

Школа Инженерная школа ядерных технологий
 Направление подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»
 Отделение школы (НОЦ) Отделение экспериментальной физики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Прогнозирование котировок сырьевых товаров методами анализа временных рядов в среде Python

УДК 519.246:336.763.2:004.451

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В61	Абдурахманов Шохрух Алижонович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭФ ИЯТШ	Шинкеев Михаил Леонидович	Кандидат ф-м. наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Киселева Елена Станиславовна	Кандидат экономических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Мезенцева Ирина Леонидовна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»	Крицкий Олег Леонидович	Кандидат ф-м. наук		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

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

ОК-5	Владеть одним из иностранных языков на уровне бытового общения, а также переводить профессиональные тексты с иностранного языка
ОК-6	К кооперации с коллегами, работе в коллективе
ОК-7	Находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готов нести за них ответственность
ОК-8	Использовать нормативно-правовые документы в своей деятельности
ОК-9	Стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства
ОК-10	Осознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности
ОК-11	Использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач
ОК-12	Анализировать социально значимые проблемы и процессы
ОК-13	Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОК-14	Понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, осознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
ОК-15	Оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы
ОК-16	Создавать и редактировать тексты профессионального назначения
ОК-17	Использовать для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии
ОК-18	Владеть средствами самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья, быть способным к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности

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

Школа Инженерная школа ядерных технологий
 Направление подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»
 Отделение школы (НОЦ) Отделение экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
0в61	Абдурахманов Шохрух Алижонович

Тема работы:

Прогнозирование котировок сырьевых товаров методами анализа временных рядов в среде Python	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Котировки нефти марки Brent на период 1987г. – 2020 г. в долларах США за баррель. Котировки ПЭТФ в Китае на период 2004 г. – 2019 г. в долларах США за тонну.</p>
---	---

<p>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></p>	<p>1. Обзор литературы по методам анализа и прогнозирования временных рядов. Выбор нескольких методов. 2. Подготовка и интерпретация данных по котировкам. 3. Разработка математических моделей для прогнозирования котировок. 4. Сравнение полученных результатов на основе метрики MAPE.</p>
--	---

<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Киселева Елена Станиславовна
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭФ ИЯТШ	Шинкеев Михаил Леонидович	Кандидат ф-м. наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0в61	Абдурахманов Шохрух Алижонович		

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

Студенту:

Группа	ФИО
0В61	Абдурахманову Шохруху Алижоновичу

Школа	ИЯТШ	Отделение школы (НОЦ)	ОЭФ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	01.03.02 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	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	30% премии; 20% надбавки; 16% накладные расходы; 30% районный коэффициент.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды – 30,2 %.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. Альтернативы проведения НИ 4. График проведения и бюджет НИ 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Киселева Е.С.	к.э.н.		27.04.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В61	Абдурахманов Шохрух Алижонович		27.04.2020

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
0B61	Абдурахманову Шохруху Алижоновичу

Школа	ИЯТШ	Отделение (НОЦ)	ОЭФ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Тема ВКР:

Прогнозирование котировок сырьевых товаров методами анализа временных рядов в среде Python	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>В работе проводится исследование различных методов анализа и прогнозирования временных рядов данных как широко распространенными техниками ARIMA, так и с применением глубоких нейронных сетей, типа LSTM, Prophet.</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<i>Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018); ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ; ГОСТ 21889-76; ГОСТ 22269-76; ГОСТ Р 50923-96; СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; Федеральный закон от 22.08.1996 №125-ФЗ</i>
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<i>– отклонение показателей микроклимата, превышение уровня шума, недостаточная освещенность рабочей зоны, наличие магнитных и радиационных излучений, повышенное значение напряжения в электрической цепи;</i>
3. Экологическая безопасность:	<i>– анализ воздействия при работе на ПЭВМ на атмосферу, гидросферу, литосферу; – наличие отходов (бумага, картриджи, компьютеры и т. д.); – методы утилизации отходов.</i>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<i>– возможные ЧС – природные и техногенные, к которым можно отнести как сильный мороз, так и возможная диверсия;</i>

	<i>– типичная ЧС– пожар на рабочем месте.</i>
--	---

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Мезенцева И. Л.			27.04.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0B61	Абдурахманов Ш. А.		27.04.2020

Реферат

Выпускная квалификационная работа выполнена на ** страницах, содержит ** таблиц, * рисунка, ** источников, * приложений.

Ключевые слова: python, временные ряды, LSTM, ARIMA.

Объект исследования: данные по котировкам нефти марки Brent на период 1987 г. – 2020 г. в долларах США за баррель, данные по котировкам ПЭТФ в Китае на период 2004 г. – 2019 г. в долларах США за тонну.

Цель работы: исследование некоторых существующих методов анализа и прогнозирования временных рядов с помощью языка программирования Python.

Методы проведения работы: теоретические (изучение литературы, обзор методов и моделей анализа) и практические (применение методов для построения модели).

Определения, обозначения, сокращения и нормативные ссылки

В данной работе приведены следующие термины с соответствующими определениями:

ПЭТФ – полиэтилентерефталат, сырьевой товар, который реализуется преимущественно в мелких гранулах, которые впоследствии используют при изготовлении различных полимерных изделий, в том числе общего пользования.

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

В настоящей работе использованы следующие обозначения:

Оглавление

Введение.....	13
Обзор литературы.....	16
1.Теоретическая часть.....	17
1.1 Модель ARIMA(p, d, q).....	17
1.1.1 Моделирование стационарного ряда	17
1.1.2 Модель нестационарного ряда.....	19
1.2 Прогнозирование с применением глубокой нейронной сети LSTM.....	21
1.2.1 Рекуррентные нейронные сети	21
1.2.2 Сеть LSTM	24
1.3 Прогнозирование с помощью пакета Prophet.....	26
1.3.1 Описание проблематики.....	26
1.3.2 Трендовая составляющая	27
1.3.3 Сезонность	29
1.3.4 Праздничные дни	30
2.Практическая часть	31
2.1 Постановка задачи.....	31
2.2 Прогнозирование котировок с помощью модели ARIMA.....	33
2.3 Прогнозирование котировок с помощью фреймворка Prophet	37
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	39
3.1 Организация и планирование работы	39
3.1.1 Продолжительность этапов работ	40
3.1.2 Разработка графика проведения научного исследования	43
3.2 SWOT-анализ.....	46
3.2.1 Анализ конкурентных решений.....	48
3.2.2 Потенциальные потребители результатов исследований	50
3.3 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	50
3.3.1 Расчет материальных затрат	51
3.3.2 Расчет заработной платы для исполнителей	52
3.3.3 Расчет затрат на социальный налог.....	53
3.3.4 Расчет затрат на электроэнергию	53
3.3.5 Расчет амортизационных расходов	54

3.3.6 Расчет прочих расходов.....	55
3.3.7 Расчет общей себестоимости разработки	55
3.3.8 Расчет прибыли	56
3.3.9 Расчет НДС	56
3.3.10 Цена разработки НИР	56
3.4 Оценка научно-технического эффекта.....	56
Вывод по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».....	59
4. Социальная ответственность	61
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	62
4.2 Профессиональная социальная безопасность.	64
4.2.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.	64
4.2.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований	66
4.2.3 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.....	73
4.3 Экологическая безопасность.....	74
4.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	74
4.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду ...	74
4.3.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды	75
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	76
4.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований	76
4.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.....	76
4.4.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	76
Выводы по разделу.....	77
Заключение	78
Список литературы	79

Введение

Крупные нефтехимические компании ограничиваются не только лишь производственными процессами, но также имеют различные другие функции. Среди них HR, маркетинг, исследовательский отдел. Одну из главных ролей играет функция управления цепями поставок, которая отвечает за планирование и управление различными потоками информации о сырье, материалах, продуктах, услугах и т.д.

Крупные нефтехимические компании производят и продают большое количество продуктов на различных рынках. В ходе производственного процесса, для того чтобы эффективно осуществлять распределение материальных потоков, в рамках управления цепями поставок, возникает необходимость прогнозировать цены на данные продукты на основных сырьевых рынках сбыта. Эти данные, чаще всего, строятся ежемесячно, с учетом все поступающей информации. Это связано с тем, что важно понимать, с каким товаром следует обратиться на тот или иной рынок, также для доставки этого товара необходимо заказывать определенное количество вагонов, понимать какое время будет занимать сам процесс доставки. А самое главное, это поможет узнать, какой будет спрос и цена в соответствующих регионах.

В дальнейшем, на основе полученных значений спрогнозированных котировок тех или иных продуктов, наиболее приемлемым для компании будет ориентирование в сторону премиальных рынков сбыта, на которых, в рассматриваемый момент времени, этот продукт можно будет реализовать по наибольшей цене, с максимальной прибылью [1].

В современных производственных компаниях за задачи прогнозирования отвечает отдел продвинутой аналитики. Работой по анализу ситуации на рынке, сбором и интерпретацией информации по ценам, существующим предложениям конкурентов занимается продуктовый

маркетолог. Его главная задача, это выстраивание стратегии реализации продукции компании с наибольшей для нее выгодой, и в этом существенную помощь ему оказывают инструменты прогнозирования котировок.

Как правило, продуктовый маркетолог не является специалистом, понимающим те или иные математические модели на глубоком уровне. Здесь в работу вступает IT-подразделение, которое отвечает за создание полноценного решения, позволяющего даже человеку, имеющему поверхностные знания в статистике и эконометрике, собрать и проанализировать данные по котировкам и далее сделать по ним прогноз. Команда разработчиков включает большое количество специалистов, отвечающих за интерфейс и внутреннюю составляющую готовых решений. Среди них имеются аналитики данных, которые, как раз, отвечают за построение предиктивных математических моделей, их апробацию, проверку и вывод в решения для продуктовых маркетологов [2].

В данной работе рассматриваются классические методы анализа и прогнозирования временных рядов, которыми пользуются аналитики данных. С помощью этих методов строится прогноз котировок нефти марки Brent, полиэтилентерефталата (ПЭТФ) в Китае, материала, применяющегося для изготовления различных пластиковых изделий, на период с 01.01.2016 по 01.07.2019, и проводится оценка качества этих прогнозов по метрике MAPE (Средняя абсолютная ошибка в процентах).

Данные по котировкам нефти взяты с платформы Kaggle, где они размещены путем выгрузки с официального сайт независимого агентства в составе федеральной статистической системы США. Данные по котировкам ПЭТФ взяты с официальной страницы соревнования по анализу данных Sibur Challenge 2019, проводимого крупнейшей нефтехимической компанией России «Сибур» в период с 21.10.2019 по 24.11.2019.

Цель ВКР – исследование некоторых существующих методов анализа и прогнозирования временных рядов с помощью языка программирования python.

Поставленная цель будет решена в рамках следующих задач:

1. Обзор литературы по методам анализа и прогнозирования временных рядов. Выбор нескольких методов.
2. Подготовка и интерпретация данных по котировкам.
3. Разработка математических моделей для прогнозирования котировок.
4. Сравнение полученных результатов на основе метрики MAPE.

Обзор литературы

Прогнозирование котировок нефти, или котировок других сырьевых товаров имеет высокую значимость для большого количества крупных нефтяных/нефтехимических компаний, а также, прогнозирование на долгий срок является важной задачей для многих экономических зон, стран импортеров и экспортеров. Таким образом, этой теме посвящено достаточно большое количество научных работ и исследований [1].

Для прогнозирования котировок в этой области широко применяются линейные и нелинейные модели, к примеру, такие как ARIMA [4]-[5].

Некоторые работы посвящены применению рекуррентных нейронных сетей на основе LSTM (long short-term memory), и, как показано в следующих работах [6]-[8], такие сети оказались одним из самых мощных инструментов анализа временных рядов.

