

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 09.03.02 Информационные системы и технологии
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение информационных технологий

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Сегментация временных рядов для выделения шаблонов в больших массивах данных

УДК 004.657:004.451

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И7А	Заикин Никита Денисович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР ТПУ	Кочегурова Е.А.	К.Т.Н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Маланина В.А.	К.Э.Н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП ТПУ	Аверкиев А.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР ТПУ	Цапко И.В.	К.Т.Н., доцент		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной форме на государственном и иностранном (-ых) языке
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этническом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течении сей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Владеет широкой общей подготовкой (базовыми знаниями) для решения практических задач в области информационных систем и технологий
ОПК(У)-2	Способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОПК(У)-3	Способен применять основные приемы и законы создания и чтения чертежей и документации по аппаратным и программным компонентам информационных систем
ОПК(У)-4	Понимает сущность и значения информации в развитии современного информационного общества, соблюдает основные требования к информационной безопасности, в том числе защите государственной тайны
ОПК(У)-5	Способен использовать современные компьютерные технологии поиска информации для решения поставленной задачи, критического анализа этой информации и обоснования принятых идей и подходов к решению
ОПК(У)-6	Способен выбирать и оценивать способ реализации информационных систем и устройств (программно-, аппаратно- или программно-аппаратно-) для решения поставленной задачи
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-11	Способен к проектированию базовых и прикладных информационных

	технологий
ПК(У)-12	Способен разрабатывать средства реализации информационных технологий (методические, информационные, математические, алгоритмические, технические и программные)
ПК(У)-13	Способен разрабатывать средства автоматизированного проектирования информационных технологий
ПК(У)-14	Способен использовать знание основных закономерностей функционирования биосферы и принципов рационального природопользования для решения задач профессиональной деятельности
ДПК(У)-1	Способен использовать технологии разработки объектов профессиональной деятельности в бизнесе и осуществлять все виды деятельности в условиях экономики информационного общества.

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

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 09.03.02 Информационные системы и технологии
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Цапко И.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
8И7А	Заикину Никите Денисовичу

Тема работы:

Сегментация временных рядов для выделения шаблонов в больших массивах данных	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	05.02.2021 №36-82/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

	11.06.2021
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования: временные ряды и методы обнаружения разладки. Цель работы: создание приложения для обнаружения разладки во временных рядах и их сегментирования. Режим работы: непрерывный.
---------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Обзор и исследование предметной области; Проектирование приложения; Программная реализация приложения; Анализ результатов разработки; Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; Социальная ответственность.
Перечень графического материала	Скриншоты графиков временных рядов; Блок-схемы работы алгоритма; Скриншоты пользовательского интерфейса; Матрица SWOT-анализа; Диаграмма Ганта.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Маланина Вероника Анатольевна
Социальная ответственность	Аверкиев Алексей Анатольевич

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

--

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	27.01.2021
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Кочегурова Е.А.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И7А	Заикин Никита Денисович		

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

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 09.03.02 Информационные системы и технологии
 Уровень образования – бакалавр
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение информационных технологий
 Период выполнения – весенний семестр 2021 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2021
--	------------

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

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Кочегурова Елена Алексеевна	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Цапко Ирина Валерьевна	к.т.н., доцент		

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

Студенту:

Группа	ФИО
8И7А	Заикину Никите Денисовичу

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	09.03.02 Информационные системы и технологии

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад инженера – 20640 руб. Оклад руководителя – 32664 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премияльный коэффициент 30%; Коэффициент доплат и надбавок 20%; Районный коэффициент 30%; Коэффициент дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату 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	- Анализ конкурентных технических решений
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры и трудоёмкости работ; - разработка графика Гантта. Формирование бюджета затрат: - материальные затраты; - затраты на специальное оборудование; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	- Определение потенциального эффекта исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График Гантта
4. Расчёт бюджета затрат

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Маланина В.А	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И7А	Заикин Никита Денисович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8И7А	Заикину Никите Денисовичу

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	09.03.02 Информационные системы и технологии

Тема ВКР:

Сегментация временных рядов для выделения шаблонов в больших массивах данных

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Объект исследования – программное обеспечение для поиска разладок и сегментирования временных рядов.</p> <p>Рабочая зона – аудитория с естественным и искусственным освещением, оборудованная системой отопления и кондиционирования воздуха.</p> <p>Область применения – прикладные задачи организаций любого рода.</p>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <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 12.1.038–82. 	<p>Регулирования организации рабочего места при выполнении работы сидя проводятся согласно ГОСТ 12.2.032-78.</p> <p>Общие эргономические требования согласно ГОСТ 22269–76</p> <p>Трудовые отношения регулируются согласно ТК РФ ФЗ–197 от 30.12.2001.</p> <p>Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018).</p> <p>СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* (с Изменением N 1)</p> <p>СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с Поправкой)</p> <p>Опасность поражения электрическим током по ГОСТ 12.1.038–82 и ГОСТ 12.1.019-2017</p> <p>Общие требования к электрозащите согласно ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ</p> <p>ГОСТ Р 53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов</p> <p>Технический регламент по ПБ и норм пожарной безопасности (НПБ 105-03) и удовлетворять требованиям по предотвращению и тушению пожара по ГОСТ 12.1.004-91 и СНиП 21-01-97.</p>
<p>2. Производственная безопасность:</p>	<p>Вредные:</p>

<p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>1. недостаточная освещённость рабочей зоны; 2. превышение уровня шума; 4. отклонение показателей микроклимата в помещении; Опасные: 1. опасность поражения электрическим током.</p>
<p>3. Экологическая безопасность:</p>	<p>С выполнением данной работы могут быть связаны факторы, негативно влияющие на экологию, связанные с эксплуатацией компьютера и мобильного устройства. Негативное воздействие на гидросферу и атмосферу проявляется в время производства оргтехники – компьютера и смартфона. Негативное воздействие на литосферу проявляется в виде отходов при поломке оргтехники, а также при их утилизации.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>Основные и типичные чрезвычайные ситуации в офисном помещении: пожар, ураган, терроризм (наиболее вероятная ЧС – пожар)</p>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Аверкиев Алексей Анатольевич	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8И7А	Заикин Никита Денисович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 72 страницах, содержит 26 рисунков, 14 таблиц, 15 источников литературы, 2 приложения.

Ключевые слова: сегментация, временной ряд, разладка, нестационарный, кумулятивные суммы.

Объектом исследования являются методы обнаружения разладки и сегментация временных рядов.

Цель работы – реализация метода обнаружения разладки для нестационарных временных рядов, а также их последующая сегментация на основе полученных разладок.

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы была разработана программа, позволяющая визуализировать временной ряд на графике, обнаружить разладку согласно введенным параметрам, а также провести сегментацию временного ряда.

Разработанная программа может быть использована в различных прикладных задачах, в которых необходимо отслеживать динамику временного ряда.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	14
1 МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ РАЗЛАДКИ ВО ВРЕМЕННЫХ РЯДАХ.....	16
1.1 Анализ предметной области.....	16
1.2 Виды методов поиска разладки	18
1.2.1 Метод кумулятивных сумм	19
1.2.2 Подход Ширяева.....	19
1.2.3 Анализ сингулярного спектра	20
1.2.4 Согласованный уровень стационарности	21
2 АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ РАЗЛАДКИ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ.....	22
2.1 Модификация метода кумулятивных сумм.....	22
2.2 Блок-схема вычисления кумулятивных сумм	23
3 РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА	27
3.1 Методы и средства разработки программного приложения.....	27
3.1.1 Язык программирования.....	27
3.1.2 Среда разработки.....	27
3.1.3 Используемые библиотеки	27
3.2 Блок-схема алгоритма модификации метода кумулятивных сумм	29
3.3 Визуализация тестовых данных.....	29
3.4 Программный интерфейс.....	33
3.5 Экспериментальные вычисления.....	35
3.4.1 Датасеты	35
3.4.2 Сегментация нестационарного временного ряда.....	35
3.4.3 Сегментация стационарного временного ряда.....	36
3.4.4 Сегментация произвольных временных рядов.....	37
3.4.5 Результаты вычислительных экспериментов	41
Глава 4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	42
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	42
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	42
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений	42

4.1.3 SWOT-анализ	43
4.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	44
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	44
4.2.2 Определение трудоёмкости выполнения работы.....	45
4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	46
4.3 Бюджет научно-технического исследования	47
4.3.1 Расчёт материальных затрат научно-технического исследования.....	47
4.3.2 Расчёт затрат на специализированное оборудование для научных (экспериментальных) целей	48
4.3.3 Основная заработная плата исполнителей проекта	48
4.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	50
4.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	51
4.3.6 Накладные расходы.....	52
4.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта..	52
4.4 Определения потенциального эффекта исследования	53
Глава 5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	54
5.1 Введение.....	54
5.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	54
5.2.1 Правовые нормы трудового законодательства	54
5.2.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	55
5.3 Производственная безопасность.....	57
5.3.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов	58
5.3.1.1 Недостаточная освещенность рабочей зоны	58
5.3.1.2 Повышенный уровень шума.....	59
5.3.1.3 Отклонение показателей микроклимата в помещении.....	60
5.3.1.4 Опасность поражения электрическим током.....	62
5.4 Экологическая безопасность.....	63
5.4.1 Влияние объекта исследования на окружающую среду	63
5.4.2 Мероприятия по защите окружающей среды.....	64
5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	65
5.5.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при разработке объекта исследований	65
5.5.2 Действия в результате возникновения чрезвычайной ситуации и мер по ликвидации ее последствий.....	65

5.5.3 Выводы по разделу.....	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	68
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	69
ПРИЛОЖЕНИЕ А Временные показатели осуществления разработки.....	71
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Календарный план-график проведения работ.....	72

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время анализ временных рядов может использоваться в различных сферах деятельности. В качестве примеров можно рассмотреть курс валюты на бирже, трафик сети, данные, характеризующие параметры технических, биологических и социальных систем, и многое другое. Также одним из инструментов для автоматизации процессов предприятия может служить анализ статистики работы какого-либо устройства на основе временных рядов. Кроме того, временные ряды предназначены для анализа биометрических данных живых организмов, телеметрических данных аппаратов, счетчиков радиоактивности и т.д. Подобные временные ряды могут содержать информацию о правильности работы устройства или информацию о каких-либо изменениях в тенденции процесса.

Также следует заметить, что в качестве временных рядов часто выступают большие данные. Для того чтобы использовать большие данные в качестве временных рядов необходима их обработка. Под обработкой подразумевается структурирование информации, очистка данных от мусора, выбросов, пустых строк, некорректных значений и т.д.

Данные временных рядов - это последовательности измерений во времени, описывающие поведение систем. Это поведение может меняться со временем из-за внешних событий или внутренних систематических изменений в динамике процесса.

В данной работе анализ данных проводится с целью обнаружения момента разладки. То есть нахождения момента времени, где происходит значительное изменение динамических свойств временного ряда. В результате обнаружения моментов разладки исходный временной ряд разбивается на сегменты, которые соответствуют разным динамикам исходного процесса.

При анализе технических объектов под разладкой понимают отклонение контролируемых параметров анализируемой системы от нормативных пределов [1]. Эти параметры могут быть собственно теми, которые обеспечивают

безопасность эксплуатации изделия, как, например, напряжение в электрической сети, или измерения могут быть косвенными в виде средств неразрушающего контроля, если прямые по ряду причин проведены быть не могут. Это классическое понимание разладки.

Различные методы обнаружения разладок помогают определить, действительно ли процесс достиг статистически управляемого состояния на правильно заданном уровне или остается в этом состоянии, а затем поддерживать управление и высокую степень однородности важнейших характеристик продукции или услуги посредством непрерывной записи информации о качестве продукции в процессе производства [2].

Однако при анализе и технических, и другой природы процессов редко бывают заданы нормативные границы. Чаще всего интересуют моменты смены динамики устойчивого процесса: появление тренда любого характера, возникновение резких флуктуаций и др. Шире становится и понятие разладки.

Тема данной работы посвящена поиску моментов разладки, то есть поиску динамических изменений состояния процесса и соответственно временного ряда. Особую актуальность обнаружения разладки представляет поиск разладки в реальном времени.

1 МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ РАЗЛАДКИ ВО ВРЕМЕННЫХ РЯДАХ

1.1 Анализ предметной области

Временной ряд – это набор статистических данных по какому-либо параметру, собранных в разное время. Временной ряд отличается от обычной выборки тем, что данные ряда взаимосвязаны со временем. Временные ряды бывают стационарными и нестационарными. Стационарный временной ряд характеризуется постоянным математическим ожиданием и дисперсией (рисунок 1).

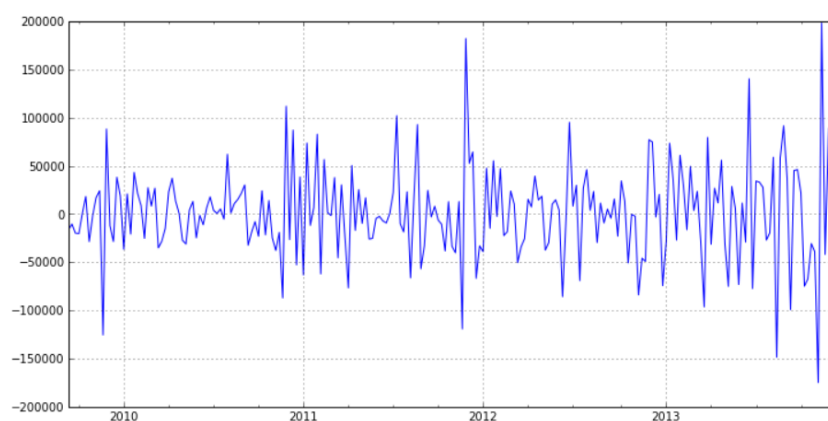


Рисунок 1 – Стационарный временной ряд

Нестационарный временной ряд характеризуется непостоянным математическим ожиданием или дисперсией (рисунок 2).



Рисунок 2 – Нестационарный временной ряд

Разладка в статистическом смысле – изменение одного распределения случайной величины на другое, произошедшее в случайный момент времени.

