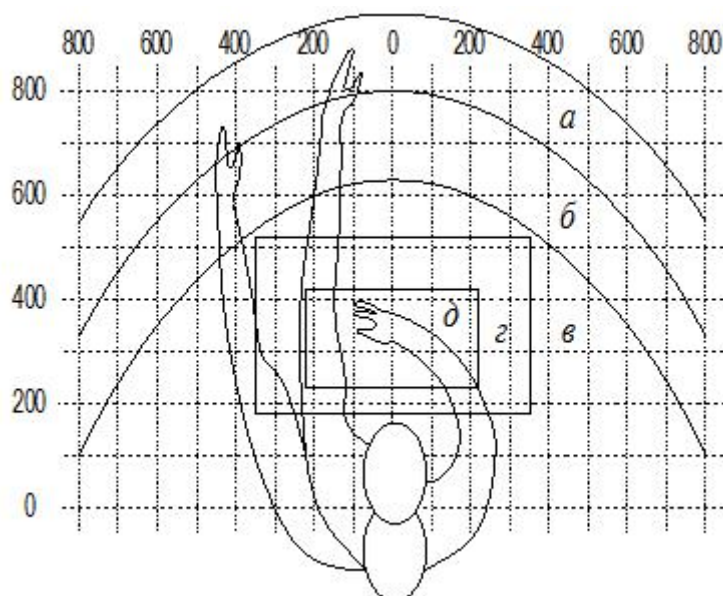


Рисунок 6.1 – Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости

На рисунке 6.1 введены следующие обозначения:

- а – зона максимальной досягаемости;
- б – зона досягаемости пальцев при вытянутой руке;
- в – зона легкой досягаемости ладони;
- г – оптимальное пространство для грубой ручной работы;
- д – оптимальное пространство для тонкой ручной работы [10]

6.1.2 Особенности законодательного регулирования проектных решений

В соответствии с государственными стандартами и правовыми нормами обеспечения безопасности предусмотрена рациональная организация труда в течение смены, которая предусматривает:

- длительность рабочей смены не более 8 часов;
- установление двух регламентируемых перерывов (не менее 20 минут после 1-2 часов работы, не менее 30 минут после 2 часов работы);
- обеденный перерыв не менее 40 минут.

Обязательно предусмотрен предварительный медосмотр при приеме на работу и периодические медосмотры.

Каждый сотрудник должен пройти инструктаж по технике безопасности перед приемом на работу и в дальнейшем, должен быть пройден инструктаж по электробезопасности и охране труда.

Предприятие обеспечивает рабочий персонал всеми необходимыми средствами индивидуальной защиты. Таким образом, по итогу проделанной работы можно сделать вывод о том, что рабочее место инженера соответствует нормам, ГОСТам и СанПиН. По степени физической тяжести работа инженера относится к категории лёгких работ.

6.2. Производственная безопасность

При работе с электрическими приборами возникают различные вредные факторы, которые негативно воздействуют на организм человека. Также, при работе с электрическими приборами возникают опасные факторы, их перечень представлен в таблице 6.1.

Таблица 6.1. – Опасные и вредные факторы при выполнении работ с электрическими приборами

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
Отклонение показателей микроклимата в помещении	-	-	+	СП 2.2.4.548-96 [11]
Недостаток естественного освещения	-	-	+	СП 52.13330.2016 [3]
Недостаточная освещенность рабочей зоны	-	-	+	

Повышение уровня электромагнитных излучений	-	-	+	СанПин 2.2.4.3359-16. [4] ГОСТ 12.1.019-2017 [5] ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ [6] ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ [7]
Повышенная напряженность электромагнитного поля	-	-	+	

6.2.1 Отклонение показателей микроклимата в помещении

Микроклимат является важной характеристикой производственных помещений. В организме человека происходит непрерывное выделение тепла. Одновременно с процессами выделения тепла происходит непрерывная теплоотдача в окружающую среду. Равновесие между выделением тепла и теплоотдачей регулируется процессами терморегуляции, т.е. способностью организма поддерживать постоянство теплообмена с сохранением постоянной температуры тела. Отдача тепла происходит различными видами: излучением, конвекцией, испарение влаги.

Нарушение теплового баланса в условиях высокой температуры может привести к перегреву тела, и как следствие к тепловым ударам с потерей сознания. В условиях низкой температуры воздуха возможно переохлаждение организма, могут возникнуть простудные болезни, радикулит, бронхит и другие заболевания.

Показателями, которые характеризуют микроклимат рабочей зоны, являются:

- температура воздуха, °С;
- относительная влажность воздуха, %;
- скорость движения воздуха, м/с.

Оптимальные значения этих характеристик зависят от сезона (холодный, тёплый), а также от категории физической тяжести работы. Для математика и

программиста она является лёгкой (1а), так как работа проводится сидя, без систематических физических нагрузок.

Оптимальные показатели микроклимата рабочей зоны, согласно СанПиН 2.2.4.548 [2], представлены в таблице 6.2, допустимые – в таблице 6.3.

Таблица 6.2 – Оптимальные показатели микроклимата

Период года	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Теплый	23-25	40-60	0,1
Холодный	22-24	40-60	0,1

Таблица 6.3 – Допустимые показатели микроклимата

Период года	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин
Теплый	21,0-22,9	24,1-25,0	15-75	0,1	0,2
Холодный	20,0-21,9	25,1-28,0	15-75	0,1	0,1

Мероприятия по доведению микроклиматических показателей до нормативных значений включаются в комплексные планы предприятий по охране труда. Это такие мероприятия, как:

- механизация и автоматизация производственных процессов, дистанционное управление ими;
- применение технологических процессов и оборудования, исключающих образование вредных веществ или попадания их в рабочую зону;
- установка систем вентиляции, кондиционирования, отопления.

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в помещении относятся правильная организация вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. Вентиляция может осуществляться естественным и

механическим путём. В зимнее время в помещении необходимо предусмотреть систему отопления.

По степени физической тяжести работа программиста относится к категории лёгких работ.

Таким образом, делаем вывод о том, что рабочее место программиста соответствует нормам показателей микроклимата так, как есть соответствие температурным показателям в помещении в холодный период – 23,3 °С, и в теплый период – 24,6 °С. Относительная влажность воздуха составляет 58%, что соответствует диапазону.

6.2.2 Недостаток естественного освещения

Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь естественное освещение.

Без естественного освещения допускается проектировать помещения с временным пребыванием людей, помещения, которые определены соответствующими сводами правил и стандартами организаций на проектирование зданий и сооружений, а также помещения, размещение которых разрешено в подвальных этажах зданий и сооружений.

В учебных и учебно-производственных помещениях общеобразовательных организаций, интернатов, профессиональных образовательных организаций при одностороннем боковом освещении нормируемое значение коэффициента естественной освещенности (КЕО) должно быть обеспечено в расчетной точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности на расстоянии 1,2 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов и иметь значение не более 0,5%.