Одной из разработок компании Facebook является библиотека Prophet, созданная для бизнес сектора, и позволяющая строить высокоточные прогнозы по различным данным, представленным в виде временных рядов, с низкой величиной затрат как и ресурсов, так и времени [9]-[11].

1. Теоретическая часть

1.1 Модель ARIMA(p, d, q)

1.1.1 Моделирование стационарного ряда

Теоретически модели ARIMA представляют собой наиболее общий класс моделей для прогнозирования временных рядов, которые можно сделать стационарными путем разности (если необходимо) значений ряда с запаздывающими значениями того же ряда, и некоторыми нелинейными преобразованиями.

Введем понятие временного ряда, рассмотрим (1):

$$x_t = \tau_t + v_t + \varepsilon_t, (1)$$

где τ_t – трендовая составляющая или медленное изменение временного ряда в некотором направлении, которое сохраняется в течение длительного промежутка времени, v_t – сезонная составляющая или изменения, которые происходят регулярно на ежегодной, ежемесячной, еженедельно и т.п. основе, например, выходные дни каждой недели, $\varepsilon_t \sim N(0, 1)$.

Для начала следует уделить внимание моделированию стационарных временных рядов. Для прогнозирования таких рядов применяется другая, широко распространенная модель ARMA(p, q).

Введем понятие стационарности. Временной ряд x_t называется слабо стационарным, если математическое ожидание и дисперсия не зависят от сдвига временного аргумента:

$$\mu = E(x_t) = E(x_{t+p}), \sigma^2 = D(x_t) = D(x_{t+p}), \forall p = 1, 2, \dots$$

То есть: среднее значение (ожидаемое) не зависит от времени, автоковариация зависит только от временных интервалов, а не от самого времени [12].

Составляющими модели ARMA являются следующие части: авторегрессионная модель и модель со скользящим средним.

Авторегрессионная модель (AR) (2) порядка p представляется в следующем виде:

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t, \quad (2)$$

где Y_t – значения ряда в момент времени t ; Y_{t-1}, \dots, Y_{t-p} – значения временного ряда в момента $t-1, t-p$ соответственно; $\phi_0, \phi_1, \dots, \phi_p$ – оцениваемые коэффициенты, ε_t – гауссовский шум.

Коэффициент ϕ_0 задает постоянное значение ряда и связан с математическим ожиданием следующим соотношением (3):

$$\phi_0 = \mu(1 - \phi_1 - \phi_2 - \dots - \phi_p), \quad (3).$$

Модель со скользящим средним (MA) порядка q задается уравнением (4)

$$Y_t = \varepsilon_t - \omega_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \omega_p \varepsilon_{t-p}, \quad (4)$$

где Y_t – значения ряда в момент времени t ; ε_{t-i} – значения остатков i временных периодов назад (независимые переменные); $\omega_1, \dots, \omega_q$ – оцениваемые коэффициенты. Таким образом, MA всегда является стационарным процессом.

В модели MA, скользящего среднего, прогноз Y_t строится на основе линейной комбинации q остатков ряда, в модели AR напротив, значения Y_t строятся при помощи линейной функции аппроксимации ограниченного числа p наблюдений, предшествующих Y_t . В данной случае введение понятия скользящего среднего описывает то, что величина $Y_t - \mu$ является линейной комбинацией текущих и прошлых значений вектора случайных возмущений.

Объединяя эти две части, мы получаем модель с авторегрессией и скользящим средним. Такая модель имеет следующий вид (5):

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \omega_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \omega_p \varepsilon_{t-p}, \quad (5)$$

она, при построении прогноза, учитывает зависимость прогноза как от текущего и прошлого значений переменной, так и от текущих и прошлых значений «шума» [13].

Таким образом, с помощью данной методики можно прогнозировать значения стационарных временных рядов. Но изменение значений котировок нельзя назвать стационарным процессом, так как свою роль играет большое число различных факторов.

1.1.2 Модель нестационарного ряда

Бокс и Дженкинс выделили в отдельный класс тип таких нестационарных рядов, которые взятием некоторого числа последовательных разностей можно свести к стационарному виду, для модели *ARMA*. Если после взятия числа d последовательных разностей ряд становится стационарным, то для прогнозирования его будущих значений можно использовать модель *ARIMA* (p, d, q), где I – интегрированный [13].

Формула, по которой происходит расчет такой разности следующая (6):

$$\Delta^d X_t = c + \sum_{i=1}^p a_i \Delta^d X_{t-i} + \sum_{j=1}^q b_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t, \quad (6)$$

где ε_t – стационарный временной ряд (гауссовский шум); c, a_i, b_j – параметры модели. Δ^d – оператор разности временного ряда порядка d (последовательное взятие числа d разностей первого порядка, сначала от временного ряда, затем от полученных разностей первого порядка, затем от второго порядка и т.д. [14].

Применение модели на данных имеет следующий порядок операций:

- идентификация модели, выбор наиболее подходящей;
- оценивание модели, получение оценок параметров модели

- проверка адекватности модели различными тестами, к примеру, на нормальность (тест Жарка-Бера);
- использование модели для прогнозирования.

1.2 Прогнозирование с применением глубокой нейронной сети LSTM

1.2.1 Рекуррентные нейронные сети

Рекуррентные нейронные сети (РНС), из которых LSTM являются наиболее мощным и известным подмножеством, представляют собой тип искусственной нейронной сети, предназначенной для распознавания паттернов в последовательностях данных, таких как числовые временные ряды, но также, эти сети применяются и при анализе текстов, изображений, последовательностей геномов и многого других [15].

Чтобы понять принцип рекуррентных (повторяющихся) сетей, сначала необходимо понять основы сетей прямой связи. Обе эти сети названы так из-за того, как они передают информацию через ряд математических преобразований, выполняемых в узлах сети. Первая передает информацию напрямую (никогда не проходя через заданный узел дважды), вторая циклически повторяет прохождение через эти узлы.

В случае сетей с прямой связью, при анализе изображений, входные примеры подаются в сеть и преобразуются в выходные данные (рисунок 1), и при контролируемом обучении выводом будет класс или название предмета на изображении. То есть, сети сопоставляют необработанные категории с известными категориями, распознавая шаблоны, которые могут сигнализировать о некоторых классах входных типов данных, при этом, они не помнят о данных, которые были поданы на них ранее. Таким образом, сети с прямой связью не имеют представления о порядке данных во времени.

Рекуррентные нейронные сети принимают в качестве входных данных не только текущий пример, но и то, что они обрабатывали ранее во времени. Решение, которое текущая сеть достигла на временном шаге $t-1$, влияет на решение, которое она примет на один момент позже, на временном шаге t . Таким образом, у повторяющихся сетей есть два источника информации: настоящее и недавнее прошлое, которые в совокупности определяют, как они

реагируют на новые данные, что похоже на то, как на новые данные реагируют люди.

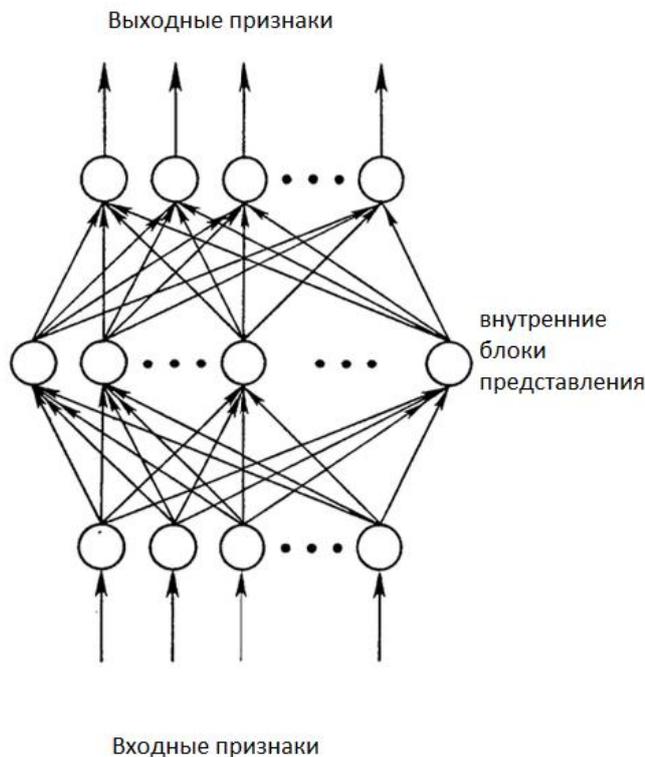


Рис. 1 Сети с прямой связью

Рекуррентные сети отличаются от сетей с прямой связью тем, что петля обратной связи учитывает прошлые решения. Говорят, что у повторяющихся сетей есть память. Добавление памяти в сети имеет цель: в самой последовательности есть информация, и повторяющиеся сети используют ее для выполнения задач, которые сети с прямой связью не могут. Эта последовательная информация сохраняется в скрытом состоянии сети, которой удастся охватить много временных шагов, поскольку она распространяется каскадом вперед, влияя на обработку каждого нового примера. Она находит корреляции между событиями, разделенными во времени, и эти корреляции называются долговременными зависимостями.

Как происходит процесс переноса памяти математически (1):

$$h_t = \phi(Wx_t + Uh_{t-1}), \quad (1)$$

Скрытое состояние в момент времени t , h_t , это функция ввода на одном и том же временном шаге x_t , измененная с помощью матрицы весов W , которая используется во внутренних блоках представления сетей с прямой связью, добавленная к скрытому состоянию предыдущего временного шага h_{t-1} умноженного на его собственное скрытое состояние, иначе матрицу переходов, U . Весовые матрицы – это фильтры, которые определяют, насколько важно соответствие текущему вводу и прошлому состоянию. Ошибка, которую они генерируют, будет корректироваться через обратное распространение ошибки, пока не станет ниже заданного уровня.

Сумма взвешенного ввода и скрытого состояния определяется функцией ϕ – либо логистической функцией, либо функцией гиперболического тангенса.

Поскольку этот цикл обратной связи происходит на каждом временном шаге в ряду, каждое скрытое состояние содержит следы не только предыдущего скрытого состояния, но и всех тех, которые предшествовали h_{t-1} до тех пор, пока хватает памяти [16].

Важным является вышеупомянутое понятие обратного распространения ошибки при коррекции весов w . На каждой итерации происходит два прохода сети, прямой и обратный и исследуется влияние весов скрытых слоев на вычисление выходной ошибки (2):

$$E = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^k (y - y')^2, \quad (2)$$

где k – количество нейронов на выходе, y – целевое значение, y' – фактическое значение. Далее рассматриваются частные производные $\frac{\partial E}{\partial w}$ этих функций по весам, и тем самым, вычисляется вклад каждого веса в ошибку, и методом градиентного спуска веса корректируются вверх или вниз, в зависимости от направления уменьшения ошибки.

Сами нейронные сети представляют собой просто вложенные составные функции, например, $f(g(h(x)))$. Добавление элемента времени только расширяет ряд функций.

1.2.2 Сеть LSTM

В середине 90-ых годов немецкие исследователи Зепп Хохрайтер и Юрген Шмидхубер [16] предложили вариант рекуррентной нейронной сети с так называемыми модулями кратковременной памяти, или LSTM. LSTM помогает сохранить ошибку, которая может распространяться через время и слои, практически постоянной, что позволяет проводить обучение в течении многих временных шагов (более 1000). LSTM содержит информацию в ячейке, содержащей выделенную временную шкалу. Информация может храниться в ней, записываться или считываться из нее. Ячейка принимает решение о том, что хранить и когда разрешать чтение, запись и удаление через открывающиеся и закрывающиеся входы. Входы, с помощью определенных скрытых функций, действуют на получаемые сигналы и блокируют или передают информацию в соответствии с установленными весами. Эти веса корректируются в ходе обучения путем обратного распространения ошибки. Таким образом, ячейки сами узнают, когда им хранить информацию, а когда передавать, изменять или удалять ее.