При этом хорошо изучены разрядки для стационарных распределений и нет единого подхода для нестационарных рядов. Примеры разрядок представлены на рисунках 3, 4, 5.

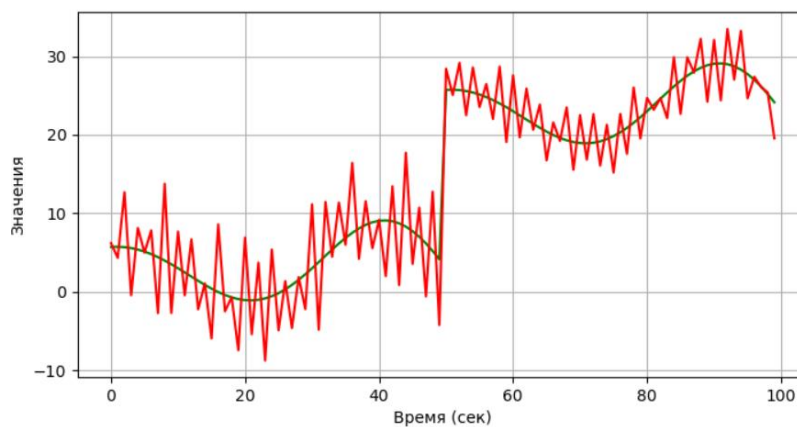


Рисунок 3 – Пример разрядки по среднему значению

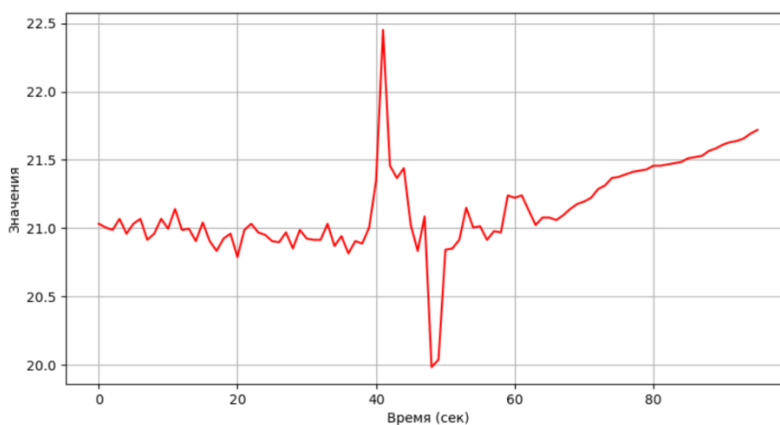


Рисунок 4 – Пример разрядки по дисперсии

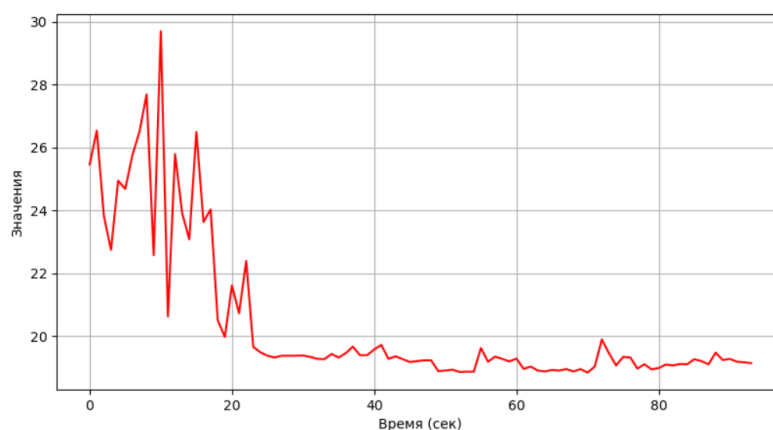


Рисунок 5 – Пример разрядки по среднему и дисперсии

При анализе данных временные ряды возникают в результате обработки больших данных. Большие данные – это данные, которые характеризуются большим разнообразием, скоростью поступления и объемом.

Большие данные могут быть структурированными и неструктурированными.

Неструктурированными данными являются данные различных форматов, которые сложно проанализировать.

Структурированными соответственно являются данные, которые поддаются анализу и компьютерной обработке с помощью программных систем.

1.2 Виды методов поиска разладки

Как было сказано ранее, основная цель работы – это обнаружение разладки во временном ряду в режиме реального времени. Все алгоритмы и методы поиска разладки можно разделить на 3 группы:

- 1) методы обнаружения разладки для стационарных рядов;
- 2) методы обнаружения разладки для нестационарных рядов;
- 3) адаптивные методы обнаружения разладки, применяемые к любым процессам, независимо от статистических свойств ряда или для рядов с особыми характеристиками.

Основным методом поиска разладки для нестационарных и стационарных временных рядов является метод подсчета кумулятивных сумм. Также существует множество модификаций данного метода, в качестве обзора будет рассмотрено несколько из них:

- Метод Ширяева на основе байесовских подходов;
- Согласованный уровень стационарности Кислицына;
- Последовательный метод на основе кумулятивных сумм.

Также будет рассмотрен метод SSA (анализ сингулярного спектра), который может использоваться для разложения временного ряда по

определенным параметрам для дальнейшего поиска разладки по каждому из них.

1.2.1 Метод кумулятивных сумм

Алгоритм кумулятивных сумм был создан Пейджем в 1954 году и лег в основу многих модификаций [3]. Особенность данного алгоритма заключается в его возможности последовательного анализа временного ряда.

Основная идея метода состоит в вычислении особых характеристик, так называемых кумулятивных сумм. Когда значение суммы на определенной итерации превышает ранее заданное пороговое значение, фиксируется разладка.

Сумма определяется по формуле 1:

$$\begin{aligned} S_0 &= 0 \\ S_{n+1} &= \max(0, S_n + x_n - \omega_n), \end{aligned} \quad (1)$$

где x_n - значение временного ряда, ω_n - значение весов.

Данный подход может использоваться для анализа нестационарных рядов и является оптимальным с точки зрения сложности реализации.

К недостаткам данного подхода относится необходимость задания значения порога и весов.

1.2.2 Подход Ширяева

Данная модификация была создана Ширяевым в 1960 году для стационарных рядов [4]. В работе исследуются байесовские подходы, смысл которых заключается в минимизации средней задержки обнаружения изменения при ограничении на среднюю вероятность ложной тревоги. Подход Ширяева является оптимальным при известном априорном распределении момента разладки, что не является реальным для большинства прикладных задач. Также рассмотрена процедура Ширяева-Робертса, которая не использует априорное распределение и имеет схожие характеристики с методом Ширяева. В работе Спивака В.С. рассматривается сравнение этих методов [5].

На рисунке 6 представлено сравнение метода кумулятивных сумм, подхода Ширяева и процедуры Ширяева-Робертса.

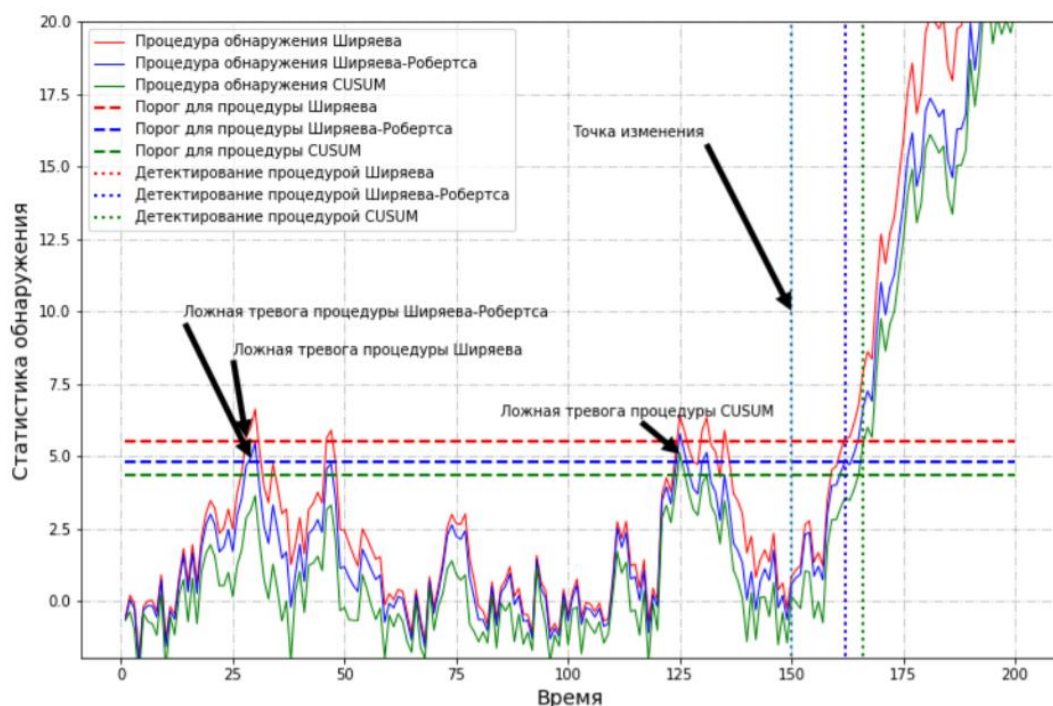


Рисунок 6 – Сравнение подходов

Можно сделать вывод, что наиболее используемая процедура CUSUM имеет весьма низкие характеристики по сравнению с остальными методами, но только она может использоваться для обнаружения разладки в нестационарных рядах. Также стоит отметить, что Тартаковский в своей работе реализовал оптимизацию подхода Ширяева. Для более жесткого ограничения на вероятность ложной тревоги, в качестве порога h вместо постоянного значения используется растущая функция [6].

1.2.3 Анализ сингулярного спектра

Данный принцип основан на методе главных компонент и может применяться для нестационарных рядов. Основная цель SSA (Анализ сингулярного спектра) — разложить ряд в сумму интерпретируемых компонент, таких как тренд, периодические компоненты, шум [7]. Далее на основе разложенных компонент проводится анализ резких скачков или изменений, на основе которых выдвигаются предположения о наличии

разладки. При анализе выбирается окно длиной L и по нему проводится анализ временного ряда.

Алгоритм SSA имеет достаточно сложную реализацию, хотя и может быть применен для упрощения обнаружения разладки. Но в данном случае, для качественного анализа временного ряда и своевременного обнаружения разладки значительно возрастает вычислительная нагрузка, что затрудняет использование в РМВ.

1.2.4 Согласованный уровень стационарности

В данном методе вводится понятие согласованного уровня стационарности (СУС) [1]. Понятие СУС используется при определении разладки. На основе непараметрической статистики Колмогорова-Смирнова определяется принадлежность двух выборок длины N одной генеральной совокупности по формуле 2:

$$S_N = \sup |F_{1,N}(x) - F_{2,N}(x)|, \quad (2)$$

где $F(x)$ – функции распределения.

Для статистики имеет место асимптотика по формуле 3:

$$\lim_{N \rightarrow \infty} P \left\{ 0 < \sqrt{\frac{N}{2}} S_N < z \right\} = K(z), \quad (3)$$

где $K(z)$ – табулированная функция Колмогорова.

На основе приведенных формул добавляется понятие уровня значимости, на основе которого делается предположение, что произошло событие, несовместимое с понятием случайности.

Метод не является оптимальным, так как с ростом длины выборки теряется понимание разницы между случайностью и разладкой.

2 АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ РАЗЛАДКИ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ

2.1 Модификация метода кумулятивных сумм

Исходя из анализа рассмотренных методов, можно сделать вывод, что не все предложенные методы могут быть использованы для реализации поиска разладки для нестационарных рядов в режиме реального времени. Самым подходящим методом для этой задачи является данная модификация, которая будет рассмотрена далее.

В выбранном методе данные стохастические с неизвестными функциями распределения. Для поиска разладки используется последовательный анализ, что подразумевает поиск разладки в режиме реального времени. Решения об обнаружении точки изменения принимаются после момента поступления измерения.

Для последовательных методов обнаружения точки изменения динамики ряда (разладки) учитываются две характеристики: промежуток времени между ложными тревогами, когда принимается решение о том, что изменение произошло до точки изменения, и среднее время задержки, когда решение принимается после точки изменения с использованием некоторых дополнительных наблюдений. В основе данного алгоритма лежит метод кумулятивных сумм, предложенный Пейджем. Для того чтобы найти точку разладки между разными функциями распределения использовалась модификация Воробейчикова [8].

Рассмотрим алгоритм Воробейчикова.

Пусть $\{X_i\}_{i \geq 1}$ – последовательность независимых переменных с функцией распределения, а значение a удовлетворяет следующему условию по формуле 4:

$$a = \begin{cases} a_0, & \leq \theta \\ a_1, & > \theta \end{cases}, \quad (4)$$

где θ – точка изменения. Предполагается, что значения a_0 и a_1 – неизвестны и $a_1 > a_0$. Задача состоит в определении точки θ по наблюдениям x_i .

Для определения точки разладки используется формула: $y_i = \text{sign}(x_i - x_{i-k}), i > k$, где k – глубина памяти (если предполагается, что существует единственная точка изменения, тогда параметр k должен быть взят как можно большим).