Равномерность естественного освещения не нормируется для производственных помещений с боковым освещением.

В аудитории имеется одно окно с одной стороны, чего достаточно для этого помещения, так как в аудитории имеется искусственное освещение.

6.2.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Производственное освещение является неотъемлемым элементом условий трудовой деятельности человека. При правильно организованном освещении рабочего места обеспечивается сохранность зрения человека и нормальное состояние его нервной системы, а также безопасность в процессе производства. Производительность труда и качество выпускаемой продукции находятся в прямой зависимости от освещения.

При неудовлетворительном освещении ощущается усталость глаз и переутомление, что приводит к снижению работоспособности. В ряде случаев это может привести к головным болям. Головные боли также могут быть вызваны пульсацией освещения, что в основном является результатом использования электромагнитных пускорегулирующих аппаратов (ПРА) для газоразрядных ламп, работающих на частоте 50 Гц.

Для характеристики естественного освещения используется коэффициент естественной освещенности (КЕО). Величины КЕО для различных помещений лежат в пределах 0,1-12%.

Освещённость на рабочем месте должна соответствовать характеру зрительной работы; равномерное распределение яркости на рабочей поверхности и отсутствие резких теней; величина освещения постоянна во времени (отсутствие пульсации светового потока); оптимальная направленность светового потока и оптимальный спектральный состав; все элементы осветительных установок должны быть долговечны, взрыво-, пожаро-, электробезопасны.

Работа с приборами относится к зрительным работам средней точности для помещений жилых и общественных зданий. Согласно СП 52.13330.2016 [3], такие помещения должны удовлетворять требованиям, указанным в таблице 6.4.

Таблица 6.4 - Требования к освещению помещений жилых и общественных зданий при зрительной работе средней точности

Характер	Наимень	Разряд	Подра	Относитель	Искусственное	Естественное
----------	---------	--------	-------	------------	---------------	--------------

истика зрительной работы	ший или эквивалентный размер объекта различения, мм	зрительной работы	зряд зрительной работы	ная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность, %	освещение		освещение	
					Освещенность на рабочей поверхности от системы общего освещения, ЛК	Коэффициент пульсации освещенности Кп, %, не более	КЕО e_n , %, при	
Высокой точности	Более 0,5	В	1	Не менее 70	150	20	Верхнем или комбинированном	Боковом
			2	Менее 70	100	20		

На рабочем месте соблюдаются необходимые нормы освещенности согласно ГОСТ Р 55710-2013. «Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений». В административных зданиях, а в частности в помещениях для чтения, письма и обработки данных эксплуатационная освещенность должна составлять 500 ЛК, что соответствует показателям.

6.2.4 Повышенный уровень электромагнитных излучений

В качестве источника электромагнитного излучения в данной работе рассматривается ноутбук.

Степень и характер воздействия ЭМП на организм человека зависят: от интенсивности излучения; частоты колебаний; поверхности тела облучаемого; индивидуальных особенностей организма; режима облучения (непрерывный или прерывистый) продолжительности воздействия; комбинированного действия других факторов производственной среды.

В диапазонах промышленной частоты, радиочастот, инфракрасного и частично ультрафиолетового света электромагнитные поля оказывают тепловое воздействие. Перегревание отдельных тканей и органов ведёт к их заболеваниям, а повышение температуры тела на 1 °С и выше вообще не допустимо.

Влияние электромагнитных излучений заключается не только в их тепловом воздействии. Микропроцессы, протекающие в организме под действием

излучений, заключаются в поляризации макромолекул тканей и ориентации их параллельно электрическим силовым линиям, что может приводить к изменению свойств молекул; особенно для человеческого организма важна поляризация молекул воды.

Длительное и систематическое воздействие на человека полей ВЧ и УВЧ вызывает:

- повышенную утомляемость;
- головную боль;
- сонливость;
- гипертонию;
- боли в области сердца.

Длительное и систематическое воздействие на человека полей СВЧ вызывает, кроме того:

- изменения в крови;
- катаракту (помутнение хрусталика глаза);
- нервно-психические заболевания [9].
- Согласно СанПиН 2.2.4.3359-16 [4], предельно допустимые уровни

энергетических экспозиций электромагнитного поля диапазона частот ≥ 30 кГц - 300 ГГц, не должны превышать значений, приведенных в таблице 6.5.

– Таблица 6.5 - ПДУ энергетических экспозиций ЭМП диапазона частот ≥ 30 кГц - 300 ГГц

Диапазоны частот	Предельно допустимые уровни энергетической экспозиции		
	По электрической составляющей, (В/м) $2 \times \text{ч}$	По магнитной составляющей, (А/м) $2 \times \text{ч}$	По плотности потока энергии (мкВт/см ²) $\times \text{ч}$
30 кГц- 3 МГц	20000,0	200,0	-
3-30 МГц	7000,0	-	-
30-50 МГц	800,0	0,72	-
50-300 МГц	800,0	-	-
300 МГц-300 ГГц	-	-	200,0

Для понижения уровня напряженности электромагнитного поля следует использовать мониторы с пониженным уровнем излучения, устанавливать защитные экраны, устранять неисправности. А для профилактики компьютерного зрительного синдрома, улучшения визуальных показателей видеомониторов, повышения работоспособности, снижения зрительного утомления возможно применение защитных очков со спектральными фильтрами, разрешенных Минздравом России для работы с персональным компьютером.

На рабочем месте программиста используются мониторы с пониженным уровнем излучения. Таким образом можно сделать вывод о том, что рабочее место соответствует нормам СанПиН 2.2.4.3359-16 [4].

6.2.5 Повышенная напряженность электромагнитного поля

Электронные устройства должны подключаться к сети питания имеющей защитное заземление.

Соединять и разъединять вилки, розетки электрических соединений допускается только при выключенном сетевом выключателе.

Основными причинами поражения человека электрическим током могут быть следующие:

- непосредственное прикосновение к токоведущим частям, оказавшимся под напряжением;
- соприкосновение с конструктивными частями, оказавшимися под напряжением.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает тепловое (ожоги, нагрев сосудов), механическое (разрыв тканей, сосудов при судорожных сокращениях мышц), химическое (электролиз крови), биологическое (раздражение и возбуждение живой ткани) или комбинированное воздействие.

Основными средствами и способами защиты от поражения электрическим током являются:

- недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения;
- защитное заземление, зануление или отключение;
- вывешивание предупреждающих надписей;
- контроль за состоянием изоляции электрических установок;
- использование дополнительных средств защиты.

Требования электробезопасности электроустановок производственного и бытового назначения на стадиях проектирования, изготовления, монтажа, наладки, испытаний и эксплуатации, а также технические способы и средства защиты, обеспечивающие электробезопасность электроустановок различного назначения приведены в ГОСТ Р 12.1.019-2017 [5].

6.3 Экологическая безопасность

В настоящее время, когда встает проблема рационального использования природных ресурсов, охраны окружающей среды, уделяется большое внимание организации разумного воздействия на природу. Необходимо совершенствовать технологические процессы с целью сохранения окружающей среды от вредных выбросов.