В итоге, можно заключить, что сети кратковременной долгосрочной памяти LSTM могут выявлять повторяющиеся признаки в таких данных, как ритм музыки, тексты с повторениями, и соответственно, сезонности, тренды и т.д. во временных рядах различных котировок [17].

При настройке гиперпараметров сети следует уделить особое внимание следующим моментам:

- необходимо следить за переобучением, когда сеть «запоминает» тренировочные данные. Это может дать отличные результаты на учебной выборке, и плохие на тестовой;

- необходимо иметь отдельный тестовый набор данных, которые модель будет видеть только во время проверки построенного прогноза;
- больше данных почти всегда лучше;
- обучение должно проводиться в несколько эпох (полный проход данных по сети);

1.3 Прогнозирование с помощью пакета Prophet

1.3.1 Описание проблематики

Prophet – это open-source решение от компании Facebook, созданное для того, чтобы специалисты по анализу данных могли быстро и с небольшими затратами строить высококачественные предиктивные модели на долгий срок прогноза.

Широко распространенные методы прогноза временных рядов, такие как ARIMA, GARCH, рекуррентные нейронные сети и т.д., позволяют строить хорошие прогнозы при тщательной настройке необходимых параметров модели. Как правило, это требует высокой математической подготовки для аналитиков данных, что довольно редкое явление, потому что эта область достаточно сложна в освоении и требует усиленной работы и многолетнего опыта. В большинстве же случаев, аналитиками являются люди, которые хорошо понимают бизнес процессы, протекающие в компании, имеют экспертные знания, которые позволяют понимать временные ряды во всех их тонкостях. Именно такие специалисты сталкиваются с трудностями при построении различных предиктивных моделей. Prophet позволяет, при помощи легко интерпретируемых параметров, строить прогнозы высокого качества, и при этом, не требует глубоких знаний в области статистики и анализа временных рядов [18].

Модель представляет собой разложенный на составляющие временной ряд: тренд, сезонность и праздничные дни. Они объединены в следующей формуле (1):

$$y(t) = g(t) + s(t) + h(t) + \varepsilon_t, (1)$$

где $g(t)$ представляет собой трендовую составляющую, отвечающую за неперiodические изменения во временном ряде; $s(t)$ – сезонная составляющая (недельные, месячные и годовые изменения); $h(t)$ отражает влияние праздничных дней, которые вносят нерегулярные изменения в

данные; ошибка ε_t это любые специфические изменения, которые не охватываются моделью, имеет нормально распределение.

Эта модель аналогична обобщенной аддитивной модели GAM (generalized additive model), классу регрессионных моделей, с нелинейными сглаживаниями, применяющимся в них к данным. В Prophet сглаживание происходит по времени. Моделирование сезонности имеет то же подход, что и в алгоритме экспоненциального сглаживания. Преимущество GAM подхода в том, что он проводит разложение временного ряда на составляющие достаточно просто, и добавляет новые компоненты при необходимости, например, когда идентифицируется новый источник сезонности. GAM также работает очень быстро, при использовании алгоритма L-BFGS (алгоритм Бroyдена – Флетчера – Гольдфарба – Шанно, итерационный метод оптимизации, предназначенный для нахождения локального максимума/минимума нелинейного функционала без ограничений), чтобы пользователь мог интерактивно изменять параметры модели [18].

1.3.2 Трендовая составляющая

Для формирования тренда с точками изменения используется кусочно-постоянная модель роста. Изменения в линии тренда вводятся путем точного определения точек изменения, в которых линия тренда может измениться. Допустим, что имеется S точек изменения в моменты времени $s_j, j = 1, \dots, S$. Определяется вектор корректировки скорости $\delta \in \mathbb{R}^S$, где δ_j это изменение в скорости, которое происходит в момент времени s_j . Тогда, скорость в любой момент времени t это начальная величина k и сумма всех корректировок до этой точки $t: k + \sum_{j:t>s_j} \delta_j$. Станет понятнее, если ввести вектор $a(t) \in \{0, 1\}^S$, который определяется как (2):

$$a_j(t) = \begin{cases} 1, & \text{if } t \geq s_j \\ 0, & \text{в другом случае} \end{cases} \quad (2)$$

Тогда скорость в момент времени t будет $k + a(t)^T \delta$. Когда скорость k скорректирована, корректируется параметр смещения m для добавления конечных точек сегментов.

Модель тренда выглядит следующим образом (3):

$$g(t) = (k + a(t)^T \delta)t + (m + a(t)^T \gamma). \quad (3)$$

где γ_j устанавливается как $s_j \delta_j$ для того, чтобы сделать функцию непрерывной.

В пакете аналитик может самостоятельно указать точки изменения s_j , используя известные даты тех или иных конкретных событий, или точки могут быть выбраны автоматически алгоритмом из списка кандидатов.

Когда модель экстраполирует значения прошлого для прогноза, тренд имеет постоянную скорость. В Prophet неопределенность оценивается путем расширения генеративной выборки вперед. Генеративная модель для тренда состоит в том, что имеется S точек изменения из T точек в исторических данных, каждая из которых имеет изменение скорости $\delta_j \sim Laplace(0, \tau)$. В пакете симулируют значения будущих изменений в скорости которые подражают прошлым значениям путем замены τ на полученную дисперсию из данных. Это можно сделать применяя теорему Байеса [19], установив априорно случайную величину в качестве τ , чтобы затем получить апостериорную вероятность. Или можно использовать оценку максимального правдоподобия для изменения скорости: $\lambda = \frac{1}{S} \sum_{j=1}^S |\delta_j|$. Будущие точки изменения выбраны случайным образом таким образом, чтобы средняя частота этих точек совпадала с историческими значениями частот временного ряда (4):

$$\forall j > T, \begin{cases} \delta_j = 0 \text{ w.p. } \frac{T-S}{T}, \\ \delta_j \sim Laplace(0, \lambda) \text{ w.p. } \frac{S}{T}. \end{cases} \quad (4)$$

Таким образом, измеряется неопределенность прогнозируемого тренда в предположении, что в будущем данные будут иметь ту же среднюю частоту точек изменения тренда и величину изменения скорости, что имели исторические значения [18].

1.3.3 Сезонность

Временные ряды котировок обычно имеют некоторую сезонность, месячную, годовую или недельную. Для прогнозирования этих сезонных составляющих вводятся специальные периодические относительно времени функции.

Разработчики пакета предлагают использовать ряды Фурье для периодических изменений. Пусть P – постоянное значение периода, которое, по нашему мнению, имеет временной ряд. Мы можем аппроксимировать произвольные сезонные изменения следующей функцией (5):

$$s(t) = \sum_{n=1}^N \left(a_n \cos\left(\frac{2\pi nt}{P}\right) + b_n \sin\left(\frac{2\pi nt}{P}\right) \right), \quad (5)$$

т.е., стандартным рядом Фурье.

Подбор сезонности требует оценки $2N$ параметров $\beta = [a_1, b_1, \dots, a_N, b_N]^T$. Это достигается путем построения матрицы векторов сезонности для каждого значения t на исторических и прогнозных данных. К примеру, годовая сезонность и $N = 10$,

$$X(t) = \left[\cos\left(\frac{2\pi(1)t}{365.25}\right), \dots, \sin\left(\frac{2\pi(10)t}{365.25}\right) \right]. \quad (6)$$

Тогда сезонная компонента

$$s(t) = X(t)\beta$$

В генеративной модели этого пакета берется $\beta \sim \text{Normal}(0, \sigma^2)$ для того, чтобы сгладить сезонность.

Для годовой и недельной сезонностей были найдены значения $N = 10$ и $N = 3$ соответственно, которые работают достаточно хорошо при решении многих задач. Также, эти параметры могут быть найдены автоматизировано, с помощью специальной модели, к примеру, AIC (Akaike information criterion).

1.3.4 Праздничные дни

Так как праздничные дни и выходные, или же какие-то особые даты (важные события из области политики, экономики), могут сопровождаться некими «шоками» в ценах котировок, то следует ввести такой список дат в модель. Для каждого выходного/праздника/события i вводится D_i (дата этого дня на протяжении, к примеру, 10 последних лет). Вводится функция индикатор, проверяющая, является ли момент t событием i , которая затем сопоставляет каждому моменту i параметр k_i , который сопоставляет дню изменение в прогнозе. Это достигается тем же путем, что в части с сезонной составляющей путем построения матрицы регрессоров (7)

$$Z(t) = [1(t \in D_1), \dots, 1(t \in D_L)], (7)$$

и вводится в модель таким образом (8):

$$h(t) = Z(t)k, (8).$$

Здесь $k \sim Normal(0, \nu^2)$.

2. Практическая часть

2.1 Постановка задачи

Даны средние месячные данные по котировкам ПЭТФ в долларах США (\$) за тонну в Китае с июня 2004 по декабрь 2015, по ним необходимо предсказать значения котировок на три года вперед по июль 2019.

Посмотрим подробнее на предоставленные данные на графике:



Рисунок 2. Среднемесячные данные по котировкам ПЭТФ

Даны ежедневные данные по котировкам нефти марки Brent в долларах США за баррель, в период с 1987 по 2020 год.



Рисунок 3. Ежедневные цены нефти марки Brent в долларах США за баррель.

2.2 Прогнозирование котировок с помощью модели ARIMA

Данные для прогноза выбираются в промежутке с 2000 года, так как они дают наименьшее значение ошибки прогноза.

Проверка исходного ряда на стационарность с помощью теста Дики-Фуллера дает значение $p\text{-value} = 0.470031$. Таким образом гипотеза о стационарности исходного ряда данных отвергается.

Возьмем первые и вторые разности по значениям котировок, на рисунке 4 изображен результат первых 100 значений ряда в виде графика.

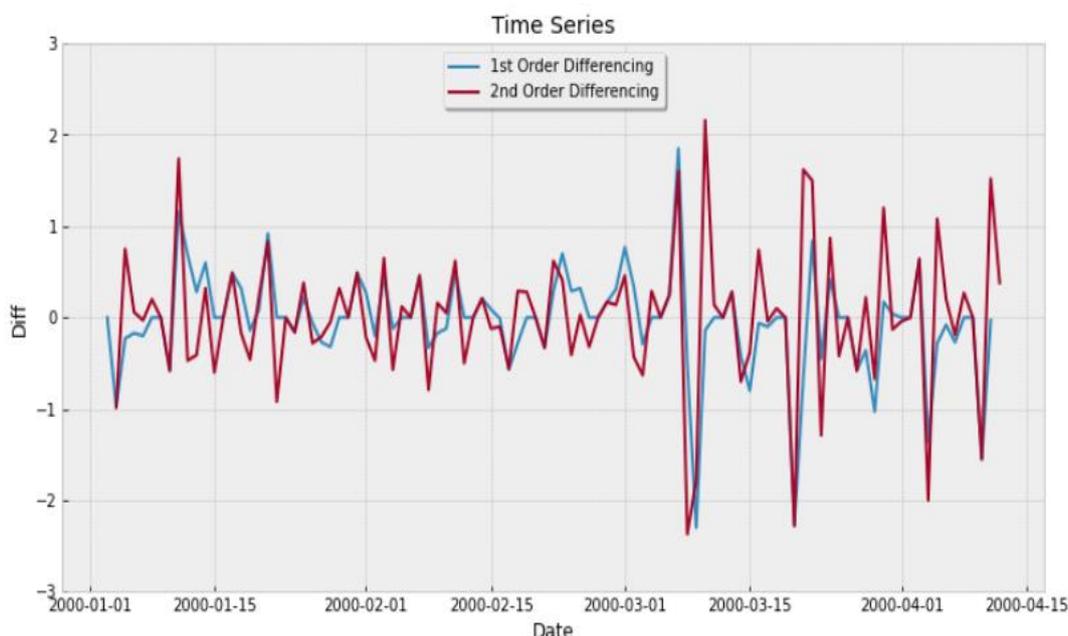


Рис. 4 Первые и вторые разности исходного ряда

Видно, что ряд становится стационарным уже после взятие первой разности, что позволяет взять значение $d = 1$. Проверим правильность выбора параметра d с помощью тестов: Дики-Фуллера (DF-test), Квайтковски-Филлипс-Шмидт-Шина (KPSS), Филлипс-Перрона (PP). Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты теста на поиск параметра d

Тест	Результат
DF-test	1

KPSS	1
PP	1

Видим, что значение $d = 1$ подтверждается этими тремя тестами.