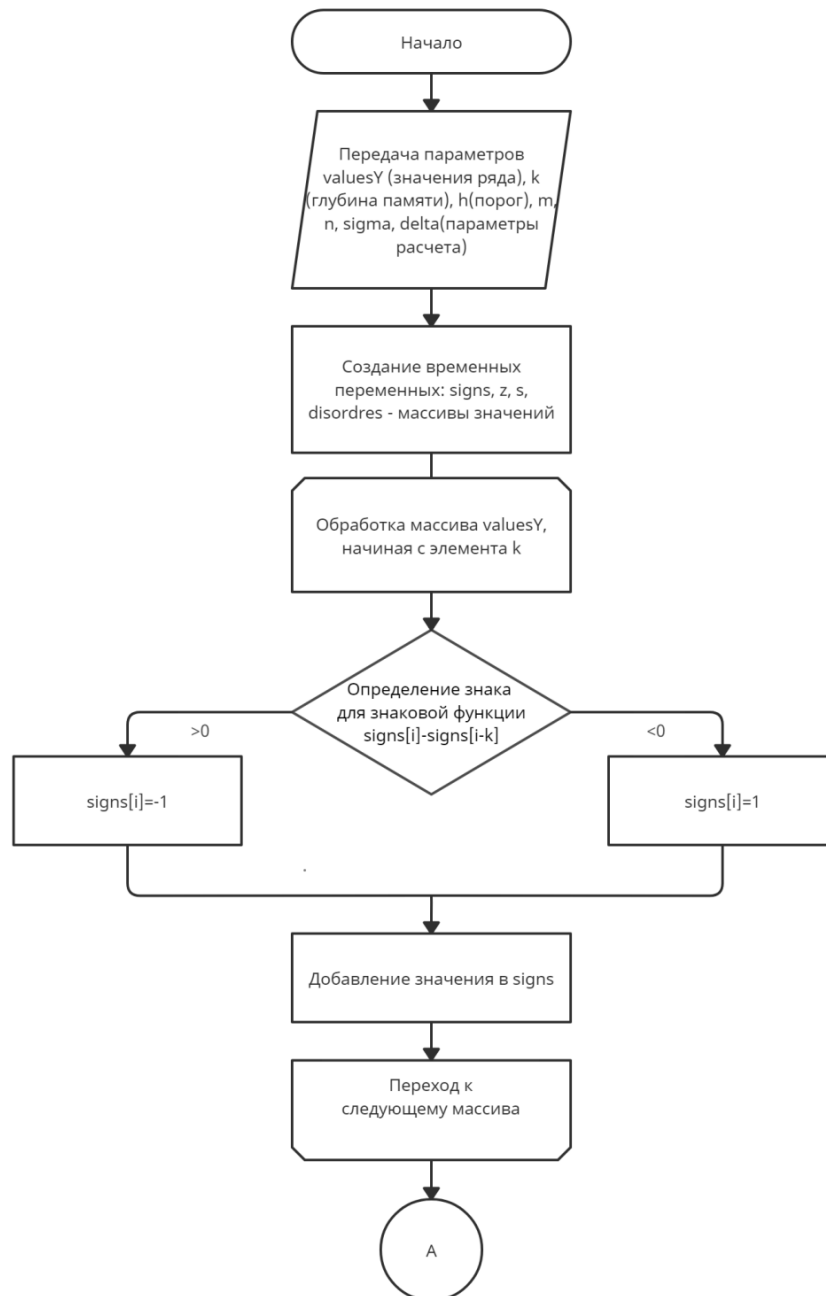
По результатам формулы определяется нулевое или положительное ожидание. Переменные y_i имеют нулевые ожидания, если $i \leq \theta$ или $i > \theta + k$, и имеют положительные ожидания, если $\theta < i \leq \theta + k$. Если ожидание равно нулю, то x_i и x_{i-k} имеют одинаковые функции распределения.

На основе полученных y_i используется метод кумулятивных сумм и определяется точка изменения.

Особенностью данного метода является устойчивость к выбросам на основе добавления знаковой функции.

2.2 Блок-схема вычисления кумулятивных сумм

Схема вычисления кумулятивных сумм представлена на рисунке 7.



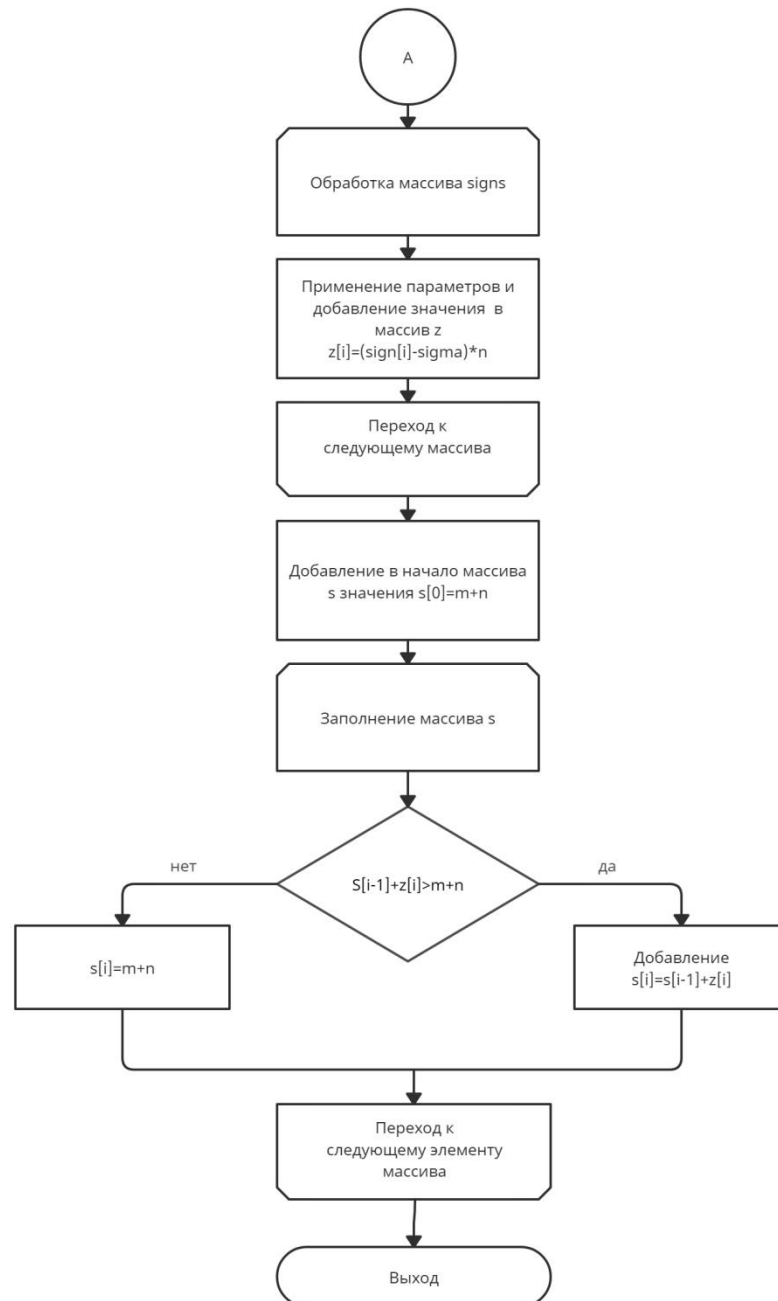


Рисунок 7 – Блок-схема расчета кумулятивных сумм

Поиск момента разладки основан на применении знаковой функции и последующем вычислении кумулятивных значений. Для определения знака производится последовательное вычисление разности значений элементов исходного массива values, отстоящих друг от друга на глубину памяти k. Результат сравнение сохраняется в виде +1 и -1 в промежуточном массиве signs.

Затем элементы промежуточного массива z изменяются в соответствии с пользовательскими настройками чувствительности алгоритма.

Результирующий массив s формируется из промежуточного через применение алгоритма кумулятивной суммы.

3 РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА

3.1 Методы и средства разработки программного приложения

3.1.1 Язык программирования

Для реализации алгоритма и визуализации графиков был выбран язык программирования Python. Python – это активно развивающийся скриптовый язык, который используют для решения большого объема самых разноплановых проблем и задач. Также стоит отметить, что в настоящее время в сфере Data Science преимущественно используется данный язык. Плюсом данного языка является наличие множества библиотек для работы с данными, а также простота реализации.

3.1.2 Среда разработки

В качестве среды разработки был выбран PyCharm – интегрированная среда разработки для языка программирования Python.

Из плюсов PyCharm можно выделить:

- Мощный и функциональный редактор кода
- Кросс-платформенность
- Быстрый просмотр документации для любого элемента прямо в окне редактора

3.1.3 Используемые библиотеки

Для реализации алгоритма и визуализации графиков использовались такие библиотеки как NumPy и matplotlib соответственно. Для обработки excel файлов использовалась библиотека Pandas. Интерфейс программы создавался с помощью библиотеки wxPython.

Библиотека NumPy предоставляет реализации вычислительных алгоритмов (в виде функций и операторов), оптимизированные для работы с многомерными массивами. В результате любой алгоритм, который может быть выражен в виде последовательности операций над массивами (матрицами) и

реализованный с использованием NumPy, работает так же быстро, как эквивалентный код, выполняемый в MATLAB [9].

Matplotlib – это библиотека на языке программирования Python для визуализации данных двумерной графикой. Данный пакет имеет множество удобных функций для работы с графиками. Одной из них в данной работе является возможность интерактивности графика, что позволяет обновлять график новыми значениями в режиме реального времени [10].

Pandas – это библиотека, которая обеспечивает работу в рамках среды Python не только для сбора и очистки данных, но для задач анализа и моделирования данных, без переключения на более специфичные языки для статистической обработки данных (такие как R и Octave).

WxPython – это обёртка библиотеки кроссплатформенного графического интерфейса пользователя для Python, основой которого является кроссплатформенная API (интерфейс программирования приложений) wxWidgets, написанная на языке программирования C++ [11].

3.2 Блок-схема алгоритма модификации метода кумулятивных сумм

Общая схема работы программы представлена на рисунке 8.



Рисунок 8 – Общая блок-схема алгоритма

При запуске программы необходимо ввести нужные параметры, такие как значение порога для вычисления разладки h , отношение чувствительности алгоритма к значению скачка среднего m и n , значение минимального скачка среднего Δ и значение глубины памяти k .

3.3 Визуализация тестовых данных

В качестве временного ряда для первых двух графиков рассматриваются две тестовые функции, на основе которых считаются кумулятивные суммы:

```
for i in range(count - 50, count):  
    valuesOfLine.append(math.sin((math.pi * i) / 20) * pow(math.e, 0.02 * i)  
+ 3)
```

```

for i in range(count - 50, count):
    valuesOfLine.append((math.sin((math.pi * i) / 20) * pow(math.e, 0.02 *
i) + 3)+20)

```

В результате работы программы формируются 2 графика с тестовыми значениями, которые зависят от времени, и с графиком кумулятивных сумм. Графики можно увидеть на рисунках 9 и 10.

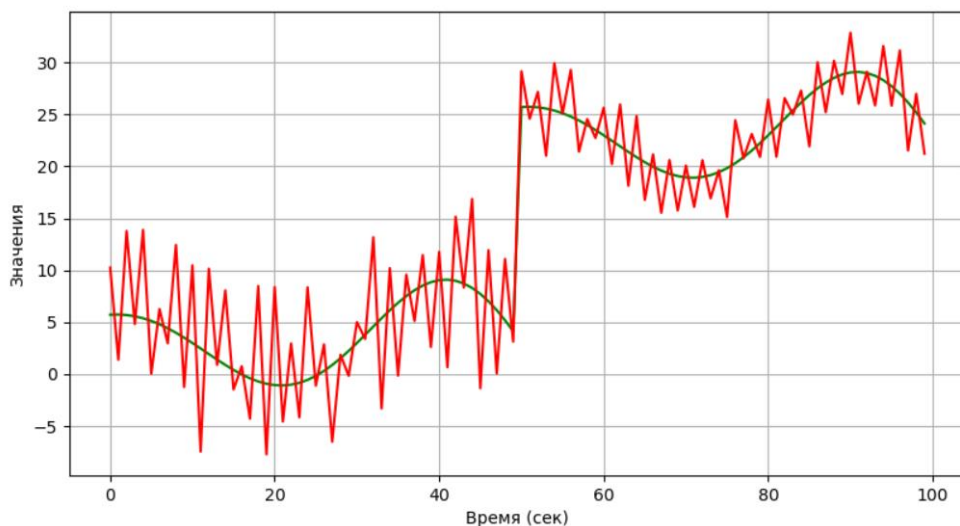


Рисунок 9 – График с изменением среднего значения

На графике показано существенное изменение среднего значения временного ряда без восстановления к прежним значениям.

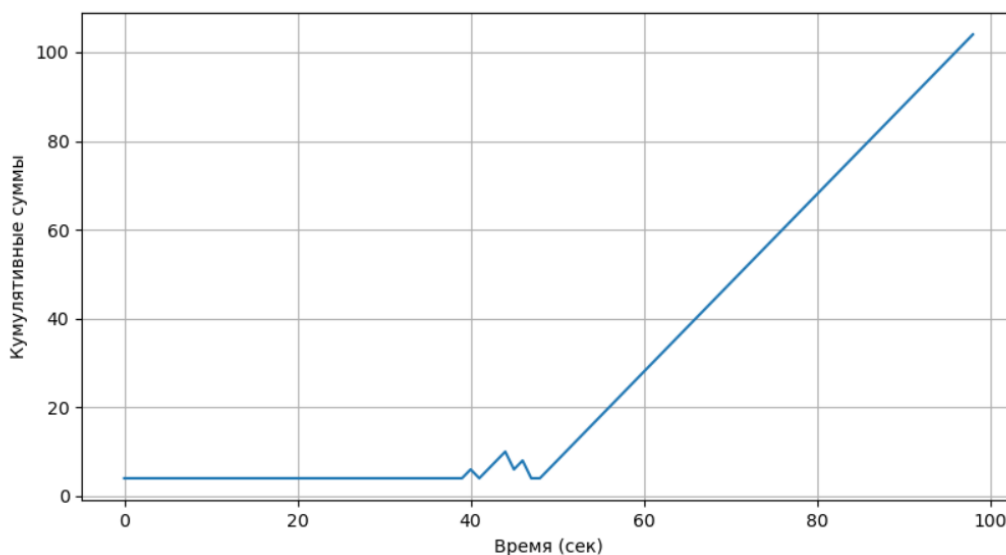


Рисунок 10 – Накопленные суммы, реагирующие на повышение среднего значения

Параметры алгоритма в приведенном примере были приняты за $m=1$ и $n=3$, следовательно, $\delta=0.33$ и $l=4$, $k=40$. Теперь сравним графики на рисунках 9 и 10. На первом графике можно увидеть разладку в интервале [47, 52] по оси x . На втором графике можно увидеть начало роста кумулятивной суммы на том же интервале.