В связи с тем, что основным средством работы являются средства измерения и электрические приборы, серьезной проблемой является электропотребление. Это влечет за собой общий рост объема потребляемой электроэнергии. Для удовлетворения потребности в электроэнергии, приходится увеличивать мощность и количество электростанций. Соответственно, рост энергопотребления приводит к таким экологическим нарушениям, как глобальное потепление климата, загрязнение атмосферы и водного бассейна Земли вредными и ядовитыми веществами, опасность аварий в ядерных реакторах, изменение ландшафта Земли. Целесообразным является разработка и внедрение систем с малым потреблением энергии.

В аудитории не ведется никакого производства. К отходам, производимым в помещении можно отнести бытовой мусор.

Сточные воды здания относятся к бытовым сточным водам. За их очистку отвечает городской водоканал.

Основной вид мусора – это отходы печати, бытовой мусор (в т. ч. люминесцентные лампы), неисправное электрооборудование, коробки от техники, использованная бумага. Утилизация отходов печати вместе с бытовым мусором происходит в обычном порядке.

Утилизация средств измерений и электрических приборов согласно ФЗ от 24.06.1998 №89-ФЗ (ред. от 25.12.2018) «Об отходах производства и потребления» [12] и распоряжению Правительства РФ от 25.07.2017 №1589-р [13] осуществляется сотрудниками лаборатории и предусматривает следующие этапы:

- 1.Правильное заполнение акта списания с указанием факта невозможности дальнейшей эксплуатации перечисленной в акте измерительной техники, о чем имеется акт технического осмотра;

- 2.Осуществление списания перечисленной в акте измерительной техники с баланса предприятия с указанием в бухгалтерском отчете, так как утилизация возможна для осуществления только после окончательного списания;

- 3.Непосредственно утилизация измерительной техники с полным демонтажем устройств на составляющие детали с последующей сортировкой по видам материалов и их дальнейшей передачей на перерабатывающие заводы.

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайными ситуациями в подобных помещениях могут быть пожары. Основы пожарной безопасности определены по ГОСТ 12.1.004-91 [6] и ГОСТ 12.1.010-76 [7].

Все производства по пожарной опасности подразделяются на 5 категорий: А, Б, В, Г, Д. Аудитория, в которой будет выполняться работа, относится к категории В.

Причинами пожара могут быть:

- токи короткого замыкания;
- электрические перегрузки;
- выделение тепла, искрение в местах плохих контактов при соединении проводов;
- курение в неположенных местах.

Тушение горящего электрооборудования под напряжением должно осуществляться имеющимися огнетушителями ОУ-5. Чтобы предотвратить пожар в аудитории, необходимо:

- содержать помещение в чистоте, убирать своевременно мусор. По окончании работы поводить влажная уборка всех помещений;
- работа должна проводиться только при исправном электрооборудовании;
- на видном месте должен быть вывешен план эвакуации из помещения с указанием оборудования, которое нужно эвакуировать в первую очередь;
- уходящий из помещения последним должен проверить выключены ли нагревательные приборы, электроприборы и т.д и отключение силовой и осветительной электрической сети.

Также необходимо соблюдение организационных мероприятий:

- правильная эксплуатация приборов, установок;
- правильное содержание помещения;
- противопожарный инструктаж сотрудников аудитории;
- издание приказов по вопросам усиления ПБ;

- организация добровольных пожарных дружин, пожарно-технических комиссий;
- наличие наглядных пособий и т.п.

В случаях, когда не удастся ликвидировать пожар самостоятельно, необходимо эвакуироваться вслед за сотрудниками по плану эвакуации и ждать приезда специалистов, пожарников. При возникновении пожара должна сработать система пожаротушения, издав предупредительные сигналы, и передав на пункт пожарной станции сигнал о ЧС, в случае если система не сработала, по каким-либо причинам, необходимо самостоятельно произвести вызов пожарной службы по телефону 101, сообщить место возникновения ЧС и ожидать приезда специалистов.

Выводы по разделу «Социальная ответственность»

Таким образом можно сделать вывод по всему разделу «Социальная ответственность», что на рабочем месте показатели микроклимата, освещенности и электромагнитных излучений находятся в норме, что говорит о безопасности для человека. Анализ выявленных опасных факторов рабочего помещения показал, что электробезопасность, пожаробезопасность и экологическая безопасность находятся под контролем, и все необходимые меры для обеспечения безопасности принимаются.

Заключение

В данной работе мы использовали математический аппарат копула-функций для исследования многомерной зависимости между финансовыми временными рядами и сравнения риск-метрик VaR и CVaR для управления портфелем.

В качестве исходных данных мы использовали четыре временных ряда из дневных цен закрытия фьючерсов ГазПром» (GAZP), (2) «Лукойл» (LKOH) и (3) «Сбербанк» (SBPR) и (4) индекс РТС (RTS). В качестве исходных данных используются дневные цены закрытия вышеперечисленных контрактов с 15 мая 2017 по 10 мая 2019 (505 наблюдения).

Оценка параметров копулярных моделей проводилась с помощью двухступенчатого метода максимального правдоподобия. Методом максимального правдоподобия также вычислялись параметры маргинальных распределений. Статистические тесты показали удовлетворительные результаты.

Для выбранных активов был рассчитан оптимальный портфель с весами: $w=(0.27340680, 0.44199512, 0.24387116, 0.04072692)$.

Предложен алгоритм для расчёта оценок риск метрик VaR и CVaR с использованием копулярных моделей, основанный на моделировании Монте-Карло.

Данная работа содержит нововведения. Мы показали, что Гауссовы, Стюдента копулы могут быть использованы в коротких временных рядах. Мы применили модель DCC в качестве параметра копулы. Было применено распределение отличное от нормально.

Список использованных источников

- [1] ГОСТ 12.2.032 -78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. М.: Изд-во стандартов, 1986. – 9 с.
- [2] Санитарно - эпидемиологические правила и нормативы: СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997. – 20 с.
- [3] Свод правил: СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. М.: Минрегион России, 2011. – 74 с.
- [4] Санитарно - эпидемиологические правила и нормативы: СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах. М.: Минздрав России, 2003. – 39 с.
- [5] ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – М.: Изд-во стандартов, 2010. – 28 с.
- [6] ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Изд-во стандартов, 2006. – 67 с.
- [7] ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 6 с.
- [8] Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197- ФЗ. Официальный текст. - М. : Пропаганда : Омега- Л, 2002. - 176 с. : ил. - (Российская правовая библиотека).
- [9] В.С. Алексеев, И.В. Ткаченко, О.И. Жидкова. Безопасность жизнедеятельности. Сборник лекций. – М.: Эксмо, 2008. – 160 с.
- [10] Санитарно – эпидемиологические правила и нормативы: СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. М.: Минздрав России, 2003. – 56 с.
- [11] Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений".