Поиск параметра p будем осуществлять построением графика частичной автокорреляции рядов первой и второй разности для первых 10 лагов(рисунок 5).

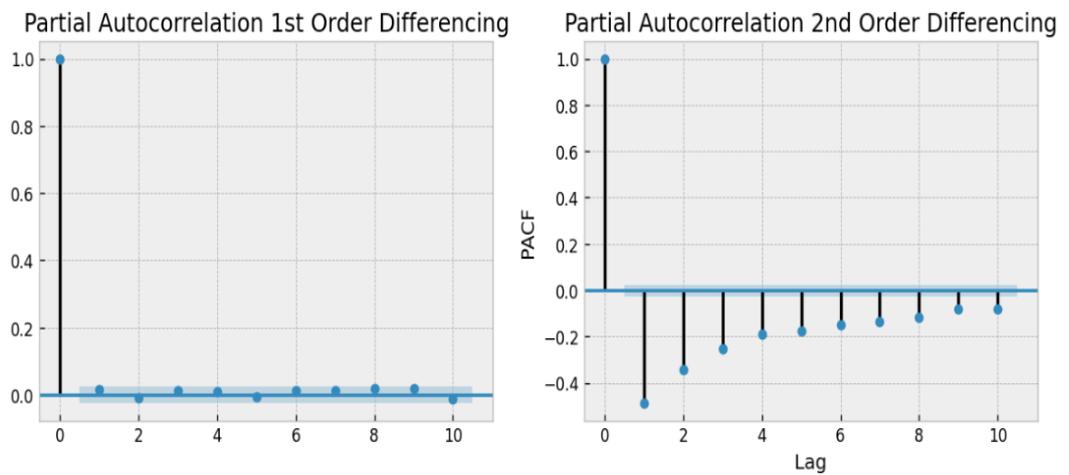


Рис. 5 Графики частичной автокорреляции.

Судя по графикам, присутствует явная снижение автокорреляции после первого лага на левом графике, значит берем параметр $p = 0$.

Поиск параметра q построением графика автокорреляции рядов первой и второй разности, но уже для первых 20 лагов (рисунок 6).

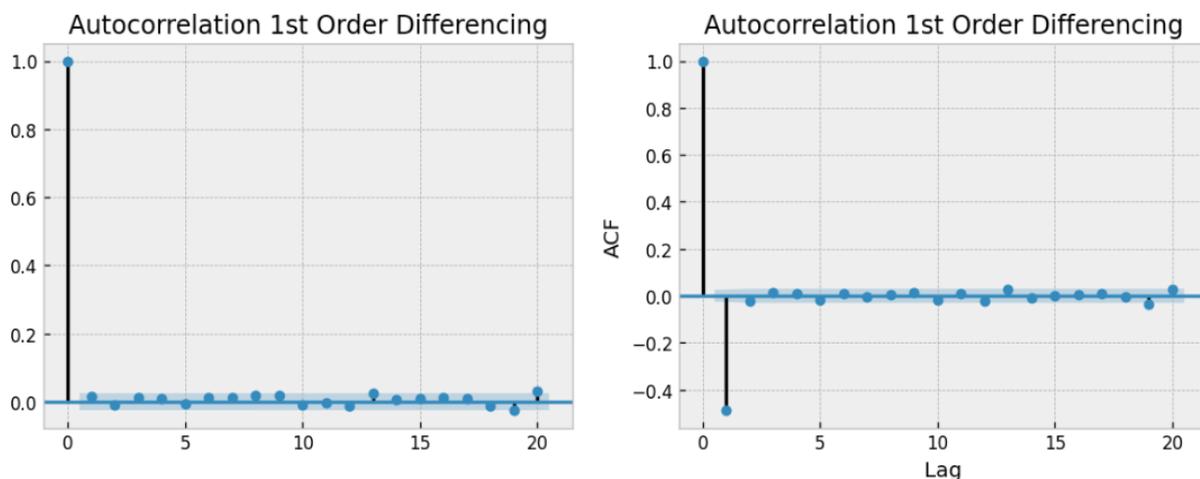


Рис. 6 Графики автокорреляции

Судя по этим графикам, следует тот же вывод, что и для параметра p : $p = 0$.

Таким образом, будет построена линейная модель ARIMA(0, 1, 0).

Оценка параметров модели представлена на рисунке 7.

```

Performing stepwise search to minimize aic
Fit ARIMA(1,1,1)x(0,0,0,0) [intercept=True]; AIC=19020.997, BIC=19047.932, Time=3.578 seconds
Fit ARIMA(0,1,0)x(0,0,0,0) [intercept=True]; AIC=19019.054, BIC=19032.521, Time=0.151 seconds
Fit ARIMA(1,1,0)x(0,0,0,0) [intercept=True]; AIC=19019.664, BIC=19039.865, Time=0.380 seconds
Fit ARIMA(0,1,1)x(0,0,0,0) [intercept=True]; AIC=19019.637, BIC=19039.838, Time=0.808 seconds
Fit ARIMA(0,1,0)x(0,0,0,0) [intercept=False]; AIC=19017.170, BIC=19023.904, Time=0.125 seconds
Total fit time: 5.069 seconds

Statespace Model Results
=====
Dep. Variable:          y          No. Observations:          6209
Model:                 SARIMAX(0, 1, 0)  Log Likelihood             -9507.585
Date:                  Fri, 05 Jun 2020  AIC                        19017.170
Time:                  09:18:49         BIC                        19023.904
Sample:                0              HQIC                       19019.504
                    - 6209

Covariance Type:      opg
=====
              coef    std err          z      P>|z|      [0.025    0.975]
-----
sigma2         1.2525     0.010    124.738     0.000     1.233     1.272
=====
Ljung-Box (Q):                85.85   Jarque-Bera (JB):                16690.52
Prob(Q):                      0.00   Prob(JB):                        0.00
Heteroskedasticity (H):        3.14   Skew:                             -0.14
Prob(H) (two-sided):          0.00   Kurtosis:                         11.03
=====

Warnings:
[1] Covariance matrix calculated using the outer product of gradients (complex-step).

```

Рис. 7 Окно результатов оценки параметров модели

Во второй части полученной таблицы мы можем увидеть, что значимость модели является высокой ($P > |z| = 0.000$).

Теперь, построив прогноз с помощью полученной модели рассчитаем значение метрики (1):

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum \left| \frac{y-y'}{y} \right|, (1)$$

где n – количество дней прогнозирования, y – настоящее значение ряда, y' – спрогнозированное. Получим $MAPE = 10.42$.

Построим график прогноза котировок (рисунок 8).

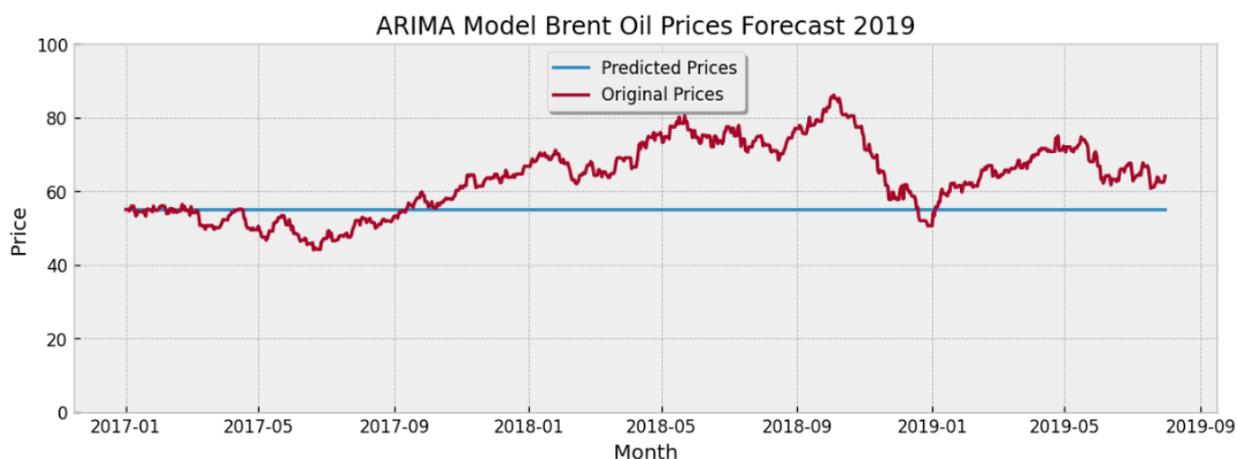
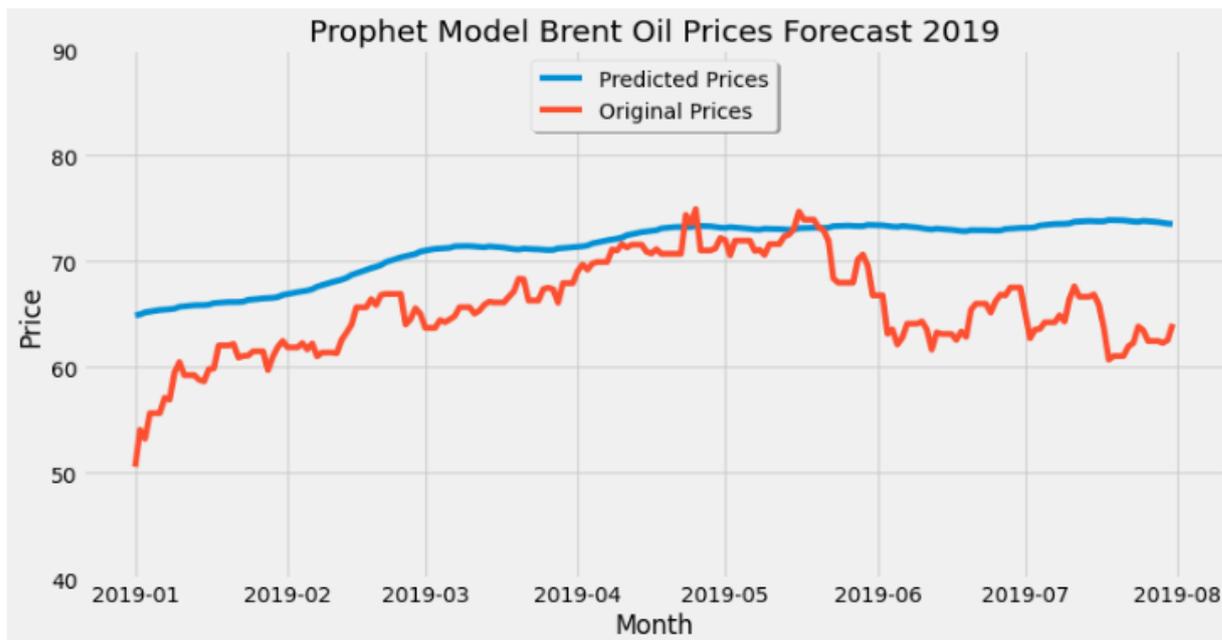