На рисунке 11 представлен график с резким изменением дисперсии ВР. График полученных кумулятивных сумм можно увидеть на рисунке 12.

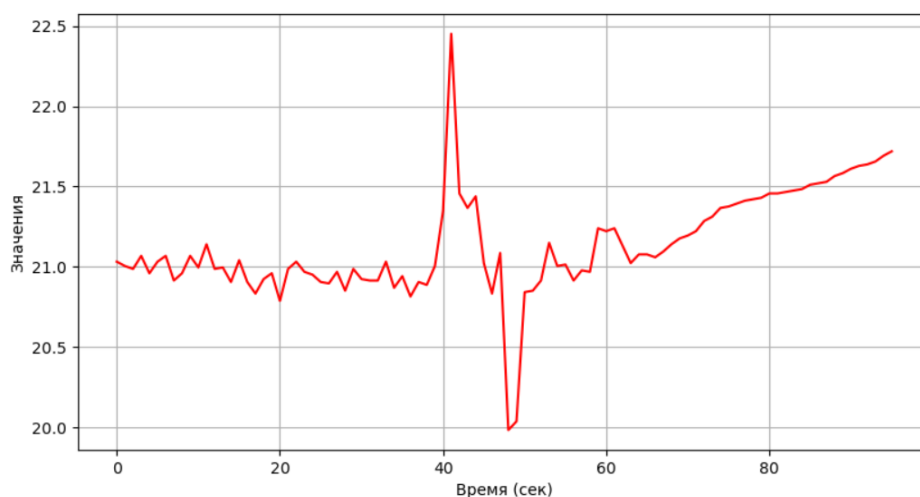


Рисунок 11 – График с изменением дисперсии

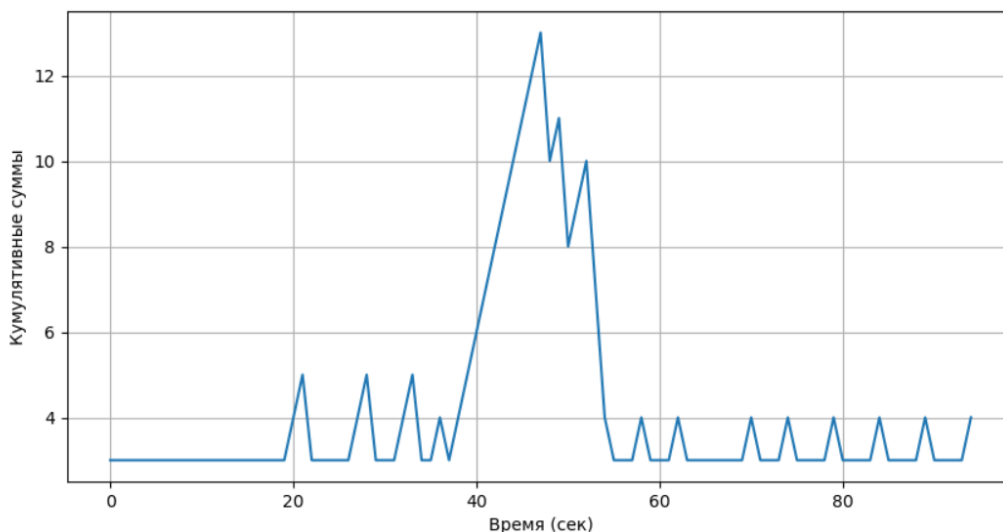


Рисунок 12 – Накопленные суммы, реагирующие на изменение дисперсии

Параметры алгоритма в приведенном примере были приняты за $m=1$ и $n=2$, следовательно, $\delta=0.5$ и $l=3$, $k=20$. Теперь сравним графики на рисунках 11 и 12. На первом графике можно увидеть разладку в интервале [40, 55] по оси x . Кумулятивные суммы показывают свое максимальное значение в

том же интервале. Также следует отметить, что в данном примере для расчета значений знаковой функции использовалась формула $y_i = \text{sign}(x_i^2 - x_{i-k}^2), i > k$, так как отслеживается увеличение дисперсии.

На рисунке 13 изображен график временного ряда, среднее значение и дисперсия которого убывают со временем. График с кумулятивными суммами данного примера представлен на рисунке 14.

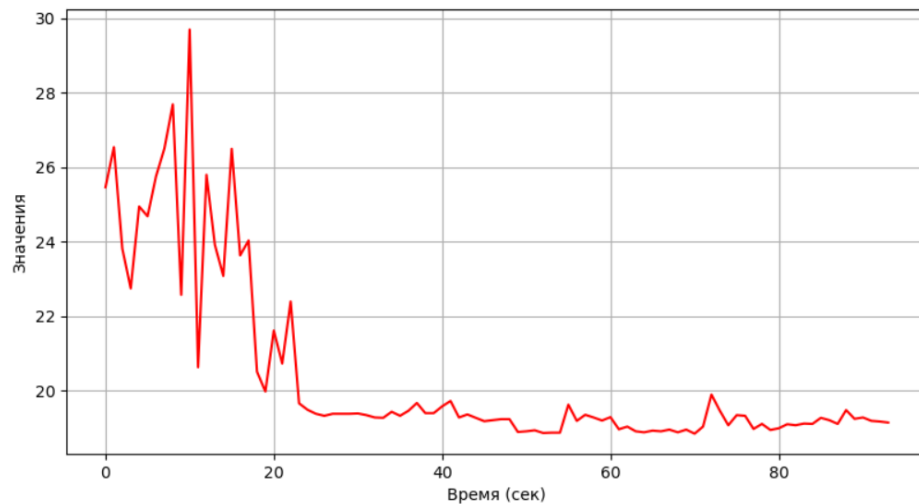


Рисунок 13 – График с уменьшением дисперсии и среднего значения

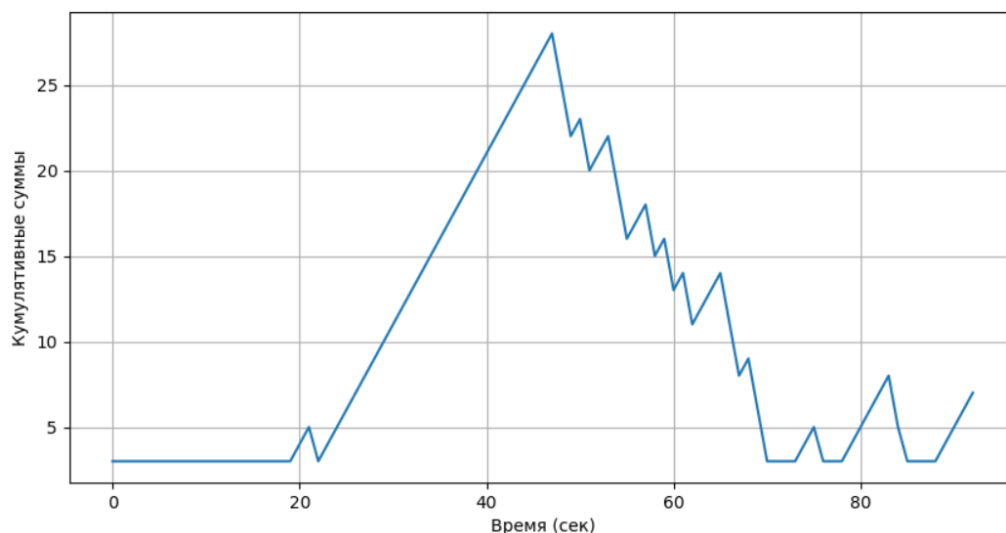


Рисунок 14 – Накопленные суммы, реагирующие на уменьшение среднего значения и дисперсии

Параметры алгоритма в приведенном примере были приняты за $m=1$ и $n=2$, следовательно, $\delta=0.5$ и $l=3$, $k=20$. Рассмотрим графики на рисунках 13 и 14. Для того чтобы обнаружить уменьшение дисперсии и среднего значения в качестве знаковой статистики вместо y_i использовалось $-y_i$. После этого изменения можно увидеть, что с падением среднего значения и дисперсии ВР кумулятивная сумма начинает накапливаться и достигает своего предела, что дает возможность зафиксировать разладку.

3.4 Программный интерфейс

Как упоминалось ранее, программный интерфейс был реализован с помощью библиотеки WxPython. Было добавлено меню с вводом параметров для обнаружения разладки (рис. 15).

Введите значения параметров:

Введите значение m -	<input type="text" value="1"/>	Введите значение k (глубина памяти) -	<input type="text" value="1"/>
Введите значение n -	<input type="text" value="2"/>	Введите значение h (порог) -	<input type="text" value="0"/>

Рисунок 15 – Ввод параметров алгоритма

После ввода параметров пользователю доступен выбор анализируемого графика. В программу было добавлено 2 набора данных, примеры которых упоминались в работе, и возможность выбора своих данных (рис.16).

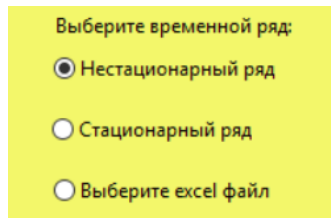


Рисунок 16 – Выбор данных

После ввода параметров и выбора данных пользователю предоставлено меню с возможными действиями (рис. 17).

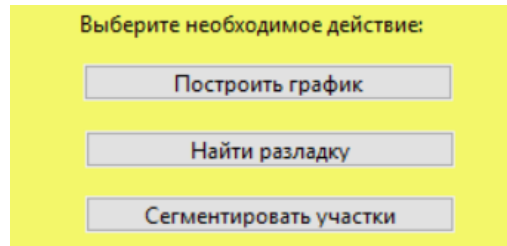


Рисунок 17 – Выбор данных

На основе выбранных действий строятся графики временного ряда и кумулятивных сумм, а также отмечаются сегменты (рис. 18).

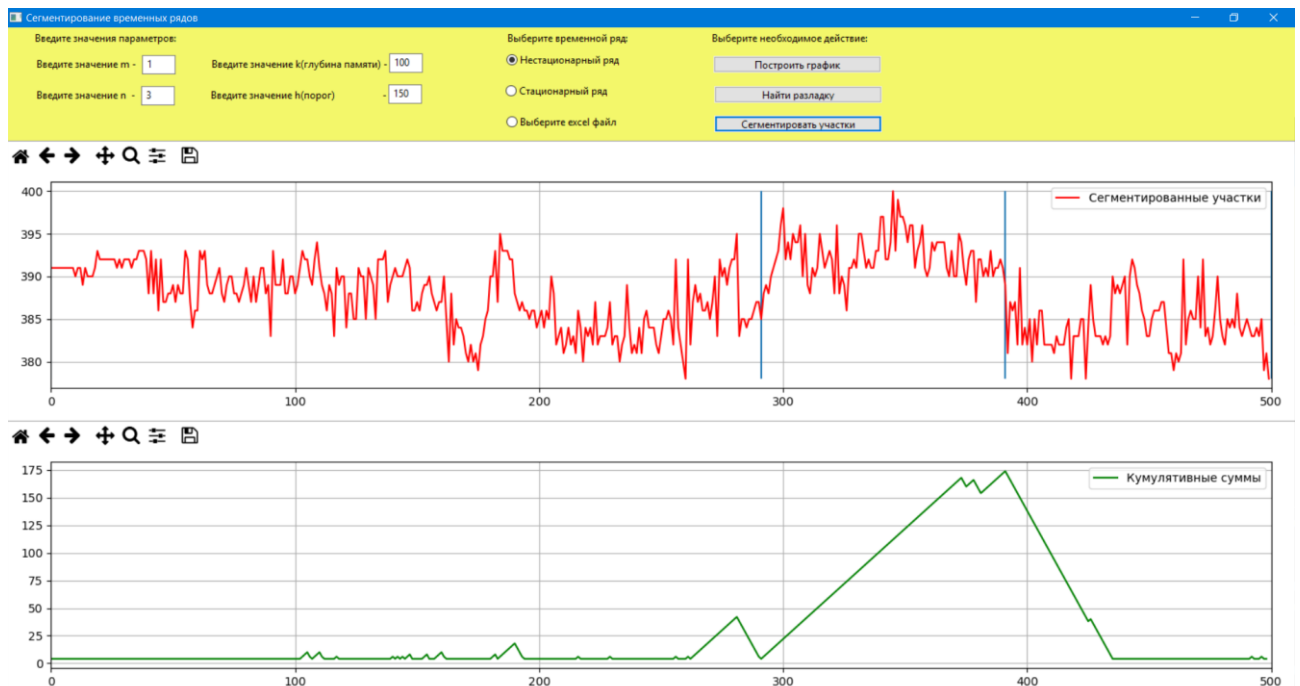


Рисунок 18 – Интерфейс программы

3.5 Экспериментальные вычисления

3.4.1 Датасеты

В программе реализован выбор анализируемых данных. Флаг со значением “Нестационарный ряд” подразумевает пример нестационарного ряда на основе значений напряжения двигателя в нефтегазовой отрасли. Флаг со значением “Стационарный ряд” подразумевает датасет случайных значений с постоянным мат. ожиданием и дисперсией. Кроме встроенных в программу датасетов использовался временной ряд курса доллара, полученный с сайта Центрального Банка, а также цены на акции Сбербанка и Мегафона за 2019 год.

3.4.2 Сегментация нестационарного временного ряда

В главе рассматривается обнаружение разладки и последующая сегментация временного ряда. Под сегментацией временного ряда в данной задаче будет пониматься отделение стабильных данных временного ряда от данных, в которых зафиксирована разладка.

В качестве анализируемых данных используются значения напряжения при работе двигателя, представленные на рисунке 19. Кумулятивные суммы этого ряда представлены на рисунке 20.