- [12] ФЗ от 24.06.1998 №89-ФЗ (ред. от 25.12.2018) «Об отходах производства и потребления».
- [13] Распоряжение Правительства РФ от 25.07.2017 №1589-р.
- [14] H. Markowitz. Portfolio selection. In: Journal of Finance, 7(1952), pp. 77-91.
- [15] W. Baumol. An expected gain-confidence limit criterion for portfolio selection. In: Management Science, 10(1963), pp. 174-182.
- [16] S. Uryasev, R. Rockafellar. Optimization of conditional value-at-risk. English. In: Journal of Risk 2.3(2000), pp. 21-41
- [17] A. Sklar. “Fonctions de Repartion A N Dimension Et Leurs Marges”. English. In: Universite de Paris 8 (1959), pp. 229—231.
- [18] V.-N. Huynh, V. Kreinovich, and S. Sriboonchitta. Modeling Dependence in Econometrics: Selected Papers of the Seventh International Conference of the Thailand Econometric Society, Faculty of Economics, Chiang Mai University, Thailand, January 8-10, 2014. English. 1st ed. Advances in Intelligent Systems and Computing 251. Springer International Publishing, 2014.
- [19] H. Penikas. “Financial Applications of Copula-Models”. English. In: Journal of the New Economic Association 7(2010), pp. 24—44.
- [20] H. Joe. Dependence modeling with copulas. English. Taylor & Francis Group, 2014, p. 458.
- [21] T. Angeldis, A. Benos, S. Degiannakis. The use of GARCH models in VaR estimation. Statistical Methodology, 2004, pp. 105-128.
- [22] R. Engle. Dynamic conditional correlation: a simple class of multivariate generalized autoregressive conditional heteroscedasticity models. English. In: Journal of Business and Statistics, 2002, pp. 339-350.
- [23] F. Bauer Dynamic conditional correlation models and portfolio management. Shaker Verlag, 2011.
- [24] E. Jondeau, M. Rockinger. The Copula-Garch model of Conditional Dependencies: An International Stock Market Application. English. In: Journal of International Money and Finance, 2006.

- [25] B. Candelon, G. Colletaz, C Hurlin, S. Tokpavi. Backtesting value-at-risk: a GMM duration-based test. English. In: Journal of Financial Econometrics, 9(2011), pp. 314-343.
- [26] S. Campbell. A review of backtesting and bactesting procedures. English. In: Journal of Risk, 9(2007), pp. 1-18.
- [27] C. Hurlin, S. Tokpavi. Backtesting value-at-risk accuracy: a simple new test. English. In: The Journal of Risk, 9(2007), pp:19-37.
- [28] B. Nelsen. An introducton to Copulas. Springer, 2006.
- [29] A. Patton. Copula based models for financial time series. Handbook of financial time series. Springer Verlag, 2009.
- [30] H. Joe. Families of m-variate distribution with given margins and $m(m-1)/2$ bivariate dependence parameters. English. In: IMS lecture notes monograph seriex, 1996, pp. 120-41.
- [31] A. Patton. Modelling asymmetric exchange rate dependence. In:International Economic Review, 47(2006), pp. 527-556.
- [32] H. Manner, O. Reznikova. A survey on time-varying copulas: specification, simulation and application. English. In: Economic Reviews, 6(2012), pp. 100-120.
- [33] P. Kupiec. Techniques for verifying the accuracy of risk measurement. English. In: Journal of Derivatives, 2(1995), pp. 73-84.
- [34] P. Christoffersen. Evaluating interval forecasts. English. In: International Economic Review, 39(1998) pp. 841-862.

Приложение А

Development of statistical tests for VaR and CVaR

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0BM71	Тей Ким		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель отделения иностранных языков	Кабрышева О. П.			

Literature review

There are many methods that are used to represent the multidimensional dependence of random variables, such as the principal component method, Bayesian networks, factor analysis [1]. In the middle of the 20th century, the Sklar theorem was formulated and proved, which states that a set of marginal distributions can be written as one multidimensional distribution by means of a copulus [2].

The article [3] examined the effectiveness of using ARCH models in modeling daily Value-at-Risk. Time-varying correlations are often evaluated by using multi-dimensional GARCH models [4]. There is class of multivariate models called dynamic conditional correlation(DCC) proposed in the paper [5]. DCC has the flexibility of one-dimensional GARCH models in combination with cost-effective parametric models for correlations. This model is not linear, but it can often be estimated very simply by a one-dimensional or two-step method based on a probability function. It has been shown in [6] that the dynamic correlation model works well in a variety of situations and provides reasonable empirical results. The authors of [7] integrate the time varying correlations approach into the copular model.

Due to different asset classes and different sample periods, empirical results are hardly comparable and it still is a moot point which model to choose for addressing risk related problems. This problem carries over to the adequate choice of backtesting criteria[8]. For a broader discussion of the shortcomings of the applied backtesting criteria we refer to Campbell[9] and Hurlin and Tokpavi[10].

In this paper, elliptical copulas are used, as only the Gauss and the t-copula turn out to be tractable copula models for multidimensional portfolios consisting of more than three assets, according to the works of Nelson[11] and Patton[12].

Methodology

Initial data

The initial data is the time series of daily closing prices of assets p_i . Initial time series should be converted to logarithmic returns. In this way, we can obtain the data set, which we can further use in marginal distribution parameters estimation. Eq.(C.1) transforms a price series into a log-returns series for each asset:

$$r_{t,i} = \log \frac{p_{t-1,i}}{p_{t,i}}, \quad (C.1)$$

where $i \in 1, n$, n - number of assets;

$t \in 1, T$, - is a time point;

Dependency modeling

Dynamic conditional correlations

The DCC model of Engle (2002) belongs to the class of multivariate GARCH models. The approach separates variance modeling from correlation modeling. Let the $N \times 1$ vector r_t be a set of N asset log returns at time t . Volatilities are calculated in order to construct volatility adjusted residuals ϵ_t . For our research, we assume that each return follows a univariate GARCH(1,1) process. The correlations are estimated based on the standardized residuals. Let R_t denotes the correlation matrix and D_t the diagonal matrix with conditional standard deviations at time t .

The full DCC setup is given by

$$r_t \sim N(0, D_t R_t D_t), \quad (C.2)$$

$$D_t^2 = \text{diag}(H_t) \quad (C.3)$$

$$H_{i,i,t} = w_i + \alpha_i r_{i,t-1}^2 + \beta_i H_{i,i,t-1}, \quad (C.4)$$

$$\epsilon_t = D_t^{-1} r_t, \quad (C.5)$$

$$R_t = \text{diag}\{Q_t^{1/2}\} Q_t \text{diag}\{Q_t^{1/2}\} \quad (C.6)$$

$$Q_t = \Omega + \alpha \epsilon_{t-1} \epsilon_{t-1}' + \beta Q_{t-1} \quad (C.7)$$

Where $\Omega = (1 - \alpha - \beta) \bar{R}$ and α and β are always positive and their sum is less than one.