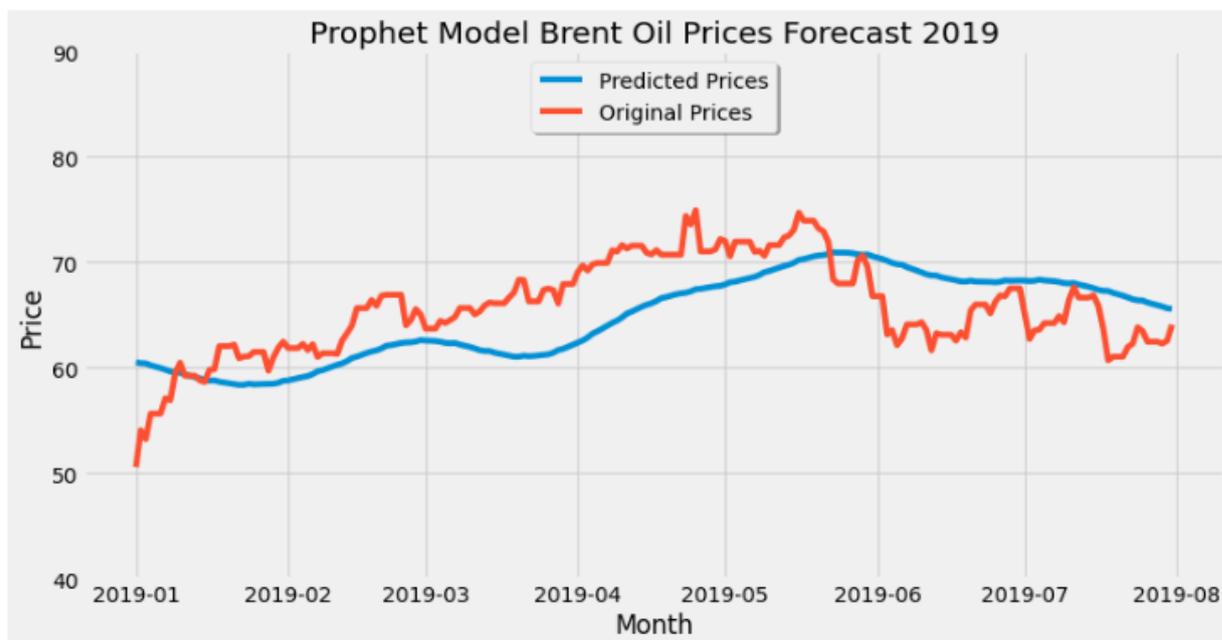
Рис. 8 График полученных спрогнозированных значений

2.3 Прогнозирование котировок с помощью фреймворка Prophet

При прогнозировании котировок на период 2019-01-01 – 2019-07-31 прогноз выдается достаточно хорошим, MAPE = 8.794861. Тренировочная выборка при этом 2000-01-01 – 2018-12-31.



При прогнозировании котировок на период 2018-01-01 – 2019-07-31 прогноз выдается отличным хорошим, MAPE = 5.663183. Тренировочная выборка при этом 2015-01-01 – 2018-12-31.



№	Горизонты прогнозирования		Алгоритм, MAPE		
	Тренировочная выборка	Прогнозная выборка	ARIMA	Prophet	LSTM

1	2000-01-01 – 2017-12-31	2018-01-01 – 2019-07- 31		63,56	
2	2000-01-01 – 2018-12-31	2019-01-01 – 2019-07- 31		8,794861	
3	2010-01-01 – 2017-12-31	2018-01-01 – 2019-07- 31		11.873780	
4	2010-01-01 – 2016-12-31	2017-01-01 – 2019-07- 31		27.851846	
5	2012-01-01 – 2016-12-31	2017-01-01 – 2019-07- 31		12.625801	
6	2011-01-01 – 2016-12-31	2017-01-01- 2019-07-31		12,630870	
7	2011-01-01 – 2017-12-31	2018-01-01 – 2019-07- 31		11.738728	
8	2015-01-01 – 2018-12-31	2019-01-01 – 2019-07- 31		5.663183	

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Выполнение грамотной научно-исследовательской работы требует наличия экономической оценки всех её элементов: как объекта исследования, так и методов, которые для этого используются. Целью данного раздела является комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов прогнозирования котировок сырьевых товаров методами анализа временных рядов в Python. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- провести SWOT-анализ;
- определить эффективность исследования
- провести планирование научно-исследовательской работы;
- произвести расчёт бюджета научно-исследовательской работы;
- составить оценку научно-технического эффекта.

3.1 Организация и планирование работы

При организации процесса реализации данного исследования необходимо рационально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

В данном пункте составляется полный перечень проводимых работ, определяются их исполнители и рациональная продолжительность. Так как число исполнителей редко превышает двух в большинстве случаев, то для наглядного результата чаще пользуются линейным графиком. Для построения такого графика приведем в таблице – 8 перечень работ и занятость исполнителей.

Таблица – 8. Перечень работ и продолжительность их выполнения

№ Этапа	Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
---------	--------------	-------------	-----------------------

1	Постановка целей и задач, получение исходных данных	Научный руководитель	НР – 100%
2	Составление и утверждение ТЗ	Научный руководитель, студент	НР – 100% С – 10%
3	Подбор и изучение материалов по тематике	Научный руководитель, студент	НР – 50% С – 100%
4	Разработка календарного плана	Научный руководитель, студент	НР – 100% С – 10%
5	Обсуждение литературы	Научный руководитель, студент	НР – 30% С – 100%
6	Написание программы	Студент	С – 100%
7	Тестирование программы	Студент	С – 100%
8	Оформление расчетно- пояснительной записки	Студент	С – 100%
9	Оформление графического материала	Студент	С – 100%
10	Анализ полученных результатов	Научный руководитель, студент	НР – 60% С – 100%

3.1.1 Продолжительность этапов работ

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

Трудоемкость выполнения проекта оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ож}$ используется следующая формула:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (1)$$

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

t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.

Для выполнения перечисленных в таблице 8 работ, требуется группа специалистов из следующего состава:

- Студент (С), соискатель степени бакалавра;
- Научный руководитель (НР).

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях $T_{рд}$, учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Так, для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{рд}$ ведется по формуле:

$$T_{рд} = \frac{t_{ож}}{K_{вн}} \cdot K_{д}, \quad (2)$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{вн} = 1$;

K_D – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_D = 1-1,2$; в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель). Возьмем значение $K_D = 1$.

Продолжительность этапов работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе представлена в таблице – 9.

Таблица – 9. Временные показатели проведения научного исследования

№ Этапа	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ, дни			
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	$T_{рд}$		$T_{кд}$	
					НР	С	НР	С
1	Научный руководитель	1	2	1,6	1,6	-	1,92	-
2	Научный руководитель, студент	5	10	7	7	0,7	8,4	0,84
3	Научный руководитель, студент	10	15	12	6	12	7,2	14,4
4	Научный руководитель, студент	5	10	7	7	0,7	8,4	0,84
5	Научный руководитель, студент	1	2	1,6	1,6	0,48	1,92	0,58
6	Студент	15	20	17	-	17	-	20,4
7	Студент	3	5	3,8	-	3,8	-	4,56
8	Студент	10	20	14	-	14	-	16,8
9	Студент	1	2	1,6	-	1,6	-	1,92

10	Научный руководитель, студент	5	10	7	4,2	7	5,04	8,4
Итого:				72,6	27,4	57,28	32,88	68,74

3.1.2 Разработка графика проведения научного исследования

Выполнение ВКР является небольшим по объему исследованием, поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Так, построим ленточный график. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{\text{КД}} = T_{\text{РД}} \cdot T_{\text{К}}, \quad (3)$$

где $T_{\text{КД}}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{\text{К}}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, который определяется по следующей формуле:

$$T_{\text{К}} = \frac{T_{\text{КАЛ}}}{T_{\text{КАЛ}} - T_{\text{ВД}} - T_{\text{ПД}}}, \quad (4)$$

где $T_{\text{КАЛ}}$ – календарные дни ($T_{\text{КАЛ}} = 365$);

$T_{\text{ВД}}$ – выходные дни ($T_{\text{ВД}} = 52$ для при шестидневной рабочей недели);

$T_{\text{ПД}}$ – праздничные дни ($T_{\text{ПД}} = 10$).

$$T_{\text{К}} = \frac{365}{365 - 52 - 10} = 1,20.$$

Коэффициент календарности $T_{\text{К}}$ равен 1,20.

Величины трудоемкости этапов по исполнителям $T_{\text{КД}}$ (данные столбцов 8 и 9 кроме итогов) позволяют построить линейный график осуществления проекта.

Пример построения линейного графика приведен в таблице – 10.

Таблица – 10. Линейный график работ

Этап	Вид работ	НР	С	Продолжительность выполнения работ																
				март			апрель			май										
				10	20	30	10	20	30	10	20	30								
1	Постановка целей и задач, получение исходных данных	1,92	-	■																
2	Составление и утверждение ТЗ	8,4	0,84	■	■															
3	Подбор и изучение материалов по тематике	7,2	14,4		■	■														
4	Разработка календарного плана	8,4	0,84				■	■												
5	Обсуждение литературы	1,92	0,58						■	■										
6	Написание программы	-	20,4							■	■	■								
7	Тестирование программы	-	4,56										■							
8	Оформление расчетно-пояснительной записки	-	16,8											■	■	■				
9	Оформление графического материала	-	1,92																■	
10	Анализ полученных результатов	5,04	8,4																■	■

 научный руководитель;

 – Студент.

3.2 SWOT-анализ

SWOT-анализ представляет собой сводную таблицу, иллюстрирующую связь между внутренними и внешними факторами компании. Целью SWOT-анализа является предоставление возможности оценки риска и конкурентоспособности компании или товара в данной отрасли производства.

Методика SWOT-анализа необходима, для того, чтобы определить наиболее прозрачное на положение компании, продукции или услуги в данной отрасли.

Приведем матрицу SWOT-анализа прогноза цены сырьевых товаров.

Таблица – 11. Матрица SWOT - анализа

	Сильные стороны	Слабые стороны
	С1. Понимание рынка для дальнейшего расширения выпуска товаров, производимых с помощью сырья. С2. Маркетинговый анализ, позволяющий строить правильную ценовую политику для товаров. С3. Разработка логистических решений, с учетом рынков сбыта.	Сл1. Наличие несистематических изменений котировок, влияющих на точность прогноза. Сл2. Высокая коррелированность котировок различного сырья.

<p>Возможности</p> <p>В1. Разработка более сложной продукции, производимой из сырья.</p> <p>В2. Прогнозирование рынка зависимых отраслей экономики (авиастроения, автомобилестроения, золотодобычи и т.п.)</p>	<p>В1С1</p> <p>Понимание целесообразности производства высокотехнологичным продуктом из сырья.</p> <p>В2С2С3</p> <p>Разработка ценовой политики, позволяющей поддерживать конкуренцию на рынке.</p>	<p>В1Сл1</p> <p>Ошибочные выводы о целесообразности производства высокотехнологичных товаров, в следствии высокой (низкой) цены сырья.</p> <p>В2Сл2</p> <p>Неправильный прогноз ситуации на рынке зависимых отраслей экономики.</p>
<p>Угрозы</p> <p>У1. Вероятность введения санкций и торговых эмбарго.</p> <p>У2. Резкое повышение спроса на сырье.</p> <p>У3. Возникновение непредвиденных трудностей при добыче сырья.</p>	<p>У1С1</p> <p>Ориентирование на другой рынок сбыта.</p> <p>У2С1С2</p> <p>Замена смежным сырьем.</p>	<p>У1У2Сл2</p> <p>Переход на производство других товаров.</p>

Можно сделать вывод о том, что наиболее эффективными в сложившейся ситуации представляются следующие стратегии:

- необходимо проводить полный анализ рынка сбыта товаров, позволяющий в нужный момент предпринять действия по сохранению прибыли компании;

- необходимо иметь альтернативные типы и технологию производимых товаров.