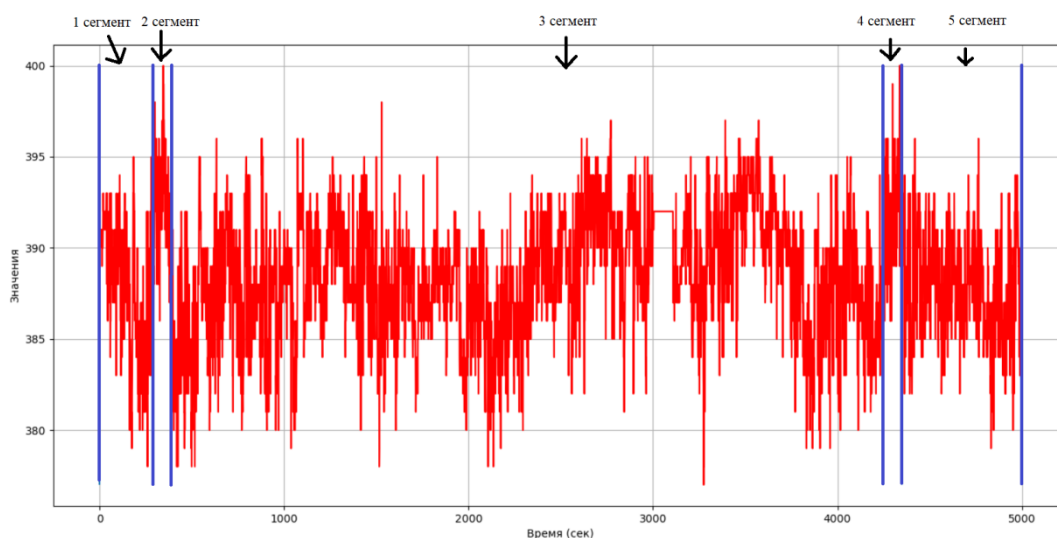


Рисунок 19 – Сегментированный временной ряд

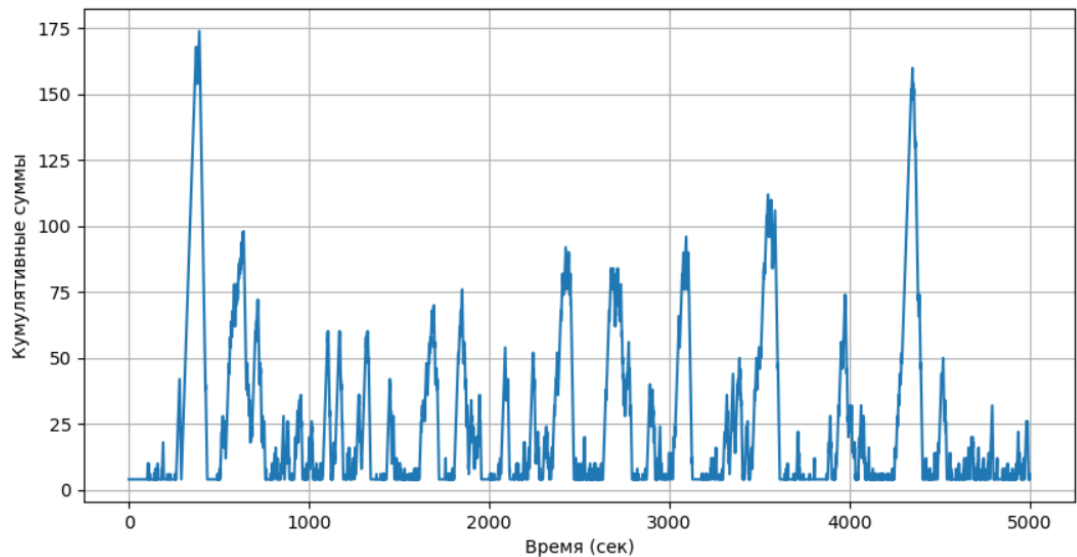


Рисунок 20 – Кумулятивные суммы временного ряда

В качестве параметров для обнаружения разладки использовались $m=1$ и $n=3$, следовательно, $\delta=0.33$ и $l=4$, $k=100$. Значение порога $h=150$. При таком задании порога можно зафиксировать две существенные разладки временного ряда. Фиксирование кумулятивных сумм, значения которых больше h , нужно для определения количества сегментов и разделения данных на эти сегменты.

3.4.3 Сегментация стационарного временного ряда

В данной главе для объекта сегментирования рассматривается стационарный временной ряд с разладкой в некотором участке (рис. 21).



Рисунок 21 – Сегментирование стационарного временного ряда

В качестве параметров для обнаружения разладки использовались $m=1$ и $n=5$, следовательно, $\delta=0.2$ и $l=6$, $k=10$. Значение порога $h=50$. При таком задании порога можно зафиксировать разладку временного ряда.

3.4.4 Сегментация произвольных временных рядов

В главе представлена сегментация 3 временных рядов:

- 1) Временной ряд на основе курса доллара;
- 2) Временной ряд на основе цены акций ПАО "Мегафон";
- 3) Временной ряд на основе цены акций АО «Сбербанк России».

В первом временном ряду используются значения курса доллара с 01.01.2021-11.06.2021, полученные с сайта Центрального Банка РФ. Результаты обнаружения разладки можно увидеть на рисунке 22.

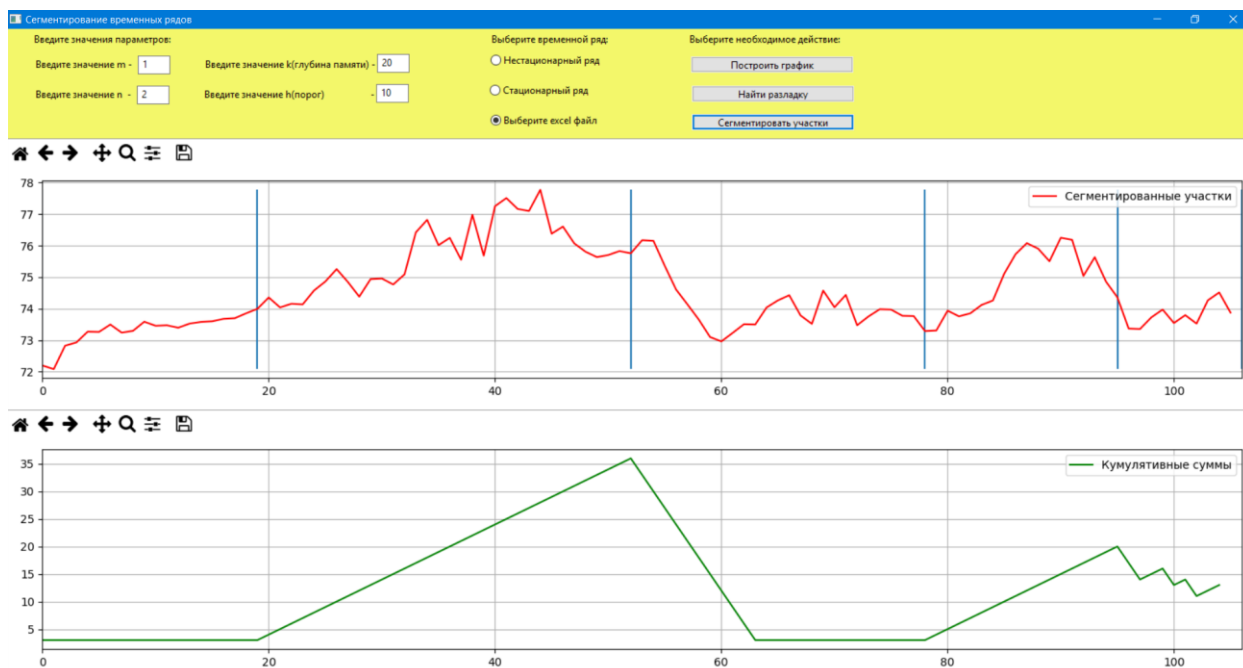


Рисунок 22 – Сегментирование курса доллара

В качестве параметров для обнаружения разладки использовались $m=1$ и $n=2$, следовательно, $\delta=0.5$ и $l=3$, $k=20$. Значение порога $h=10$.

Во втором временном ряду используется цены на акции Сбербанка за 2019 год. Временной ряд со значением глубины памяти $k=10$ представлен на рисунке 23.

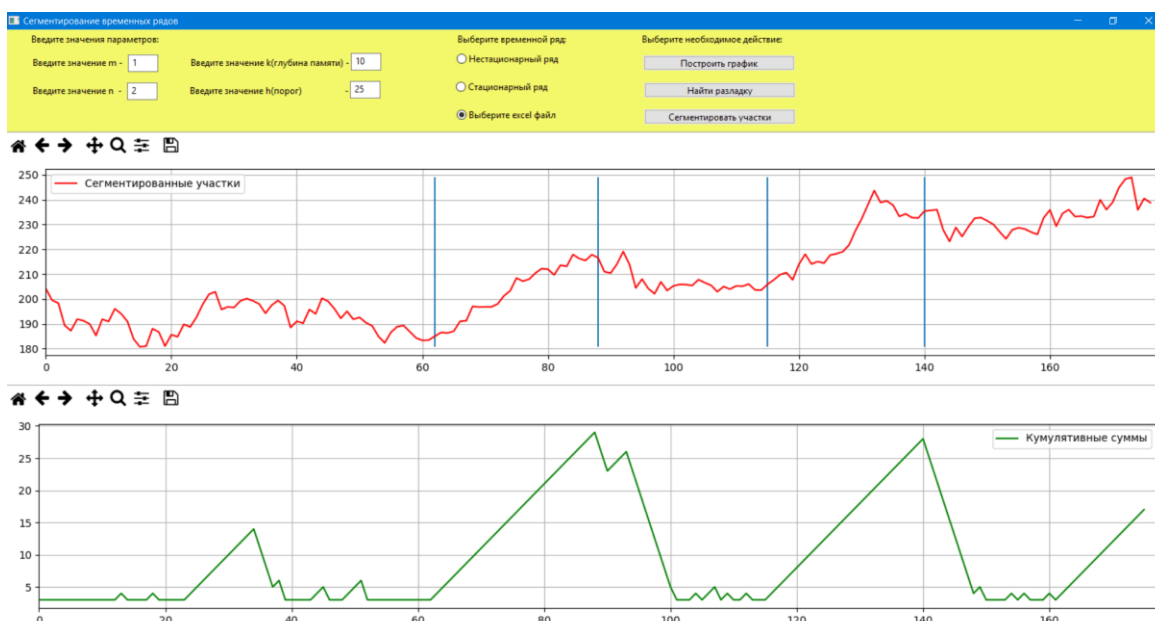


Рисунок 23 – Сегментирование цен акций Сбербанка при $k=10$

В качестве параметров для обнаружения разладки использовались $m=1$ и $n=2$, следовательно, $\delta=0.5$ и $l=3$, $k=10$. Значение порога $h=25$.

Временной ряд со значением глубины памяти $k=20$ представлен на рисунке 24.

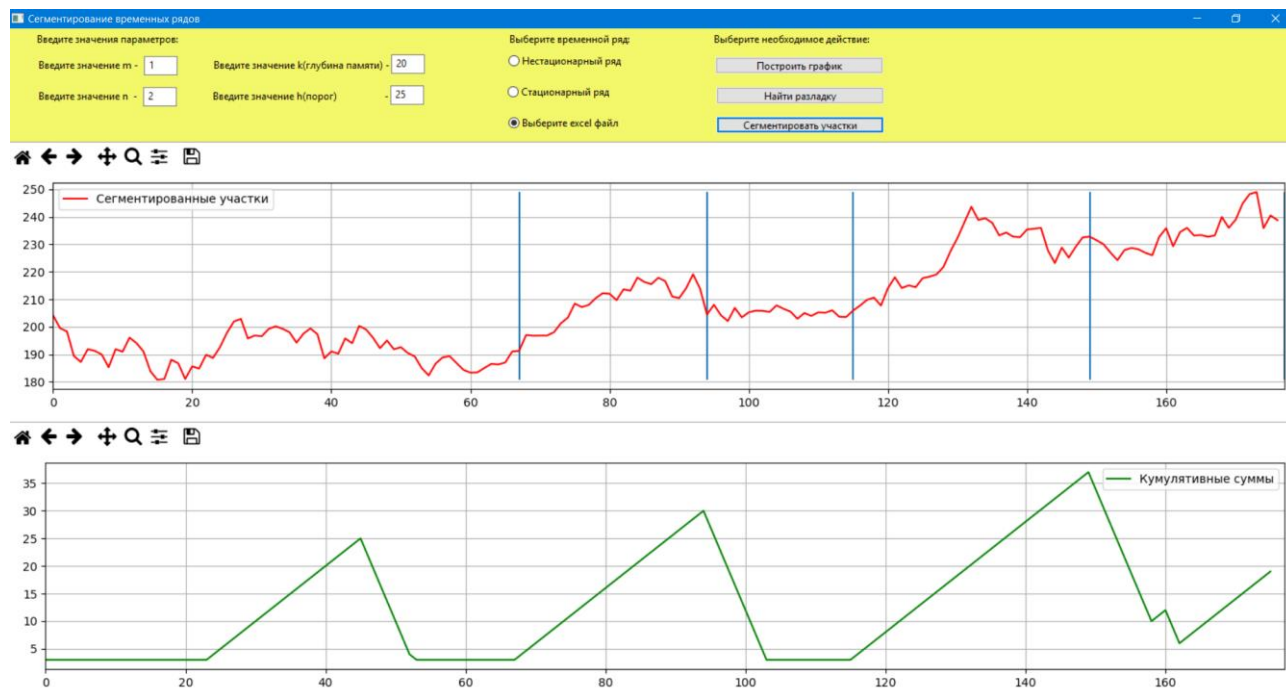


Рисунок 24 – Сегментирование цен акций Сбербанка при $k=20$

В качестве параметров для обнаружения разладки использовались $m=1$ и $n=2$, следовательно, $\delta=0.5$ и $l=3$, $k=20$. Значение порога $h=25$.

Временной ряд со значением глубины памяти $k=50$ представлен на рисунке 25.



Рисунок 25 – Сегментирование цен акций Сбербанка при $k = 50$

В качестве параметров для обнаружения разладки использовались $m = 1$ и $n = 2$, следовательно, $\delta = 0.5$ и $l = 3$, $k = 20$. Значение порога $h = 25$.

В последнем временном ряду используются цены на акции Мегафона за 2019 год. Временной ряд со значением глубины памяти $k = 10$ представлен на рисунке 26.