The log-likelihood is given by

$$l_t = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T (n \log(2\pi) + 2 \log|D_t| + r_t' D_t^2 r_t - \varepsilon_t' \varepsilon_t + \log|R_t| + \varepsilon_t' R_t^{-1} \varepsilon_t) \quad (C.8)$$

According to Engle[14], the full ML-estimates may be replaced by a consistent two step estimator: In the first step the variance parameters are estimated and in the second step the correlation parameters based on volatility adjusted data. Log likelihood of correlation parameter is given by

$$l_{2,t} = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \log|R_t| + \varepsilon_t' R_t^{-1} \varepsilon_t \quad (C.9)$$

Copulas

The copula approach is based on Sklar's Theorem[]: Let $X_1, X_2, \dots, X_n$ be random variables, $F_1, \dots, F_n$ the corresponding marginal distributions and H the joint distribution, then there exists a copula $C: [0,1]^n \rightarrow [0,1]$ such that $H(r_1, \dots, r_n) = C(F_1(r_1), \dots, F_n(r_n))$.

The Gaussian and t-copula belong to the family of elliptical copulas and are derived from the multivariate normal and t-distribution respectively.

The setup of the Gaussian copula is given by:

$$C(r_1, \dots, r_n) = \Phi_p(\Phi^{-1}(r_1), \dots, \Phi^{-1}(r_n)) = \int_{-\infty}^{\Phi^{-1}(r_1)} \dots \int_{-\infty}^{\Phi^{-1}(r_n)} \frac{1}{2(\pi)^{n/2} |p|^{1/2}} \exp(-\frac{1}{2} z^T p^{-1} z) dz_1 \dots dz_n \quad (C.10)$$

,

whereas Φ_p stands for the multivariate normal distribution with correlation matrix p and Φ^{-1} symbolizes the inverse of univariate normal distribution.

The t copula is given by

,

$$C(r_1, \dots, r_n) = t_{p,v}(t_v^{-1}(r_1), \dots, t_v^{-1}(r_n)) = \int_{-\infty}^{t_v^{-1}(r_1)} \dots \int_{-\infty}^{t_v^{-1}(r_n)} \frac{\Gamma(\frac{v+n}{2})}{\Gamma(\frac{v}{2})(v\pi)^{n/2} |p|^{1/2}} (1 + \frac{1}{v} z^T p^{-1} z)^{-\frac{v+n}{2}} dz_1 \dots dz_n \quad (C.11)$$

where $t_{p,v}$ stands for the multivariate t distribution with correlation matrix p and v degrees of freedom, t_v^{-1} stands for the inverse of the univariate t distribution.

Due to the fact that estimating parameters for higher order copulas might be computationally cumbersome, all parameters are estimated in a two step maximum likelihood method given by Joe [20].

In the first step the parameters $\hat{\theta}_1$ related to the univariate margins are estimated by

$$\hat{\theta}_1 = \text{ArgMax}_{\theta_1} \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^n \ln(f_j(r_{jt}; \theta_1)) \quad (\text{C.12})$$

Based on $\hat{\theta}_1$ the copula parameters are estimated in the second step using

$$\hat{\theta}_2 = \text{ArgMax}_{\theta_2} \sum_{t=1}^T \ln(c(F_1(r_{1t}), \dots, F_n(r_{nt}); \theta_2, \hat{\theta}_1)) \quad (\text{C.13})$$

Time-varying DCC-copula

Due to the fact that the classical copula approach does not account for time varying dependency, we combine the conditional correlation parameters modeled by DCC with the copula model. For elliptical copulas, this operation is straightforward and leads to the conditional DCC-Copula setup [Patton (2006)]. The DCC-Gauss copula is given by

$$C_{DCC}^G(r_1, \dots, r_n) = \Phi_{p_t}(\Phi^{-1}(r_1), \dots, \Phi^{-1}(r_n)) \quad (\text{C.14})$$

and the DCC-t copula by

$$C_{DCC}^t(r_1, \dots, r_n) = t_{p_t, v}(t_v^{-1}(r_1), \dots, t_v^{-1}(r_n)) \quad (\text{C.15})$$

The estimation of the DCC-Copula is tractable by treating θ_2 as an observable function of α, β at $t-1$. The copula likelihood function can then be maximized over α and β that drive the dependence parameter [Manner and Reznikova, 2012], i.e.

$$\hat{\theta}_2 = \text{ArgMax}_{\theta_2(\alpha, \beta)} \sum_{t=1}^T \ln(c(F_1(r_{1t}), \dots, F_n(r_{nt}); \theta_2(\alpha, \beta), \hat{\theta}_1)) \quad (\text{C.16})$$

Marginal distributions

The DCC approach generally relies on elliptical marginal return distributions. Hence, we assume both normally and t distributed returns in the subsequent empirical analysis. However, the copula approach allows for more flexible return models.

Value-at-risk and backtesting

Value-at-risk

VaR is defined as the quantile at level α of the distribution of portfolio returns (denoted by r):

$$VaR_{\alpha} = F^{-1}(\alpha) = P(r \leq VaR_{\alpha}) \quad (C.20)$$

CVaR is determined by taking the weighted average of “extreme” losses in the tail of the distribution of possible income beyond the threshold value of risk (VaR).

$$CVaR_{\alpha} = E[X | x > F^{-1}(\alpha)] \quad (C.21)$$

Statistical tests

Consider tests of Kupiec[] for unconditional coverage (UC), independence (IND) and conditional coverage (CC). UC checks if the expected failure rate α of a VaR model is statistically different from its realized failure rate α :

$$LR_{UC} = -2 \ln[(1 - \alpha)^{T-N} \alpha^N] + 2 \ln[(1 - \frac{N}{T})^T - N(\frac{N}{T})^N] \quad (C.22)$$

Due to the fact that the UC method exclusively tests the equality between empirical VaR violations and the chosen confidence level, also Christoffersen[13] developed a likelihood ratio statistic to test whether the VaR misspecifications are correlated in time. The LR-Statistic ratio for testing time dependence versus time independence (H0) is defined as

$$LR_{IND} = -2 \ln[(1 - p)^{T_{00}+T_{01}} p^{T_{01}+T_{11}}] + 2 \ln[(1 - p_0)^{T_{00}} p_0^{T_{01}} (1 - p_1)^{T_{10}} p_1^{T_{11}}] \quad (C.23)$$

Thus, this approach rejects a model that either creates too many or too few clustered VaR violations.

The CC test combines both test statistics UC and IND

$$LR_{CC} = LR_{UC} + LR_{IND} \quad (C.24)$$

Algorithm for calculating point estimates of risk metrics using copulas.

Algorithm 1

Input data: yield log r , T - sample size, parameters of marginal distributions, set “window” h (the interval on which the model will be built)

for $i \in \overline{h+1, T}$ do

$$r_{new} = r_{\overline{k, k+h}}$$

Calculate DCC

Generate pseudo-observations in accordance with the selected copula.