3.2.1 Анализ конкурентных решений

Любое крупное предприятие ставит перед собой цель получения максимальной прибыли. Этого можно достичь путем правильного маркетингового анализа, учитывающего все аспекты производства. Здесь могут понадобиться знания о будущих ценах необходимого сырья. На их основе будет делаться вывод о целесообразности производства той или иной продукции, и ее будущих ценах на рынке. Для этого правильный прогноз должен охватывать широкий набор данных. Приведем следующие критерии оценки правильности прогноза:

- полнота, адаптивность, эволюция;
- абстрактность – обладание переменными;
- удовлетворение условиям, которые ограничивают время решения задачи;
- ориентация на реализацию посредством соответствующих технических средств;
- обеспечение получения необходимой для решения поставленных задач информации об объекте;
- применение устоявшейся терминологии;
- возможность проверки истинности.

Таблица 12. Оценочная карта для сравнения конкурентных решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		К1 (Консалтинговые компании)	Ф (прогнозирование котировок)	К2 (Готовые библиотеки)	К1 (Консалтинговое агенство)	Ф (прогнозирование котировок)	К2 (Готовые библиотеки)
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Полнота	0,15	3	4	4	0,45	0,6	0,6
2. Абстрактность	0,20	3	5	3	0,6	1	0,6
3. Удовлетворение условиям	0,20	5	5	4	1	1	0,8
4. Возможность реализации	0,15	4	5	3	0,6	0,75	0,45
5. Возможность получения необходимой информации	0,10	4	4	3	0,4	0,4	0,3
6. Терминология	0,05	5	3	3	0,25	0,15	0,15
7. Возможность проверки истинности	0,15	4	5	2	0,6	0,75	0,3
Итого	1	30	33	22	3,9	4,65	3,2

Позиция разработки оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Анализ конкурентных решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i * B_i$$

где K – конкурентоспособность решения или конкурента, V_i – вес показателя (в долях единицы), B_i – балл i -го показателя.

Сделаем вывод, что инвестиционный портфель по многим показателям является более предпочтительным, чем другие механизмы инвестирования средств (значение **4,65** является максимальным).

3.2.2 Потенциальные потребители результатов исследований

В процессе написания выпускной квалификационной работы были определены следующие потенциальные потребители разработанного продукта. К ним можно отнести крупные предприятия, использующие в своей деятельности сырьевые товары. В свою очередь, эту группу можно разделить по следующим признакам: масштаб, отрасль.

Разработан алгоритм прогноза сырьевых котировок, который позволяет прогнозировать цену на различное сырье. Однако, прежде чем предложить предприятию какой-либо программный продукт, необходимо оценить его нужды. Для этого проведем классификацию предприятий по группам с учётом вышеуказанных признаков, приведенной в Таблице 13.

Таблица 13. Группы предприятий в зависимости описывающих признаков

Группы предприятий	Цель предприятия	Тип прогноза
Группа 1 Производящие предприятия	Получение четкой картины рынка и цен для дальнейшего маркетингового анализа	Среднесрочный прогноз
Группа 2 Добывающие предприятия	Постоянная добыча ресурсов	Долгосрочный прогноз
Группа 3 Государственные предприятия	Анализ полной ситуации на рынке	Дальнесрочный прогноз

3.3 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- Материалы и покупные изделия;
- Заработная плата;
- Социальный налог;
- Расходы на электроэнергию (без освещения);
- Амортизационные отчисления;
- Оплата услуг связи;
- Прочие (накладные расходы) расходы.

3.3.1 Расчет материальных затрат

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом исследования.

Покажем отражение стоимости всех материалов, используемых при работе над проектом, включая расходы на их приобретение и, при необходимости, доставку. Расчет затрат на материалы производится по форме, приведенной в таблице – 14.

Таблица – 14. Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед, руб.	Сумма, руб
Бумага	Пачка	1	300	300
Канцелярские принадлежности	шт.	5	100	500
Картридж для принтера	шт.	1	3000	3000
Итого:				3800

Допустим, что ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны:

$$C_{\text{мат}} = 3\,800 * 1,05 = 3\,990 \text{ руб.}$$

3.3.2 Расчет заработной платы для исполнителей

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженер (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы.

Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя.

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{дн-т}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{дн-т} = \frac{МО}{25,083} \quad (5)$$

Учитывающей, что в году 301 рабочий день и, следовательно, в месяце в среднем 25,083 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе).

Пример расчета затрат на полную заработную плату приведены в таблице 12. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы – 9. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{ПР} = 1,1$; $K_{доп.ЗП} = 1,188$; $K_{р} = 1,3$. Для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{и} = 1,1 * 1,188 * 1,3 = 1,699$. Вышеуказанное значение $K_{доп.ЗП}$ применяется при шестидневной рабочей неделе, при пятидневной оно равно 1,113, соответственно в этом случае $K_{и} = 1,62$.

Таблица – 15. Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная тарифная ставка руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	33664	1342,09	28	1,699	63 845,9

С	15470	616,75	58	1,62	57 949,83
Итого					121795,73

3.3.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30,2 % от полной заработной платы по проекту, т.е. $C_{соц.} = Сзп * 0,302$.

Итак, в нашем случае:

$$C_{соц} = 121\,795,73 * 0,302 = 36\,782,31 \text{ руб.}$$

3.3.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{эл.об} = P_{об} * t_{об} * ЦЭ, \quad (6)$$

где $P_{об}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$ЦЭ$ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{об}$ – время работы оборудования, час.

Для ТПУ $ЦЭ = 5,748 \text{ руб./кВт·час}$ (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы – 9 для инженера (ТРД) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{об} = T_{рд} * K_t, \quad (7)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени. Возьмем его равным 1.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{об} = P_{ном} * K_c, \quad (8)$$

где $P_{ном}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Пример расчета затраты на электроэнергию для технологических целей приведен в таблице 16.

Таблица – 16. Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Затраты Эоб, руб.
Персональный компьютер	464	0,3	800,12
Струйный принтер	2	0,1	1,15
Итого:			801,27

3.3.5 Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта.

Используется формула:

$$C_{AM} = \frac{N_A * C_{ОБ} * t_{рф} * n}{F_D}, \quad (9)$$

где N_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$C_{ОБ}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР;

$t_{рф}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Например, для ПК в 2019 г. (299 рабочих дней при шестидневной рабочей неделе) можно принять $F_D = 299 * 8 = 2392$ часа.

Для принтера из справочника $F_D = 500$ часов.

При использовании нескольких типов оборудования расчет по формуле делается соответствующее число раз, затем результаты суммируются.

Для ПК найдем $N_A = 0,4$. Для принтера $N_A = 0,5$.

Стоимость ПК= 20 000 рублей. Время использования 304 часа, тогда для него:

$$C_{AM}(ПК) = \frac{0,4 * 20\ 000 * 464 * 1}{2392} = 1551,84 \text{ руб.}$$

Стоимость принтера 5000 руб. Время использования 2 часа, тогда для него:

$$C_{AM}(ПР) = \frac{0,5 * 5\ 000 * 2 * 1}{500} = 10 \text{ руб.}$$

Итого начислено амортизации 1 561,84 руб.

3.3.6 Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зд}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об}} + C_{\text{ам}}) * 0,1 \quad (10)$$

Для нашего примера это:

$$\begin{aligned} C_{\text{проч}} &= (3\ 990 + 121\ 795,73 + 36\ 782,31 + 801,12 + 1\ 561,84) * 0,1 \\ &= 16\ 495,1 \text{ руб.} \end{aligned}$$

3.3.7 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта. Данные результаты можно посмотреть в таблице – 17.

Таблица – 17. Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	3 990
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	121 795,73
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	36 782,31
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.}}$	801,12
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	1 561,84

Прочие расходы	Спроч	16 495,1
Итого:		181 424,1

Затраты на разработку составили $C = 181\,424,1$ руб.

3.3.8 Расчет прибыли

Прибыль примем в размере 10 % от полной себестоимости проекта. В нашем примере она составляет 18 142,41,61 руб. (10 %) от расходов на разработку проекта.

3.3.9 Расчет НДС

НДС составляет 20% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае:

$$\text{НДС} = (181\,424,1 + 18\,142,41) * 0,2 = 39\,913,3 \text{ руб.}$$

3.3.10 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС:

$$C_{\text{НИР(КР)}} = 181\,424,1 + 18\,142,41 + 39\,913,3 = 239\,479,81 \text{ руб.}$$

3.4 Оценка научно-технического эффекта

Социально-научный эффект проявляется в росте числа открытий, изобретений, увеличении суммарного объема научно-технической информации, полученной в результате выполнения выпускной квалификационной работы, создании научного «задела», являющегося необходимой предпосылкой для проведения в будущем прикладных исследований и выполнения работ по модернизации конструкций выпускаемых изделий.

За последние годы появились предложения не только по качественной характеристике социального эффекта, но и по системе количественных показателей.

Элементом количественной оценки социально-научного эффекта следует считать определение научно-технического эффекта бакалаврской работы по следующей методике. Сущность этой методики состоит в том, что на основе оценок признаков работы определяется коэффициент научно-технического эффекта ВКР:

$$H_T = \sum_{i=1}^3 r_i * k_i$$

где r_i – весовой коэффициент i -го признака (определяющийся по Таблице 18); k_i – количественная оценка i -го признака.

Проведем расчет коэффициента научно-технического эффекта ВКР для портфеля, составленного из акций индекса ММВБ10.

Таблица 18. Определение весового коэффициента

Признак научно технического эффекта ВКР(i)	Применение значения весового коэффициента (r)
Уровень новизны	0,6
Теоретический уровень	0,4
Возможность реализации	0,2

Количественная оценка уровня новизны ВКР определяется на основе значений Таблицы 19.

Таблица 19. Количественная оценка уровня новизны ВКР

Уровень новизны разработки	Характеристика уровня новизны	Баллы
Принципиально новая	Результаты исследований открывают новое направление в данной области науки и техники	8-10
Новая	По-новому или впервые объяснены известные факты, закономерности	5-7
Относительно новая	Результаты исследований систематизируют и обобщают имеющиеся сведения, определяют пути дальнейших исследований	2-4
Традиционная	Работа выполнена по традиционной методике, результаты исследования носят информационный характер	1

Не обладающая новизной	Получен результат, который ранее был известен	0
------------------------	---	---

Для данной выпускной квалификационной работы уровень новизны – относительно новая, баллы – 5.

Теоретический уровень полученных результатов выпускной квалификационной работы определяется на основе значения баллов, приведенных в Таблице 20.

Таблица 20. Теоретический уровень полученных результатов в ВКР

Теоретический уровень полученных результатов	Баллы
Установления закона, разработка новой теории	10
Глубокая разработка проблемы: многоаспектный анализ связей, взаимозависимости между фактами с наличием объяснения	8
Разработка способа (алгоритм, программ мероприятий, устройство, и т.д.)	6
Элементарный анализ связей между фактами с наличием гипотезы, симплексного прогноза, классификации, объясняющей версии, или практических рекомендаций частного характера	2
Описание отдельных элементарных фактов (вещей, свойств, отношений); изложение опыта, наблюдений, результатов измерений	0,5

В данной выпускной квалификационной работе был разработан способ формирования инвестиционного портфеля с заранее неизвестным уровнем риска, следовательно, теоретический уровень полученных результатов равен 8 баллам.