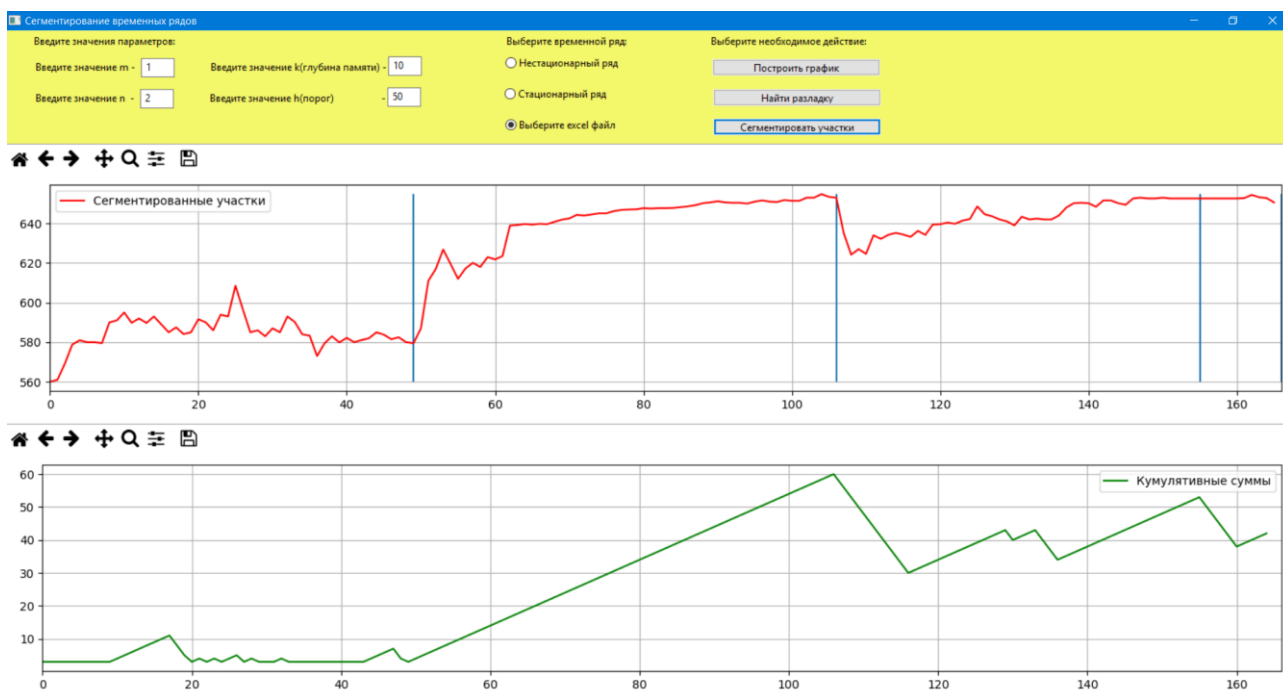


Рисунок 26 – Сегментирование цен акций Мегафона при $k = 10$

В качестве параметров для обнаружения разладки использовались $m=1$ и $n=2$, следовательно, $\delta=0.5$ и $l=3$, $k=10$. Значение порога $h=50$.

3.4.5 Результаты вычислительных экспериментов

По итогам приведенных временных рядов и найденных разладок можно сделать вывод о точке, в которой началась разладка. В зависимости от семантики временного ряда данная точка может иметь разное значение. Если рассматривать график с напряжением, то одной из причин разладки можно считать неправильную работу устройства или изменение какого-либо прикладного процесса. Другими примерами для обнаружения разладки являлись данные цен акций и курса доллара. Начало разладки в акциях может свидетельствовать об изменениях экономических факторов компании. В качестве примера это может быть новый тарифный план, который увеличил популярность компании и т.д. Изменение курса доллара к рублю может быть вызвано вводом каких-либо санкций или множеством других причин. Сегментирование временного ряда позволяет проанализировать отдельно стабильные данные и данные, на основе которых была зафиксирована разладка. В качестве примера, в отрасли медицины сегменты временного ряда могут быть использованы при мониторинге состояния здоровья пациента, где каждый из сегментов определяет тенденцию физиологических переменных, таких как частота сердечных сокращений, электроэнцефалограмма (ЭЭГ) и электрокардиограмма (ЭКГ). Также анализ сегментов может быть использован в сфере распознавания речи, где требуется определить границы между тишиной, предложениями, словами и шумом [12].

ГЛАВА 4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

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

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В рамках данной работы выполняется проектирование и разработка программы для обнаружения разладки и сегментации временного ряда. Потребителями результатов работы являются различные организации, в прикладных задачах которых исследуются временные ряды.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

При рассмотрении сферы приложений, в которых используется визуализация графиков и поиск разладок в качестве конкурентов можно выделить приложение AutoSSA для анализа и прогнозирования временных рядов (K1), приложение для анализа больших данных от QlikSense (K2) и приложение NovoForeCast для прогнозирования в Excel (K3). Анализ конкурентных технических решений бы представлен с помощью оценочной карты, представленной в таблице 1.

Таблица 1. Оценочная карта критериев эффективности конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес Критерия	Баллы				Конкурентоспособность			
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	Б _{к3}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}	К _{к3}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности									
Удобство эксплуатации	в 0,2	4	5	3	3	0,8	1	0,6	0,6
Простота эксплуатации	в 0,1	5	5	4	4	0,5	0,5	0,4	0,4
Функциональная мощность	0,1	3	5	5	4	0,3	0,5	0,5	0,4
Возможности развития	0,1	5	3	3	3	0,5	0,3	0,3	0,3
Возможности интеграции	0,1	5	5	5	4	0,5	0,5	0,5	0,4
Сложность внедрения	0,1	5	5	5	4	0,5	0,5	0,5	0,4
Экономические критерии оценки эффективности									
Цена	0,2	4	2	3	3	0,8	0,4	0,6	0,6
Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	4	4	4	4	0,4	0,4	0,4	0,4
Итого	1	35	34	32	29	4,3	4,1	3,8	3,5

Анализ конкретных решений определяется по формуле 5:

$$K = \sum Vi * Bi, \quad (5)$$

где: K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

Vi – вес показателя (в долях единицы);

Bi – балл i-го показателя.

Основываясь на расчётных значениях, можно предположить, что удобство и простота использования разрабатываемого продукта, а также его относительно невысокая стоимость формирует конкурентное преимущество. Решения конкурентов более продвинуты в функциональном плане, но и имеют большую стоимость.

4.1.3 SWOT-анализ

В ходе SWOT-анализа были выявлены сильные и слабые стороны данного проекта, а также его возможности и угрозы [13]. Результаты анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2. SWOT-анализ проекта

		Внутренние факторы	
		Сильные стороны проекта:	Слабые стороны проекта:
		1. Простота интеграции 2. Простота использования 3. Гибкость и простота внесения изменений 4. Применимость к нестационарным временным рядам=>большая применимость 5. Отсутствие сегментации для нестационарных рядов у конкурентов	1. Недостаточная проработка интерфейса приложения 2. Необходимость увеличения функциональных возможностей 3. Сложная предметная область 4. Узкоспециализированная направленность
Внешние факторы	Возможности: 1. Возможность коммерческой реализации решения 2. Перспектива реализации в виде модуля автоматизированной аналитической системы	1. Доработка приложения для упрощения интеграции под основные платформы 2. Проработка архитектуры приложения для упрощения внесения изменений	1. Проработка дизайна приложения 2. Реализация подробной документации для упрощения длительной поддержки приложения
	Угрозы: 1. Неактуальность 2. Возможность получения неточных сегментов	1. Оптимизация метода получения сегментов временного ряда	1. Улучшение функционала

Согласно проведённому SWOT-анализу дальнейшее развитие проекта должно быть направлено на улучшение внешнего вида приложения, функциональных возможностей и его возможностей по интеграции с различными системами. Не смотря на все недостатки и угрозы, разработка имеет конкурентные преимущества и является перспективной.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Одним из начальных этапов проведения научно-исследовательских работ является необходимость планирования работ, которое включает в себя

определение полного перечня работ и их распределения по исполнителям проекта.

Исполнителями проекта являются:

- Студент – Заикин Н.Д.,
- Научный руководитель от ТПУ – Кочегурова Е. А.

Таблица 3 – Перечень работ и распределение исполнителей

№ работы	Наименование работы	Исполнители работы
1	Выбор научного руководителя бакалаврской работы	Заикин Н. Д.
2	Составление и утверждение темы бакалаврской работы	Заикин Н. Д., Кочегурова Е. А.
3	Составление календарного плана-графика выполнения бакалаврской работы	Кочегурова Е. А.
4	Подбор и изучение литературы по теме бакалаврской работы	Заикин Н. Д.
5	Анализ предметной области	Заикин Н. Д.
6	Проектирование приложения	Заикин Н. Д.
7	Разработка приложения	Заикин Н. Д.
8	Согласование выполненной работы с научным руководителем	Заикин Н. Д., Кочегурова Е. А.
9	Выполнение других частей работы (финансовый менеджмент, социальная ответственность)	Заикин Н.Д.
10	Подведение итогов, оформление работы	Заикин Н. Д.

4.2.2 Определение трудоёмкости выполнения работы

Одним из наиболее важных этапов планирования проекта является расчёт трудоёмкости работы, так как трудовые затраты образуют основную часть стоимости исследования.

Трудоёмкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путём в человеко-днях и носит вероятностных характер, так как зависит от большого количества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоёмкости $t_{ож}$ используется формула 6:

$$t_{ож\ i} = \frac{3*t_{min\ i} + 2*t_{max\ i}}{5}, \quad (6)$$

где $t_{ож\ i}$ – это ожидаемая трудоёмкость i -ой работы (чел.-дни);

$t_{min\ i}$ – это минимально возможная трудоёмкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка);

$t_{max\ i}$ – это максимально возможная трудоёмкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка).

После оценки ожидаемой трудоёмкости работ, производится определение продолжительности каждой работы в рабочих днях по формуле 7:

$$T_{p\ i} = \frac{t_{ож\ i}}{Ч_i}, \quad (7)$$

где $T_{p\ i}$ – это продолжительность одной работы (раб. дни);

$t_{ож\ i}$ – это ожидаемая трудоёмкость выполнения одной работы;

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

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для построения графика работ с помощью диаграммы Гантта необходимо произвести перевод длительности работ из рабочих дней в календарные по формуле 8:

$$T_{k\ i} = T_{p\ i} * k_{кал}, \quad (8)$$

где $T_{k\ i}$ – это продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

$T_{p\ i}$ – это продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ – это коэффициент календарности, равный 1,48.

Коэффициент календарности $k_{кал}$ рассчитывается по формуле 9:

$$k_{кал} = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пд}}, \quad (9)$$

где $k_{кал}$ – коэффициент календарности;

$T_{кг}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вд}$ – количество выходных дней в году;

$T_{пд}$ – количество праздничных дней в году.

С учётом того, что, согласно производственному календарю для 5-дневной рабочей недели, календарных дней в 2021 году 365, а сумма выходных и праздничных дней составляет 118 дней, коэффициент календарности равен $k_{\text{кал}} = 1,48$. Дата начала ВКР – 17.01.2021, дата завершения 02.06.2021.

В приложении А представлена таблица временных показателей научного исследования.

Календарный план-график представлен в приложении Б.

4.3 Бюджет научно-технического исследования

В состав бюджета входит стоимость всех расходов, необходимых для выполнения работ по проекту. При формировании бюджета используется группировка затрат по следующим статьям:

- материальные затраты;
- затраты на специальное оборудование;
- основная заработная плата исполнителей;
- дополнительная заработная плата исполнителей;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- накладные расходы.

4.3.1 Расчёт материальных затрат научно-технического исследования

Данная статья затрат включает в себя затраты на приобретение сырья, материалов, полуфабрикатов и комплектующих со стороны, используемых при разработке проекта. Также в эту статью включаются транспортные расходы, равные 15% от общей стоимости материальных затрат.

Специфика данного проекта заключается в проектировании и разработке программного обеспечения на персональном компьютере из-за чего данный проект не подразумевает никаких материальных расходов.

4.3.2 Расчёт затрат на специализированное оборудование для научных (экспериментальных) целей

Данная статья затрат включает в себя затраты на приобретение специального оборудования. Также в эту статью включаются затраты по доставке и монтажу оборудования, равные 15% от его стоимости.

В ходе работы над проектом использовалось оборудование, имеющееся у исполнителей, соответственно необходим расчёт его амортизации. В ходе выполнения проекта был использован персональный компьютер, стоимостью 75000 рублей.

Расчёт амортизации ПК: первоначальная стоимость ПК 75000 рублей; срок полезного использования для машин офисных код 330.28.23.23 составляет 36 месяцев. Планируемое время использования оборудования для написания ВКР - 5 месяцев. Норма амортизация основных средств линейным способом рассчитывается по формуле 10:

$$A_n = \frac{1}{T} * 100\%, \quad (10)$$

где n – установленный срок в месяцах;

A_n – норма амортизации.

Таким образом норма амортизации ПК:

$$A_n = \frac{1}{T} * 100\% = \frac{1}{36} * 100\% = 2,78\%$$

Ежемесячные амортизационные отчисления:

$$A_m = 75000 * 0,0278 = 2085$$

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A = 2085 * 6 = 12510$$

Таким образом, сумма затрат на специальное оборудование составляет 12510 рублей, в виде амортизационных отчислений.

4.3.3 Основная заработная плата исполнителей проекта

Данная статья затрат включает основную заработную плату, премии и доплаты всех исполнителей проекта. В качестве исполнителей проекта

выступают студент и научный руководитель. Заработная плата рассчитывается по формуле 11:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (11)$$

где $Z_{зп}$ – заработная плата исполнителя;

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

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата исполнителя (12%-15% от размера основной заработной платы).

Основная заработная плата рассчитывается по формуле 12:

$$Z_{осн} = Z_{дн} * T_p * (1 + K_{пр} + K_d) * K_p, \quad (12)$$

где $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.