Estimate risk metrics

End for

Return: VaR and CVaR

Algorithm 1 describes the method used to calculate the risk metrics of VaR and CVaR. First, we calculate the DCC, which is a parameter for constructing copulas. After that, with the help of copulas, a distribution is built, along which the pseudo-observations are generated (Monte-Carlo method). Then we estimate VaR and CVaR by formulas (C.20) and (C.21). Repeat the procedure.

Numerical study of copular models

Initial data

This work uses a portfolio of the following assets: futures for shares (1) GazProm (GAZP), (2) Lukoil (LKOH) and (3) Sberbank (SBPR) and (4) RTS index (RTS). The daily closing prices of the above contracts from May 15, 2017 to May 10, 2019 (505 observations) are used as the initial data.

First of all, the obtained asset quotes were converted to logarithmic returns using equation (C.1). Fig. 1 shows the histograms of the obtained time series, and table 1 shows their main characteristics: average daily yield and standard deviation.

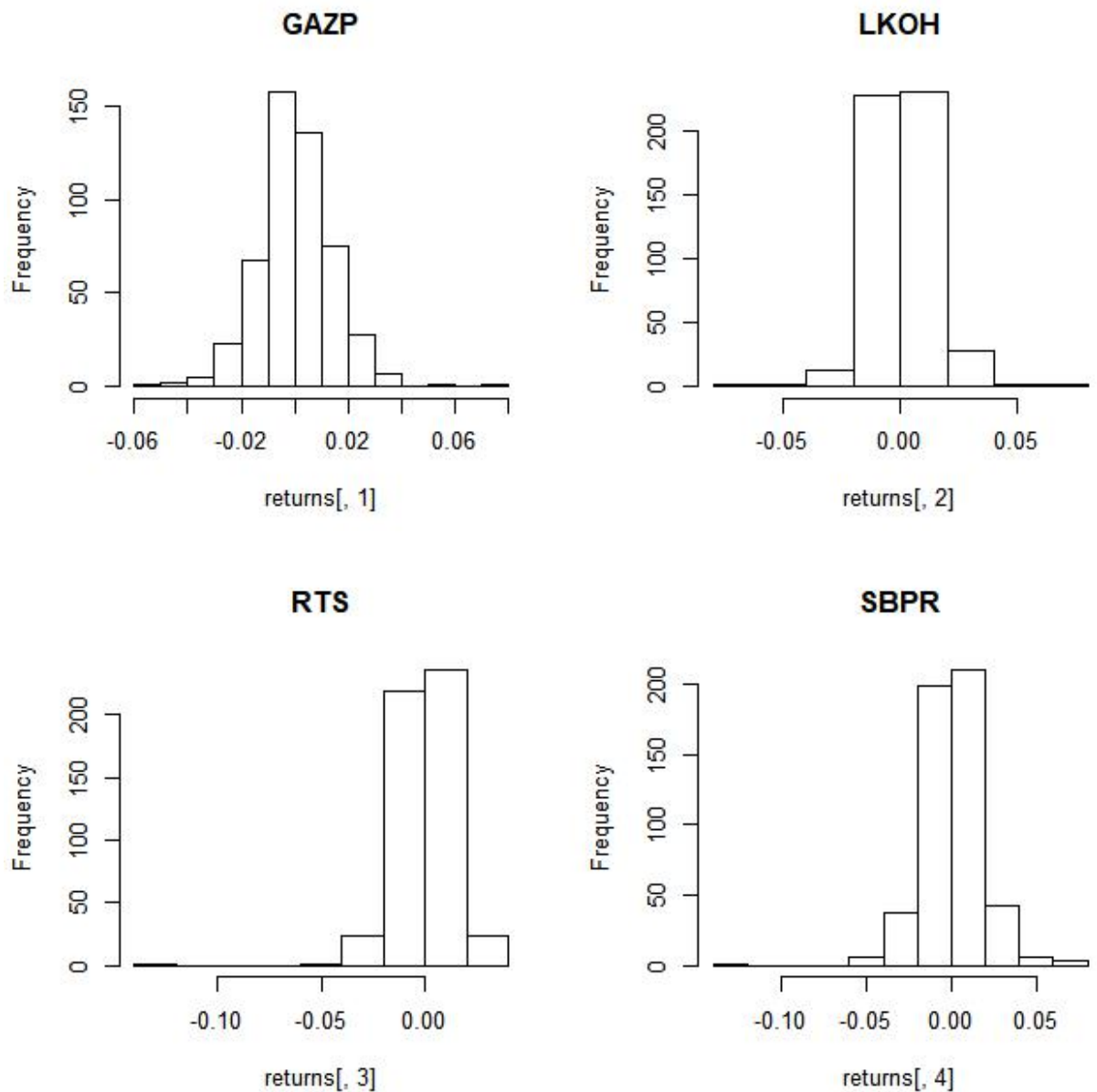


Fig.1 Histograms of the obtained time series

Shares	Moments		ρ Spearman			
	μ	σ	GAZP	LKOH	RTS	SBPR
GAZP	0.0004	0.0002	1	0.51	0.62	0.45
LKOH	0.0012	0.0002	0.51	1	0.56	0.41
RTS	0.0001	0.0002	0.62	0.56	1	0.72
SBPR	0.0008	0.0003	0.45	0.41	0.72	1

Parameter evaluation

Fig. 2 shows the graphical results of estimating the parameters of distributions. t-distributions are used as marginals. The Q-Q plots show that the t-distribution describes the marginal distribution quite accurately.

Results of estimation of risk

Fig. 3-6 show the estimated VaR and CVaR metrics. The graphs show the effect of DCC on the risk assessment. i.e., the estimate is more sensitive to price changes. With a confidence level of 90%, the model is less effective than the historical method, but with an increase in the level of trust, the model becomes more adequate.

Number of fails lies within the expected loss.