Возможность реализации научных результатов определяется на основе значения баллов из Таблицы 21.

Таблица 21. Время и масштабы реализации проекта

Время реализации	Баллы
------------------	-------

В течение первых лет	10
От 5 до 10 лет	4
Более 10 лет	2
Масштабы реализации	Баллы
Одно или несколько предприятий	2
Отрасль(министерство)	4
Народное хозяйство	10
Примечание: Баллы по времени и масштабам реализации складываются	

Способ формирования программных продуктов прогнозирования сырьевых котировок можно реализовать в течение первых лет (10 баллов), реализовать его можно только на отрасль (4 балла).

Рассчитаем коэффициент научно-технического эффекта:

$$НТ = 0,8 * 5 + 0,4 * 8 + 0,2 * 14 = 10$$

Приведем таблицу оценок уровня научно-технического эффекта.

Таблица 22. Оценка уровня научно-технического эффекта

Уровень научно-технического эффекта	Коэффициент научно-технического эффекта
Низкий	1-4
Средний	5-7
Сравнительно высокий	8-10
Высокий	11-14

В соответствии с Таблицей 22, уровень научно-технического эффекта – сравнительно высокий.

Вывод по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

1. Проведено планирование НИР, а именно: определена структура и календарный план работы, трудоемкость, составлена ленточная диаграмма

Гантта, и определен бюджет научно-исследовательской работы. В ходе планирования научно-исследовательских работ определён перечень работ, выполняемый рабочей группой. В данном случае рабочая группа состоит из двух человек: руководитель и инженер. Результаты соответствуют требованиям ВКР по срокам и иным параметрам.

2. Бюджет научно-технического исследования составил 239 479,81 рубля. Бюджет НТИ состоит из материальных затрат (18 1424,1 рубля), отчислений во внебюджетные фонды (39 913,3 рубля) и накладных расходов (18 142,41 рубля).

3. Прогнозирование котировок по многим показателям является более предпочтительным, чем другие решения прогнозирования со значением 4.65.

4. В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент» с помощью SWOT-анализа были выведены наиболее эффективные в сложившейся ситуации стратегии. После формирования бюджета затрат на проектирование суммарные капиталовложения составили 242 675,46 рублей. Уровень научно-технического эффекта – сравнительно высокий. Проект экономически целесообразен.

5. Капиталовложения в размере 242 675,46 рублей позволят реализовать разработанный проект по производству программного продукта по прогнозированию котировок сырьевых товаров.

4. Социальная ответственность

Введение

Крупное производственное предприятие имеет несколько отделов, отвечающих за непрерывную работу всей цепочки поставок, отвечающих за доставку того или иного товара/услуги конечному потребителю. Одной из важнейших составляющих этой цепочки является отдел маркетинга, в котором работает специалист, отвечающий за ценообразование товаров компании.

Подход, которым пользуется специалист отдела маркетинга, или иначе «продуктовый маркетолог», называется «динамическим ценообразованием». В список задач такого специалиста входит анализ текущей ситуации на рынке, отслеживание ценовой политики конкурентных предприятия и построение прогнозов на спрос и предложение товаров в рынках сбыта компании.

В эпоху широкого применения цифровых технологий работа такого специалиста позволяет проводить всесторонний анализ прямо из офиса, с применением только лишь персонального компьютера и некоторых каналов связи.

В данной работе рассматриваются основные методы анализа временных рядов данных, с помощью которых можно предсказывать котировки сырья или сырьевых продуктов на долгий срок с достаточно высоким уровнем точности (ошибкой порядка 5-10%).

В этом разделе проводится исследование основных внешних факторов, влияющих на работу специалиста за рабочей зоной с персональным компьютером. Рассматриваются правовые нормы обеспечения безопасности, проводится анализ вредных факторов, затрагивается вопрос экологической безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Продолжительность рабочего дня 8 часов (приблизительно с 8.30 до 16.30). Согласно Ст. 108 ТК РФ для офисного работника в течении рабочего дня должен быть предусмотрен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут.

Также офисный сотрудник имеет право на то, чтобы рабочее место соответствовало требованиям охраны труда. Основными законами, на основе которых осуществляется управление охраной труда, являются Федеральный закон «Об основах охраны труда в Российской Федерации» от 17 июля 1999 г. № 181-ФЗ.

Помимо этого, для снижения вредного воздействия компьютера на человека требуется соблюдение правильного режима труда и отдыха.

Рабочей зоной выполнения проекта является помещение со следующими характеристиками:

- Ширина помещения – 5 м, длина – 6 м, высота – 3,5 м;
- Площадь помещения – 30 м²;
- Объем помещения – 105 м³.

В комнате имеется естественная вентиляция – вытяжное вентиляционное отверстие, дверь, окно, щели. Освещение в помещении комбинированное. Оно включает в себя искусственное (люминесцентные лампы типа ЛБ или лампы накаливания) и естественное.

Для предотвращения вредных последствий работы при проектировании рабочей зоны необходимо уделить внимание наилучшему расположению оборудования. Поэтому необходима правильная посадка за компьютером, которая исключает риск возникновения различных заболеваний организма.

В соответствии с СанПиНом 2.2.2/2.4.1340-03 (общие требования к организации и оборудованию рабочих мест с ПЭВМ) при работе инженера за

столом, конструкция стола и стула должна обеспечивать оптимальное положение тела работающего. Параметры рабочего места при работе с ПЭВМ приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры рабочего места при работе

Параметры	Значение параметра	Реальные значения
Высота рабочей поверхности стола	От 600 до 800, мм	770 мм
Высота клавиатуры	600-700, мм	630 мм
Удаленность клавиатуры	Не менее 80, мм	85 мм
Удаленность экрана монитора	500-700, мм	650 мм
Высота сидения	400-500, мм	470 мм
Угол наклона монитора	0-30, град.	10 мм
Наклон подставки ног	0-20, град.	0 мм

Параметры рабочего стола удовлетворяют нормативным требованиям.

Нормативные параметры для мониторов при работе с ПЭВМ указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Допустимые визуальные параметры устройств отображения информации

Параметры	Допустимые значения
Яркость белого поля	Не менее 35 кд/м ²
Неравномерность яркости рабочего поля	Не более $\pm 20\%$
Контрастность (для монохромного режима)	Не менее 3:1
Временная нестабильность изображения (непреднамеренное изменение во времени яркости изображения на экране дисплея)	Не должна фиксироваться

Учитывая характер работ, следует выбирать неяркие, малоконтрастные оттенки, которые не рассеивали бы внимание в рабочей зоне. Так как работа требует спокойствия и сосредоточенности.

Продолжительность непрерывной работы с компьютером без регламентированного перерыва не должна превышать 2-х часов. Это связано с тем, что на человека при работе с компьютером оказывают влияние опасные и вредные производственные факторы, а также наступает общее утомление, что негативно сказывается на здоровье и самочувствии человека.

4.2 Профессиональная социальная безопасность.

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

Вредные производственные факторы по воздействию на организм работающего человека подразделяют:

- на факторы, приводящие к хроническим заболеваниям, в том числе усугубляющие уже имеющиеся заболевания, за счет длительного относительно низкоинтенсивного воздействия;
- факторы, приводящие к острым заболеваниям (отравлениям, поражениям) или травмам за счет кратковременного (одиночного и/или практически мгновенного) относительно высокоинтенсивного воздействия.

Опасные производственные факторы по воздействию на организм работающего человека подразделяют:

- на факторы, приводящие к смертельным травмам (летальному исходу, смерти);
- факторы, приводящие к несмертельным травмам;

Основные опасные и вредные производственные факторы, которые могут возникнуть при работе с компьютером, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Основные элементы производственного процесса, формирующие вредные и опасные факторы

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Опасные и вредные производственные факторы (ГОСТ 12.0.003-2015 –ССБТ)	Нормативные документы
Оператор ПК	Электрический ток	ГОСТ 12.1.002–84
Оператор ПК	Отклонение показателей микроклимата	ГОСТ 12.1.005–88
Оператор ПК	Недостаточная освещенность	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03
Оператор ПК	Воздействие электромагнитных полей	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03
Оператор ПК	Повышенный уровень общей или локальной вибрации	ГОСТ 12.1.012-2004
Оператор ПК	Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума	ГОСТ 12.1.003-2014 СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002

4.2.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

1. Работа, выполняемая математиком-экономистом, производимая сидя и сопровождающаяся незначительным физическим напряжением, относится к категории Ia – работа с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт).

Постоянная работа в холодном помещении очень вредна для организма. Переохлаждение провоцирует сердечно – сосудистые, простудные заболевания, страдает позвоночник и суставы, обостряются язвенные болезни желудка, кишечника, тромбофлебит.

Систематический перегрев организма грозит общими заболеваниями – головные боли, слабость, интенсивное потоотделение, повышение артериального давления, аритмия, тепловые удары.

Нормы оптимальных и допустимых показателей микроклимата при работе с компьютерами в помещении устанавливает СанПиН 2.2.4.548–96. Все категории работ разграничиваются на основе интенсивности энергозатрат организма в ккал/ч (Вт).

Работа, производимая сидя и сопровождающаяся незначительным физическим напряжением, относится к категории Ia – работа с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт). Значения характеристик микроклимата установлены в таблице 4.

Таблица 4 – Допустимые и оптимальные нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

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

		Фактическое значение	Допустимое значение	Оптимальное значение	Фактическое значение	Допустимое значение	Оптимальное значение	Фактическое значение	Допустимое значение	Оптимальное значение
Холодный	Ia	21-23	20-25	22-24	55	15-75	60-40	0,1	0,1	0,1
Теплый	Ia	22-24	21-28	23-25	55	15-75	60-40	0,1	0,1	0,1

Для нормализации температурно-влажностного режима применяют: системы вентиляции, отопления и кондиционирования воздуха. При правильном выборе их типа, производительности и оптимальной конструкции условия труда на рабочих местах поддерживаются в пределах норм с минимальными затратами средств, труда и энергии;

Рабочая аудитория в которой проводилась работа за компьютером по написанию ВКР находится в учебном 10 – ом корпусе ТПУ.

Кондиционер в помещении отсутствовал. Поэтому для поддержания нужной температуры необходимо было проветривать помещение.

Вывод: Исходя из фактических значений в таблице 4 условия микроклимата соответствуют нормам СанПиН.

2. В данном рабочем помещении используется комбинированное освещение — искусственное и естественное.

Освещение сильно влияет на зрительные нервы человека, через которые мы получаем около 90% всей информации об окружающем мире. Недостаточный уровень света заставляет напрягать зрение, что приводит к быстрой усталости глазных мышц, общей сонливости, головным болям и мигрени.

Искусственное освещение создается люминесцентными лампами типа ЛД. Поскольку работа офисного сотрудника относится к работе высокой точности,

необходимо, чтобы параметры освещенности рабочего места соответствовали требованиям СП 52.13330.2011.

Проведем расчет освещенности рабочего места. Исходными данными являются размеры помещения 5х6х3.5 м, световой поток используемых ламп около 1000 лм.

Стены и потолок в помещении имеют отделку белого цвета, пол серого цвета, следовательно, индексы отражения для потолка и стен равны 80, для пола – 30, коэффициент запаса, показывающий поправку на запыленность источников освещения, примем 1,2.

Так как работа офисного сотрудника предполагает длительные монотонные операции с высоким уровнем зрительной работы, то есть различение объектов высокой точности, размером от 0,3 до 0,5 мм, то необходимо принять за норму освещенности рабочего места не менее 300 лк и не более 500 лк (порядка 400).