$K_{пр}$ – премиальный коэффициент (0,3);

K_d – коэффициент доплат и надбавок (0,2-0,5);

K_p – районный коэффициент (для Томска 1,3);

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником.

Среднедневную заработную плату можно получить по формуле 13:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m * M}{F_d}, \quad (13)$$

где Z_m – месячный должностной оклад исполнителя в рублях;

M – количество месяцев работы равно:

При отпуске в 24 рабочих дня $M = 11,2$ месяца, 5 – дневная неделя;

При отпуске в 48 рабочих дней $M = 10,4$ месяца, 6 – дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени персонала по разработке.

Должностные оклады исполнителей проекта представлены в таблице 4.

Таблица 4. Месячные должностные оклады исполнителей

Исполнитель	Районный коэффициент (для Томска)	Размер месячного должностного оклада без учёта районного коэффициента, рубли
Научный руководитель	1,3	32664
Студент	1,3	20640

Баланс рабочего времени для 5-дневной рабочей недели представлен в таблице 5.

Таблица 5. Баланс рабочего времени (для 6-дневной недели)

Показатели рабочего времени	Дни
Календарные дни	365
Нерабочие дни (праздники/выходные)	118
Действительный годовой фонд рабочего времени	247

На основе формулы 12 и таблицы 9 была рассчитана среднедневная заработная плата:

$$З_{\text{дн}}(\text{студента}) = \frac{20640 * 11,2}{247} = 935,90 \text{ рублей}$$

$$З_{\text{дн}}(\text{научный руководитель}) = \frac{32664 * 11,2}{247} = 1481,12 \text{ рублей}$$

Расчёт затрат на основную заработную плату приведён в таблице 6.

Таблица 6. Затраты на основную заработную плату

Исполнители	Здн, руб.	Кпр	Кд	Кр	Тр	Зосн, руб.
Студент	935,90	0,3	0,2	1,3	139	253675,67
Научный руководитель	1481,12	0,3	0,2	1,3	4	11552,73
Итого:						265228,4

Итоговая сумма затрат на основную заработную плату составила 265228,4 руб.

4.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Данная статья расходов учитывает величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда и выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций. Расчёт дополнительной заработной платы осуществляется по формуле 14:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * З_{\text{осн}}, \quad (14)$$

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

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15);

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

Расчёт затрат на дополнительную заработную плату приведён в таблице 7.

Таблица 7. Затраты на дополнительную заработную плату

Исполнители	Зосн, руб.	Кдоп	Здоп, руб.
Студент	265228,4	0,12	31827,41
Научный руководитель	11552,73	0,12	1386,33
Итого			33213,74

Итоговая сумма затрат на дополнительную заработную плату составила 33213,74 руб.

4.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

К отчислениям во внебюджетные фонды относятся отчисления:

- отчисления органам государственного социального страхования (ФСС);
- отчисления в пенсионный фонд (ПФ);
- отчисления медицинского страхования (ФФОМС).

Сумма отчислений во внебюджетные фонды рассчитывается на основе затрат на оплату труда исполнителей и может быть вычислена по формуле 15.

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (15)$$

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

Размер коэффициента определяется законодательно и в настоящее время согласно Федеральному закону от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен в размере 30%. Расчёт затрат на отчисления во внебюджетные фонды приведён в таблице 8.

Таблица 8. Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Зосн, руб.	Здоп, руб.	Квнеб	Звнеб, руб.
Студент	265228,4	31827,41	0,302	89710,85
Научный руководитель	11552,73	1386,33	0,302	3907,6

Итого:	93618,45
--------	----------

Итоговая сумма отчислений во внебюджетные фонды составила 93618,45 руб.

4.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы – расходы на организацию, управление и обслуживание процесса производства товара, оказания услуги; носят комплексный характер. Накладные расходы вычисляются по формуле 16:

$$Z_{\text{внеб}} = \text{сумма статей}(1 - 5) * k_{\text{нр}}, \quad (16)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент накладных расходов (16% от суммы затрат, подсчитанных выше).

Расчёт накладных расходов приведён в таблице 9.

Таблица 9 – Расчёт накладных расходов

Статьи затрат	Сумма, руб.
Материальные затраты	0
Затраты на специальное оборудование	12510
Затраты на основную заработную плату	265228,4
Затраты на дополнительную заработную плату исполнителям проекта	33213,74
Затраты на отчисления во внебюджетные фонды	93618,45
Коэффициент накладных расходов	0,16
Накладные расходы	64731,29

Итоговая сумма накладных расходов составила 64731,29 руб.

4.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

После того, как была подсчитана каждая из статей расходов, можно приступить к формированию общего бюджета затрат проекта. Итоговый бюджет затрат представлен в таблице 10.

Таблица 10 - Расчёт бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Удельный вес, %	Примечание
Материальные затраты	0	0	Пункт 2.4.1
Затраты на специальное оборудование	12510	2,7	Пункт 2.4.2

Затраты на основную заработную плату	265228,4	56,5	Пункт 2.4.3
Затраты на дополнительную заработную плату	33213,74	7	Пункт 2.4.4
Страховые взносы	93618,45	19,9	Пункт 2.4.5
Накладные расходы	64731,29	13,8	Пункт 2.4.6
Общий бюджет	469301,88	100	Сумма ст. 1-6

Таким образом, общий бюджет НТИ составляет 469301,88 рубля.

4.4 Определения потенциального эффекта исследования

В рамках данного раздела был проведён SWOT-анализ проекта, позволивший выявить его сильные и слабые стороны, были выявлены основные траектории дальнейшего развития проекта и возможные потребители результата проекта. Так же была произведена оценка качества и перспективности данного проекта. Было произведено планирование работ и расчёт трудоёмкости позволивший построить наглядный план-график работ в виде диаграммы Гантта. Кроме того, был произведён расчёт бюджета проекта, заработных плат с учётом страховых отчислений, материальных затрат, накладных расходов и амортизации оборудования. Общая длительность работы над проектом составила 139 календарных дней: с 17.01.2021 по 05.06.2021. Потенциальная стоимость разработки оценивается в 469301,88 рублей.

Данная разработка позволит анализировать нестационарные ряды на наличие разладок и сегментировать их для последующей обработки в прикладных задачах, что упростит поиск неисправностей того или иного процесс.

ГЛАВА 5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

5.1 Введение

Данный раздел ВКР определяет вопросы соблюдения санитарных норм и правил в процессе разработки и использования продукта исследования. Рассматриваются меры по защите сотрудников и пользователей от негативного воздействия среды. Рассматриваются вредные и опасные факторы внешней среды и способы защиты от них, также исследуются возможные чрезвычайные ситуации и действия, которые сотрудник должен выполнить в случае возникновения ЧС.

В рамках выполнения данной работы проводилось проектирование и разработка приложения для обнаружения разладки во временных рядах и последующим их сегментировании. Потенциальными потребителями являются организации, в прикладных задачах которых могут использоваться временные ряды.

В данном разделе разработан комплекс мероприятий по снижению негативных последствий работы для человека, общества и окружающей среды.

5.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.2.1 Правовые нормы трудового законодательства

Государственный надзор и контроль в организациях независимо от организационно-правовых форм и форм собственности осуществляют специально уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами. Согласно трудовому кодексу РФ: Продолжительность рабочего дня не должна превышать 40 часов в неделю. Для работников, возраст которых меньше 16 лет – не более 24 часа в неделю, от 16 до 18 лет – не более 35 часов, как и для инвалидов I и II группы. Также рабочее время зависит от условий труда: для работников, работающих на рабочих местах с вредными условиями для жизни - не более 36 часов в неделю.

В соответствии с трудовым кодексом РФ продолжительность рабочего времени конкретного работника устанавливается трудовым договором на основании отраслевого (межотраслевого) соглашения и коллективного договора с учетом результатов специальной оценки условий труда.

Работа в ночное время считается с 22 часов до 6 часов. Продолжительность работы (смены) в ночное время сокращается на один час без последующей отработки. Не сокращается продолжительность работы (смены) в ночное время для работников, которым установлена сокращенная продолжительность рабочего времени, а также для работников, принятых специально для работы в ночное время, если иное не предусмотрено коллективным договором.

Всем работникам предоставляются выходные дни (еженедельный непрерывный отдых). Организация-работодатель выплачивает заработную плату работникам. Возможно удержание заработной платы только в случаях, установленных ТК РФ ст. 137. В случае задержки заработной платы более чем на 15 дней, работник имеет право приостановить работу, письменно уведомив работодателя.

В течение рабочего дня (смены) работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания. Время предоставления перерыва и его конкретная продолжительность устанавливаются правилами внутреннего трудового распорядка или по соглашению между работником и работодателем.

5.2.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Работа над данным проектом выполнялась в сидячем положении, поэтому следует выполнять все рекомендованные требования ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ о рабочем месте при выполнении работ сидя. Рабочее место для выполнения работ сидя организуют при легкой работе, не требующей свободного передвижения работающего, а также при работе средней тяжести в случаях, обусловленных особенностями технологического процесса. Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов

должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы. Невыполнение этих требований может привести к получению работником производственной травмы или развития у него профессионального заболевания. Конструкция оборудования и рабочего места должна обеспечивать положение работающего за счет регулирования высоты рабочей поверхности, сиденья и пространства для ног, а также регулирования высоты сиденья и подставки для ног, в случае нерегулируемой высоты рабочей поверхности.

Рабочий стол может быть любой конструкции, отвечающей современным требованиям эргономики и позволяющей удобно разместить на рабочей поверхности оборудование с учетом его количества, размеров и характер выполняемой работы. Выполнение требований к рабочему месту, используемому в ходе проекта, отражено в таблице 11, согласно ГОСТ 12.2.032-78.

Таблица 11 – Требования к организации рабочего места при работе с ПЭВМ

Требование	Требуемое значение	Значение параметров в помещении
Высота рабочей поверхности стола	Регулируемая высота (680-800мм) Нерегулируемая высота (725мм)	Нерегулируемая высота (710мм)
Рабочий стул	Подъемно-поворотный, регулируемый по высоте и углу наклона спинки	Стул без подъемно-поворотного механизма и регулировок по высоте и углу наклона спинки
Расположение монитора от глаз пользователя	600-700мм	Соответствует

Согласно ГОСТ 22269–76 лицевые поверхности мониторов должны располагаться перпендикулярно взору работника. Допускаемое отклонение от этой плоскости – не более 45°; допускаемый угол отклонения линии взора от нормальной - не более 25° для стрелочных индикаторов и 30° для индикаторов с плоским изображением. Средства отображения информации необходимо

группировать и располагать группы относительно друг друга в соответствии с последовательностью их использования. При этом средства отображения информации необходимо размещать в пределах групп так, чтобы последовательность их использования осуществлялась слева направо или сверху вниз.

5.3 Производственная безопасность

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть при разработке или эксплуатации продукта проекта. Определение опасных и вредных производственных факторов проводилось с использованием ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Список возможных опасных и вредных факторов представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Возможные опасные и вредные факторы при выполнении проекта

Факторы	Этапы работ			Нормативные документы
	Р а з р а б о т к а	В н е д р е н и е	Э к с п л у а т а ц и я	
Вредные факторы				
Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	СНиП 23-05-95 СП 52.13330.2016
Повышенный уровень шума	+	+		СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [14]
Отклонение параметров микроклимата	+	+	+	СанПин 1.2.3685-21 [15]
Опасные факторы				
Опасность поражения электрическим током	+	+		ГОСТ 12.1.019-2017 ГОСТ 12.1.038-82

5.3.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов

5.3.1.1 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Недостаточная освещенность рабочей зоны является вредным производственным фактором, возникающим при работе с ПЭВМ. Работа с компьютером подразумевает постоянный зрительный контакт с дисплеем ПЭВМ и занимает от 80% рабочего времени. Недостаточная освещённость снижает производительность труда, увеличивает утомляемость и количество допускаемых ошибок, а также может привести к появлению профессиональных болезней зрения.

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300–500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.

Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы мониторы были расположены боковой стороной к источникам естественного света. Следует применять системы комбинированного освещения.

В качестве источников света при искусственном освещении следует применять преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ и компактные люминесцентные лампы (КЛЛ).

Следует ограничивать прямую блёскость от источников освещения, при этом яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м². Светильники местного освещения должны иметь непросвечивающий отражатель с защитным углом не менее 40 градусов.

Рабочее помещение должно иметь естественное и искусственное освещение. Для рассеивания естественного освещения следует использовать жалюзи на окнах рабочих помещений. В качестве источников искусственного освещения должны быть использованы люминесцентные лампы и лампы накаливания для местного освещения.

5.3.1.2 Повышенный уровень шума

Основными источниками шумов в офисных помещениях являются электроприборы, компьютеры, ноутбуки, транспорт, городской шум на улицах, разговоры людей и другие источники. Допустимый уровень шума – это уровень, который не вызывает у человека значительного беспокойства и существенных изменений показателей функционального состояния систем и анализаторов, чувствительных к шуму.

Беспорядочные звуковые колебания оказывают вредное влияние на организм человека. Реакция на них со стороны нервной системы начинается при уровне 40 дБ. Уже при 35 дБ может наблюдаться нарушение сна. При 70 дБ происходят глубокие изменения в нервной системе, вплоть до психического заболевания, а также заболевания органов зрения, слуха, изменение состава крови и т.д. Шум снижает производительность труда, особенно при выполнении точных работ, затрудняет восприятие опасности от движущихся машин и механизмов.

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц, определяемые по формуле 17:

$$L = 20 \lg \frac{P}{P_0}, \quad (17)$$

где P – среднеквадратичная величина звукового давления, Па;

P_0 – исходное значение звукового давления в воздухе, равное 2×10^{-5} Па.

Предельно допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука для трудовой деятельности программиста, разработанные с учетом категории тяжести и напряженности труда, представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Предельно допустимые уровни звукового давления для программиста

Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (дБА)
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Борьба с шумом осуществляется при помощи технических и организационных мероприятий. Они проводятся в соответствии с комплексными планами охраны труда и развития предприятия. Среди мероприятий по борьбе с шумом можно отметить:

- выявление источников шума;
- проверка эффективности звукоизоляции помещений;
- разработка системы мер снижения уровней шума до регламентированных действующими нормативами;
- организация постоянного контроля за уровнем шума на рабочих местах и в рабочих помещениях, замена или модернизация оборудования и технологий для исключения шумов опасных источников или снижения интенсивности шума от них.