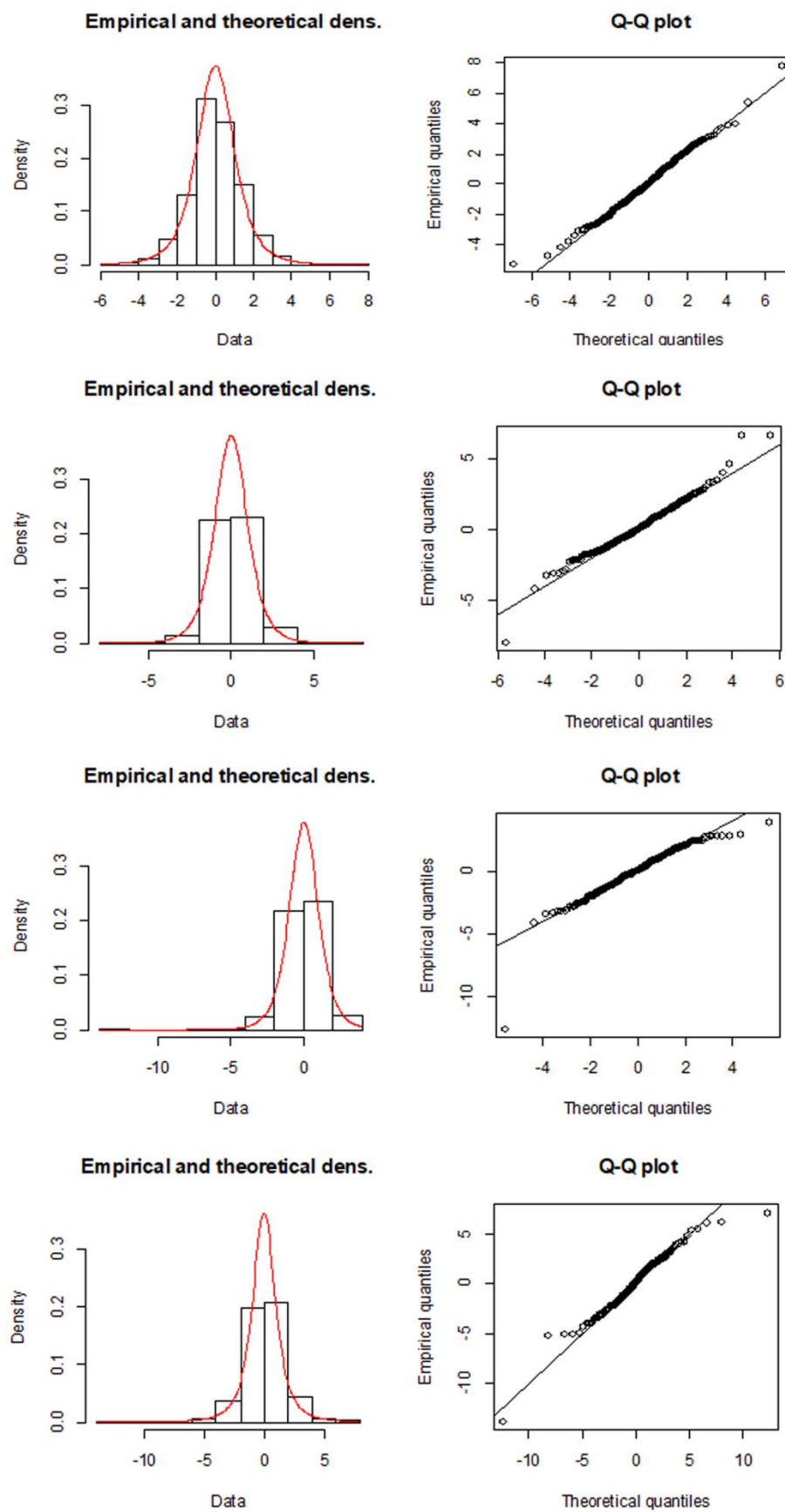


Fig.2 Estimation marginal

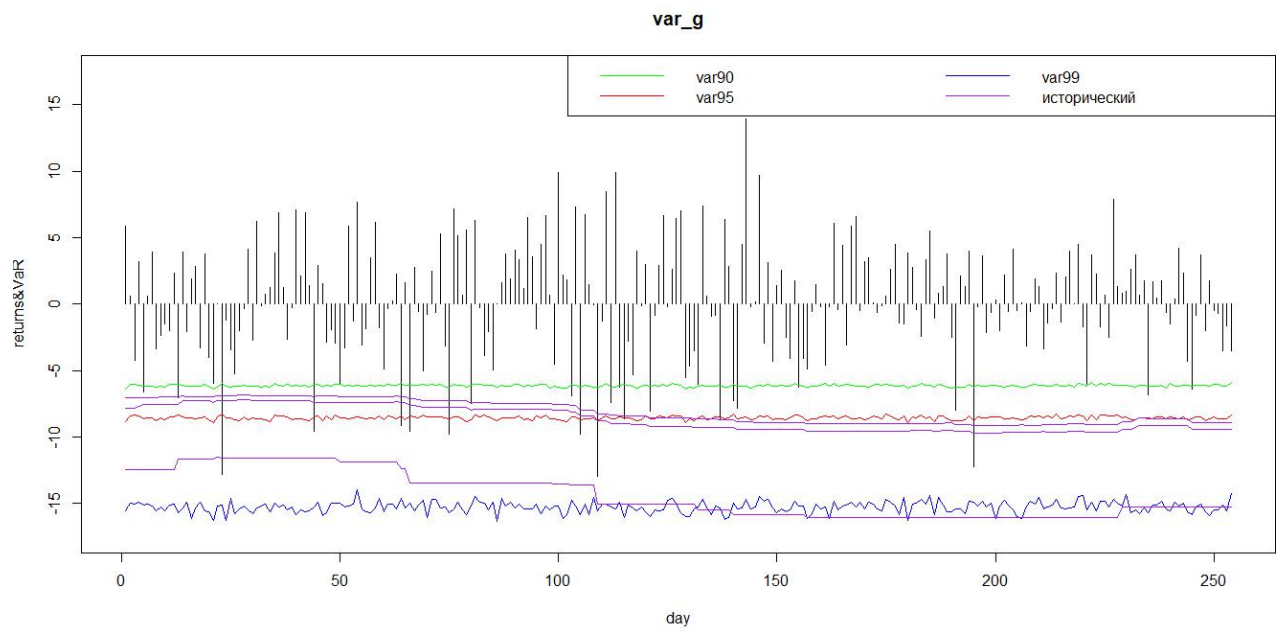


Fig.3 - Gauss copula VaR.