Индекс помещения для представленного рабочего места:

$$I_{\text{п}} = \frac{S}{(h_1 - h_2) * (a + b)} = \frac{30}{(3,5 - 0,75) * (5 + 6)} = 2,18, \quad (11)$$

где $I_{\text{п}}$ – индекс помещения; S – площадь; h_1 – высота потолков; h_2 – высота рабочего стола; a – длина помещения; b – ширина помещения.

По полученному индексу помещения определим, что коэффициент использования светового потока U равен 62.

Проведем расчет освещенности для рабочего места:

$$E = \frac{K_{\text{св}} * K_{\text{л}} * \text{СП}_{\text{л}} * U}{S * K_3 * 100} = \frac{6 * 4 * 1000 * 62}{30 * 1,2 * 100} = 413 \text{ лк} \quad (12)$$

где $K_{\text{св}}$ – количество светильников; $K_{\text{л}}$ – количество лампочек в светильнике; $\text{СП}_{\text{л}}$ – световой поток лампочки; U – коэффициент использования; S – площадь; K_3 – коэффициент запаса.

Поскольку наиболее подвержены вредному воздействию плохого освещения именно глаза офисных сотрудников, необходимо регулярно делать гимнастику для глаз. Эти упражнения способствуют нормальной работе глазных мышц и позволяют снять напряжение, что благотворно сказывается на здоровье организма.

Вывод: при данных расчетах получено значение освещенности в 413 лк. Освещенность, которую обеспечивают люминесцентные лампы в помещении находится в пределах нормы.

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

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03:

Таблица 5 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах

Наименование параметров		ВДУ
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

1. Применение СКЗ

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

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

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

Экранирование источника излучения и рабочего места осуществляется специальными экранами по ГОСТ 12.4.154-85.

4. Основной источник создаваемого шума в помещении – это другие электрические машины.

Повышенный уровень шума может привести к:

- хронической бессоннице;
- сердечным заболеваниям;

- нарушениям слуха;
- повышению в организме гормонов стресса;
- снижению иммунитета;
- неврозам.

Может возникнуть шумовая болезнь, которая далеко не всегда поддается лечению.

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест при выполнении основной работы на ПК во всех учебных помещениях уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБА.

Для обеспечения допустимого уровня шума применяются следующие меры безопасности:

- Средства и методы коллективной защиты:
 - Создание шумозащитных зон, рациональное размещение рабочих мест;
 - Применение малошумных технологических процессов и машин, и автоматического контроля, создание рационального рабочего распорядка дня.

Средства индивидуальной защиты не нужны.

Вывод: Условия труда на рабочем месте по шумовому фактору соответствует допустимым нормам, поэтому пользование средствами защиты можно опустить.

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

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

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

- Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

- Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.

- Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности. Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Согласно ГОСТ 12.1.038-82 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов» предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов при аварийном режиме бытовых электроустановок напряжением до 1000 В и частотой 50 Гц не должны превышать значений, указанных в б.

Таблица 6 – Допустимые значения напряжений прикосновений и токов

Продолжительность воздействия t , с	Нормируемая величина		Продолжительность воздействия t , с	Нормируемая величина	
	U , В	I , мА		U , В	I , мА
От 0,01 до 0,08	220	220	0,6	40	40
0,1	200	200	0,7	35	35
0,2	100	100	0,8	30	30
0,3	70	70	0,9	27	27
0,4	55	55	1,0	25	25
0,5	50	50	Св. 1,0	12	2

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

- Экран монитора должен находиться на расстоянии не менее 50 см от пользователя (расстояния от источника);

- Применение приэкранных фильтров, специальных экранов.

Перед началом работы следует убедиться в отсутствии свешивающихся со стола или висящих под столом проводов электропитания, в целостности вилки и провода электропитания, в отсутствии видимых повреждений аппаратуры.

6. В помещении, где выполнялась выпускная квалификационная работа, вибрации отсутствуют или незначительны, поэтому исследование по данному пункту не производилось.

4.2.3 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

1. Перед началом работы следует убедиться в отсутствии свешивающихся со стола или висящих под столом проводов электропитания, в целостности вилки и провода электропитания, в отсутствии видимых

повреждений аппаратуры и рабочей мебели, в отсутствии повреждений и наличии заземления приэкранного фильтра.

2. При отклонении от нормы предоставить обогреватель, вентилятор или увлажнитель воздуха в зависимости от требуемых условий работы.

3. При отклонении от нормы предоставить дополнительные источники света (например, настольные лампы, точечные светильники и т.п.) в зависимости от требуемых условий работы.

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

4.3 Экологическая безопасность

4.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Объект исследования является теоретическим и не оказывает влияния на окружающую среду.

4.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

В ходе данной работы были использованы следующие ресурсы:

- электроэнергия для работы компьютера;
- бумага;
- люминесцентные лампы.

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

При написании ВКР вредных выбросов в атмосферу, почву и водные источники не производилось, радиационного заражения не произошло, чрезвычайные ситуации не наблюдались, поэтому не оказывались существенные воздействия на окружающую среду, и никакого ущерба окружающей среде не было нанесено.

4.3.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

В связи с тем, что огромная масса информации содержится на бумажных носителях, уничтожение бумаги играет очень важную роль. Среди основных методов уничтожения, которые применяются на сегодняшний день для бумажных документов, следует отметить следующие:

- Сжигание документов.
- Шредирование.
- Закапывание.
- Химическая обработка.

Переработка оргтехники включает в себя несколько этапов:

Первый этап – удаление всех опасных компонентов.

Второй этап – удаление всех крупных пластиковых частей. В большинстве случаев эта операция также осуществляется вручную. Оставшиеся после разборки части отправляют в большой измельчитель, и все дальнейшие операции автоматизированы.

Третий этап – измельченные в гранулы остатки компьютеров подвергаются сортировке. Сначала с помощью магнитов извлекаются все железные части. Затем приступают к выделению цветных металлов, которых в ПК значительно больше.

Перегоревшие люминесцентные лампы можно отнести в свой районный ДЭС или РЭУ, где установлены специальные контейнеры. Там их должны бесплатно принять.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Объект исследования является теоретическим и не может привести к возникновению ЧС.

4.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией при написании выпускной квалификационной является пожар на рабочем месте.

В качестве противопожарных мероприятий должны быть применены следующие меры:

- В помещении должны находиться средства тушения пожара;
- Электрическая проводка электрооборудования должна быть исправна;
- Все сотрудники должны знать место нахождения средств пожаротушения и уметь ими воспользоваться, средств связи и номера экстренных служб.

Рабочее помещение оборудовано в соответствии с требованиями пожарной безопасности. Имеется порошковый огнетушитель, а также пожарная сигнализация и средства связи.

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

В случае возникновения пожара сообщить о нем руководителю и постараться устранить очаг возгорания имеющимися силами при помощи первичных средств пожаротушения. Привести в действие ручное пожарное извещающее устройство, если очаг возгорания потушить не удастся, а также сообщить о

возгорании в службу пожарной охраны по телефону 101 или 112, сообщить адрес, место и причину возникновения пожара.

Выводы по разделу

В результате анализа рабочего помещения студента, во время выполнения выпускной квалификационной работы была получена информация о том, что помещение соответствует всем санитарным требованиям организации работы сотрудника за персональным компьютером. Были проанализированы вопросы организации рабочего пространства, освещение рабочего места, вопросы экологической безопасности и безопасности во время чрезвычайных ситуаций.

Заключение

1. Рассмотрены основные методы анализа и прогнозирования временных рядов в языке программирования Python. Выбраны следующие модели: ARIMA(p, d, q), LSTM RNN, framework Prophet.

2. Выбраны данные по котировкам нефти и ПЭТФ за достаточно долгий промежуток времени, данные даны в структурированном виде, что позволило пропустить этап предобработки данных для исследования.

Список литературы

1. Forecasting Crude Oil Prices: a DEEP Learning based Model, Yanhui Chen, Kaijian He, Geoffrey K. F. Tso.
2. Продакт-маркетолог: кто это и почему он нужен вашей команде.
<https://www.carrotquest.io/blog/kto-takoj-product-marketing-manager/>
3. Crude Oil Price Prediction Using LSTM Networks – Varun Gupta, Ankit Pandey
4. Dbouk, W.; Jamali, I. Predicting daily oil prices: Linear and non-linear models. Res. Int. Bus. Financ. 2018, 46, 149–165. [CrossRef]
5. Reisen, V.A.; Lopes, S. Some simulations and applications of forecasting long-memory time-series models. J. Stat. Plan. Infer. 1999, 80, 269–287. [CrossRef]
6. K. Greff, R. K. Srivastava, J. Koutník, B. R. Steunebrink and J. Schmidhuber, "LSTM: A Search Space Odyssey," IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, vol. 28, no. 10, pp. 2222-2232, Oct. 2017.
7. S. Hochreiter and J. Schmidhuber, "Long short-term memory," NeuralComput., vol. 9, no. 8, pp. 1735–1780, Nov. 1997.
8. Colah's Blog: Understanding LSTM Networks. Accessed from <http://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs>
9. Brent Oil Prices Forecast with Prophet and ARIMA,
<https://medium.com/analytics-vidhya/brent-oil-prices-forecast-with-prophet-and-arima-50f5f177da5b>
10. Prophet: forecasting at scale, <https://research.fb.com/blog/2017/02/prophet-forecasting-at-scale/>
11. Time series Forecasting with Prophet, <https://xang1234.github.io/prophet/>
12. Теория случайных процессов. Крицкий О. Л., Шинкеев М. Л.

13. Методика построения модели ARIMA для прогнозирования динамики временных рядов, А.В. Трегуб.
14. <https://ru.wikipedia.org/wiki/ARIMA>
15. Understanding LSTM Networks, <https://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/>
16. S. Hochreiter and J. Schmidhuber, “Long short-term memory,” Neural Comput., vol. 9, no. 8, pp. 1735–1780, Nov. 1997.
17. A beginners guide to LSTM`s and Recurrent Neural Networks, <https://pathmind.com/wiki/lstm>
18. Forecasting at scale. Sean J. Taylor, Benjamin Letham.
19. Теорема Байеса: святой Грааль Data science. <https://proglib.io/p/bayes-theorem/>
20. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
21. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018)
23. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования от 01.03.1986: дата введения 01.01.1979. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/31970> (дата обращения: 26.04.2020). – Текст: электронный.
24. ГОСТ 21889-76. Система «человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования. от 01.03.1993: дата введения 30.06.1977. – URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/34252/> (дата обращения: 26.04.2020). – Текст: электронный.
25. ГОСТ 22269-76. Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические

требования от 01.12.1989: дата введения 01.01.1978. – <https://internet-law.ru/gosts/gost/33818/> (дата обращения: 26.04.2020). – Текст: электронный.

26.ГОСТ Р 50923-96. Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения от 01.01.2008: дата введения 30.06.1997. – <https://internet-law.ru/gosts/gost/5265/> (дата обращения: 26.04.2020). – Текст: электронный.

27.СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы

28. ГОСТ 12.1.002–84 Система стандартов безопасности труда. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах от 01.07.2009: дата введения 01.01.1986. – <https://internet-law.ru/gosts/gost/39086/> (дата обращения: 26.04.2020). – Текст: электронный.

29.СП 52.13330.2016 – указать действующий Свод правил естественное и искусственное освещение.

30.ГОСТ 12.1.038–82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов от 01.1.1988: дата введения 30.06.1983. – <https://internet-law.ru/gosts/gost/21681> (дата обращения: 01.05.2020). – Текст: электронный.

1. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны от 01.01.2008: дата введения 01.01.1989. – <https://internet-law.ru/gosts/gost/1583> (дата обращения: 26.04.2020). – Текст: электронный.

2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

3. СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.