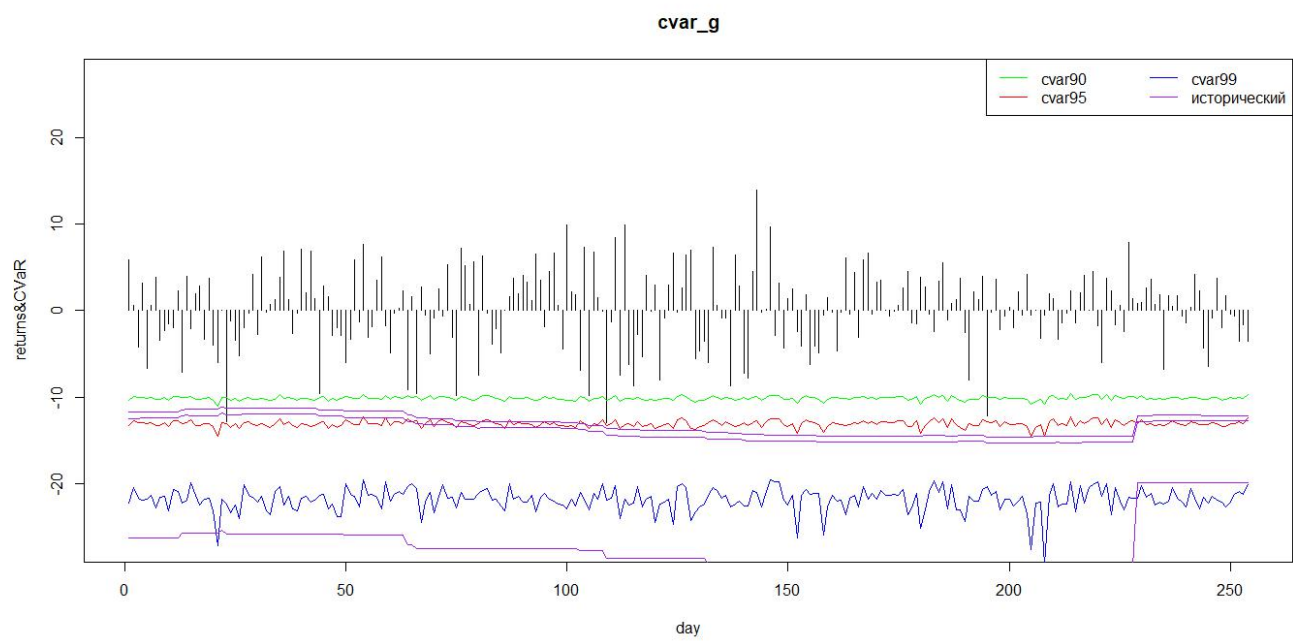


Fig.4 - Gauss copula CVaR.

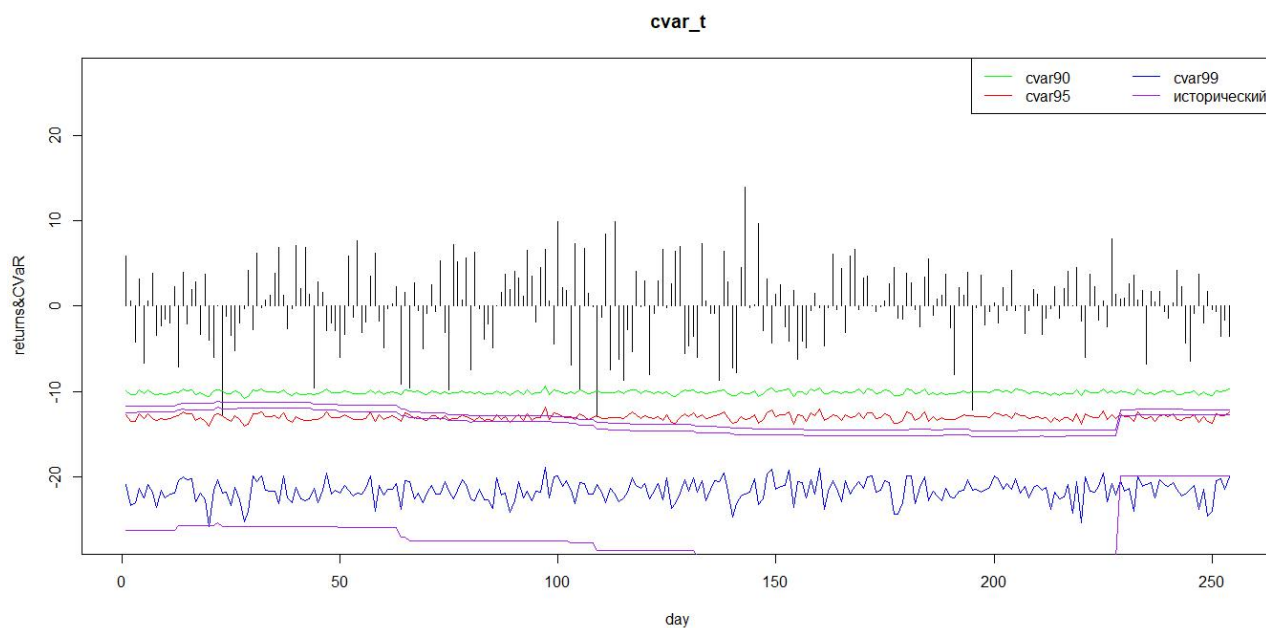


Fig.5 - t-copula CVaR.

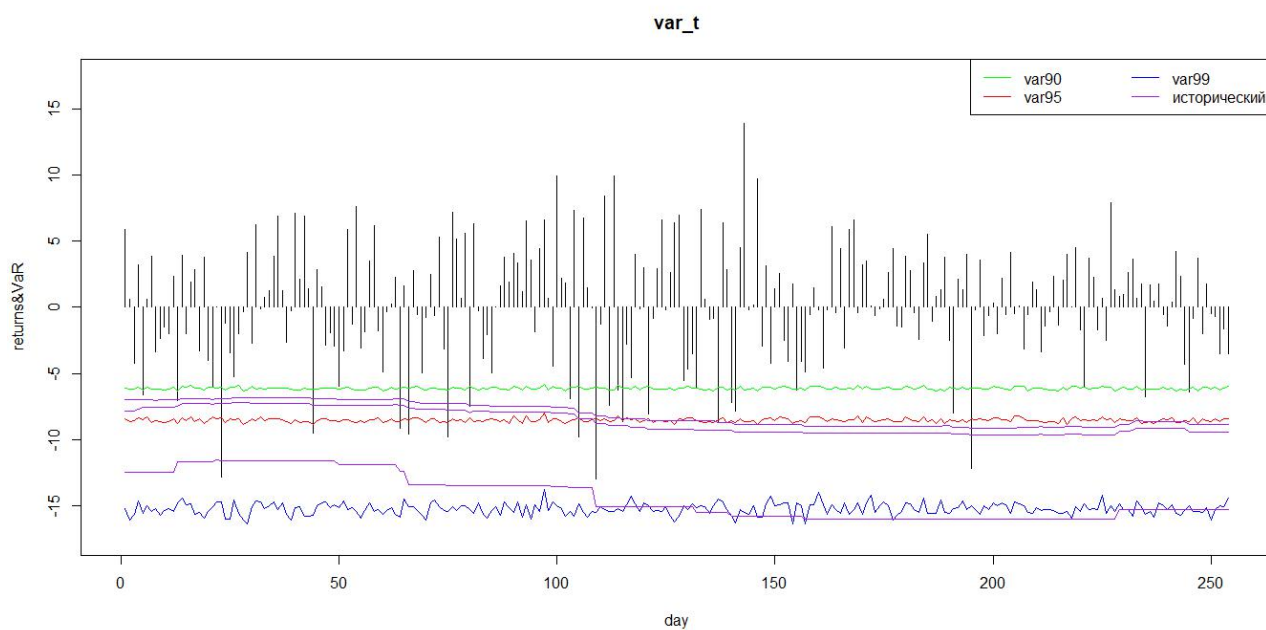


Fig.6 - t-copula VaR.

Table1 number of fails

α	Gauss copula		t-copula		Historical	
	VaR	CVaR	VaR	CVaR	VaR	CVaR
90	23	3	24	3	12	1
95	0	0	.0	0	8	1
99	0	0	.0	0	0	0