5.3.1.3 Отклонение показателей микроклимата в помещении

Микроклимат производственных помещений – это микроклимат внутренней среды рабочих помещений, характеризующийся параметрами температуры воздуха и поверхностей (ограждающих конструкций, устройств, технологического оборудования), влажностью и скоростью движения воздуха, теплового излучение (при наличии источников лучистого тепла).

Оптимальные условия микроклимата представляют из себя условия, необходимые для обеспечения оптимального теплового и функционального состояния человека, также для обеспечения общего и локального ощущения теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывающих отклонений в

состоянии здоровья, создающих предпосылки для высокого уровня работоспособности и являющихся предпочтительными на рабочих местах.

Работа программиста относится к категории Ia, которые производятся сидя и сопровождаются незначительным физическим напряжением. Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в таблице 14, применительно к выполнению работ в холодный и теплый периоды года.

Таблица 14 – Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах программиста

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
Тёплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1

Нормализовать температурный режим в помещениях можно путем улучшения теплоизоляции окон, дверей, стыков между панелями, регулировки системы отопления, подачи в систему отопления большего количества теплоносителя.

Относительная влажность воздуха зависит от содержания паров воды в наружном воздухе и выделения влаги от технологических процессов внутри помещений. Если влажность воздуха в рабочей зоне ниже допустимой, воздух в вентиляционной камере предварительно увлажняют, разбрызгивая воду форсунками. При высокой влажности воздуха рабочей зоны принимают меры по улучшению работы местных отсосов в мокрых технологических процессах.

Скорость движения воздуха на рабочих местах зависит от правильности устройства и регулировки работы вентиляционных систем. При отклонении скорости движения воздуха от предусмотренной санитарными нормами, необходимо проверить исправность системы и, путём открывания или закрывания заслонок на приточных вентиляционных отверстиях, установить оптимальные скорости движения воздуха на рабочих местах.

5.3.1.4 Опасность поражения электрическим током

Поражение электрическим током является опасным производственным фактором, поэтому в данном проекте особое внимание должно быть уделено вопросам электробезопасности. Требования к защите от поражения электрическим током описаны в ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ.

Помещение, где расположено рабочее место оператора ПЭВМ, относится к помещениям без повышенной опасности ввиду отсутствия следующих факторов: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы, высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, 64 технологическим аппаратам, механизмам и металлическим корпусам электрооборудования.

Электробезопасность должна обеспечиваться:

- конструкцией электроустановок и архитектурно-планировочными решениями;
- организацией технологических процессов;
- техническими способами и средствами защиты;
- организационными и техническими мероприятиями при производстве работ;
- электрозащитными средствами, средствами защиты от электрических и магнитных полей и другими средствами индивидуальной защиты, применяемыми при эксплуатации электроустановок;
- организацией технического обслуживания электроустановок.

Электрический ток оказывает на человека термическое, электролитическое, биологическое и механическое воздействие. Действие электрического тока на человека приводит к травмам или гибели людей. Для переменного тока частотой 50 Гц допустимое значение напряжения прикосновения составляет 2В, а силы тока –0,3 мА, для тока частотой 400 Гц, соответственно –2В и 0,4 мА, для постоянного тока –8 В и 1 мА.

Основным организационным мероприятием по обеспечению безопасности является инструктаж и обучение безопасным методам труда, а также проверка знаний правил безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью применительно к выполняемой работе. В помещении используются для питания приборов напряжение 220В переменного тока с частотой 50 Гц. Обязательны следующие предосторожности:

- перед началом работы убедиться, что выключатели, розетки закреплены и не имеют оголенных токоведущих частей;
- не включать в сеть компьютеры и другую оргтехнику со снятыми крышками;
- при обнаружении неисправности компьютера необходимо выключить его и отключить от сети;
- запрещается загромождать рабочее место лишними предметами;
- при несчастном случае необходимо немедленно отключить питание электроустановки, вызвать скорую помощь и оказать пострадавшему первую помощь до прибытия врача, согласно правилам, дальнейшее продолжение работы возможно только после устранения причины поражения электрическим током.

5.4 Экологическая безопасность

В данном разделе рассматриваются воздействия разрабатываемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате разработки и эксплуатации, предлагаемых в ВКР решений.

5.4.1 Влияние объекта исследования на окружающую среду

Большое количество процессов, операций и материалов, используемых при изготовлении электронных средств, являются источниками огромного количества веществ, имеющих неблагоприятное воздействие на человека и биосферу. Разрабатываемое приложение никак напрямую не воздействует на окружающую среду. Присутствует воздействие на литосферу в виде отходов,

возникающих при замене устаревшего или неисправного оборудования (компьютеров), используемого при разработке и эксплуатации программного обеспечения. Если используемое оборудование по каким-либо причинам выйдет из строя, и не будет поддаваться ремонту, то его необходимо будет утилизировать. Утилизация компьютерной и бытовой техники регулируется следующими законами:

- Федеральный закон "Об отходах производства и потребления" от 24.06.1998 N 89-ФЗ;
- Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 N 7-ФЗ.

5.4.2 Мероприятия по защите окружающей среды

Мероприятием по охране окружающей среды является комплекс технологических, технических, организационных, социальных и экономических мер, направленных на охрану окружающей среды и улучшение её качества.

Согласно ГОСТ Р 53692—2009, вышедшее из строя ПЭВМ и сопутствующая оргтехника относится к IV классу опасности и подлежит специальной утилизации.

Утилизация офисной техники и электронного оборудования под контролем специалистов необходима по причине того, что любая оргтехника содержит крайне опасные вещества, попадание которых в почву недопустимо и может привести к серьёзным последствиям для всего живого.

Первым этапом является утилизация обезвреженных (инертных) отходов. Во время утилизации может быть произведена переработка бракованных или вышедших из употребления видов продукции, изделий, их составных частей и отходов от них путём разборки (разукрупнения), переплавки, использования других технологий с обеспечением рециркуляции (восстановления) органической и неорганической составляющих.

Вторым этапом является безопасное размещение отходов I—IV классов опасности на соответствующих полигонах или уничтожение.

5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В данном разделе проводится краткий анализ возможных чрезвычайных ситуаций, которые могут возникнуть при разработке, внедрении или эксплуатации разрабатываемого решения.

5.5.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при разработке объекта исследований

Возможными чрезвычайными ситуациями на рабочем месте могут быть землетрясение, наводнение, терроризм и другие, однако наиболее типичной чрезвычайной ситуацией является пожар, так как специфика работы заключается в длительном взаимодействии с вычислительной техникой, что может являться причиной возгорания. К причинам возгорания при работе с вычислительной техникой можно отнести:

- токи короткого замыкания;
- перегрев и дальнейшее воспламенение;
- неисправность работы техники;
- поврежденная электросеть.

Причинами возникновения короткого замыкания могут быть ошибки при проектировании, старение изоляции, увлажнение изоляции и механические перегрузки.

5.5.2 Действия в результате возникновения чрезвычайной ситуации и мер по ликвидации ее последствий

Рабочее место программиста должно соответствовать требованиям ФЗ Технический регламент по ПБ и норм пожарной безопасности (НПБ 105-03) и удовлетворять требованиям по предотвращению и тушению пожара по ГОСТ 12.1.004-91.

В случае возникновения пожара в здании автоматически срабатывают датчики дыма, и звуковая система оповещает всех сотрудников о немедленной эвакуации из здания, и далее сотрудники направляются на выход в соответствии с планом эвакуации при пожарах и других ЧС.

Мероприятия по предупреждению пожаров на объектах включают в себя, прежде всего следующие профилактические меры:

- периодические проверки состояния пожарной безопасности объекта в целом и его отдельных участков;
- проведение пожарно-технических обследований объекта представителями Государственного пожарного надзора с вручением предписаний;
- постоянный контроль за проведением пожароопасных работ;
- проведение инструктажей и специальных занятий с рабочими и служащими объекта по вопросам пожарной безопасности;
- проверку исправности и правильного содержания стационарных 80 автоматических и первичных средств пожаротушения, противопожарного водоснабжения и систем извещения о пожарах и т.д.

Каждый сотрудник в случае возникновения пожара или признаков горения обязан:

- немедленно сообщить по телефону в пожарную охрану 01, при этом необходимо назвать адрес объекта, место возникновения пожара, а также сообщить свою фамилию;
- принять меры по возможности для эвакуации людей, тушению пожара и сохранностей материальных ценностей.

5.5.3 Выводы по разделу

В данном разделе были рассмотрены правовые нормы трудового законодательства, организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны, различные вредные и опасные факторы в производственной среде и способы уменьшения их воздействия, влияние продукта исследования на окружающую среду, а также проведён анализ возможных чрезвычайных ситуаций с учетом выбранной темы квалификационной работы. Анализ, проведенный в данном разделе, позволит обеспечить наиболее комфортную

работу над исследованием и проектированием системы, а также избежать вредного воздействия на окружающую среду.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы был проведен обзор методов для анализа временных рядов для нахождения моментов разладки. На основе анализа литературы было выявлено, что единого подхода для определения разладки в нестационарных рядах нет, но наиболее используемым является метод кумулятивных сумм. Также, в ходе работы были выявлены особенности различных модификаций для обнаружения разладки. Проведение обзора и сравнения методов позволило определить, какой из алгоритмов удовлетворяет требованиям исходной задачи – поиску разладки в режиме реального времени для нестационарных рядов. В качестве самого оптимального метода была выбрана процедура Воробейчикова, основанная на методе кумулятивных сумм. Далее был произведен обзор применяемых технологий для реализации алгоритма, а также приведена его блок-схема. Были построены графики со значениями временного ряда и произведен подсчет кумулятивных сумм. Также был произведен анализ каждого из графиков и осуществлен оптимальный подбор параметров, необходимых для обнаружения разладки. Финальной частью работы стала сегментация временного ряда, которая позволила отделить стабильные данные временного ряда от разладки.

На этапе финансового анализа были выявлены конкурентные черты разработки собственного решения, бюджет и сроки реализации.

На этапе анализа данных социальной ответственности было отмечено отсутствие нарушений при выполнении выпускной квалификационной работы по различным аспектам в области безопасности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кислицын А.А. Моделирование индикаторов разладки в нестационарных временных рядах электроэнцефалограмм // [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/modelirovanie-indikatorov-razladki-v-nestatsionarnykh-vremennykh-ryadakh-elektroentsefalogra>
2. Москвичева М.Г. Анализ методов исследования процессов с разладками // Ученые записки УлГУ. Сер. Математика и информационные технологии. УлГУ, Электронный журнал – 2019. – №1. – С. 70-77.
3. Page E.S. Continuous Inspection Schemes // *Biometrika*. 1954. № 1. P. 141-154.
4. Ширяев А. Н. Об оптимальных методах в задачах скорейшего обнаружения // Теория вероятностей и ее применение, – 1963. – Т. 8. – Вып. 1. – С. 26-51.
5. Спивак В. С. Численное сравнение наиболее популярных быстрых процедур обнаружения разладки // Труды МФТИ, – 2020. – Т. 12, № 2. – С. 88–98.
6. Тартаковский А. Г. Асимптотическая оптимальность в байесовских задачах наискорейшего обнаружения при ограничении на глобальную вероятность ложной тревоги // Теория вероятностей и ее применение, – 2008. – Т. 53. – Вып. 3. – С. 472-499.
7. Глушко Е. В., Синева И. С. Особенности применения метода SSA для обнаружения разладки во временных рядах // *T-Comm*. 2010. №10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-primeneniya-metoda-ssa-dlya-obnaruzheniya-razladki-vo-vremennyh-ryadah>
8. Воробейчиков С. Э. Об обнаружении изменения среднего в последовательности случайных величин // Автоматика и телемеханика. – 1998. – Вып.3. – С.50–56.

9. NumPy – Википедия // [Электронный ресурс] Режим доступа:
<https://ru.wikipedia.org/wiki/NumPy>
10. Matplotlib – Википедия // [Электронный ресурс] Режим доступа:
<https://ru.wikipedia.org/wiki/Matplotlib>
11. WxPython – Википедия // [Электронный ресурс] Режим доступа:
<https://ru.wikipedia.org/wiki/WxPython>
12. Samaneh Aminikhanghahi, Diane J. Cook A Survey of Methods for Time Series Change Point Detection // School of Electrical Engineering and Computer Science Washington State University, Pullman. URL:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5464762/>
13. SWOT-анализ [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<https://www.calltouch.ru/glossary/swot-analiz/>
14. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<https://docs.cntd.ru/document/901703278>
15. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<https://docs.cntd.ru/document/573500115>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ВРЕМЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ

№ работы	Наименование работы	Исполнители работы	Трудоёмкость работ, чел-дни			Длительность работы, дни	
			tmin	tmax	тож	Тр	Тк
1	Выбор научного руководителя бакалаврской работы	Заикин Н.Д.	1	1	1	1	1
2	Составление и утверждение темы бакалаврской работы	Заикин Н.Д.	1	3	1,8	2	3
		Кочегурова Е.А.	1	1	1	1	1
3	Составление календарного плана-графика выполнения бакалаврской работы	Кочегурова Е.А.	2	2	2	2	3
4	Подбор и изучение литературы по теме бакалаврской работы	Заикин Н.Д.	25	30	27	27	40
5	Анализ предметной области	Заикин Н.Д.	12	15	13,2	13	19
6	Проектирование программы	Заикин Н.Д.	12	15	13,3	13	19
7	Разработка программы	Заикин Н.Д.	35	42	37,8	38	56
8	Согласование выполненной работы с научным руководителем	Заикин Н.Д.	1	2	1,4	1	1
		Кочегурова Е.А.	1	2	1,4	1	1
9	Выполнение других частей работы (финансовый менеджмент, социальная ответственность)	Заикин Н.Д.	10	14	11,6	12	18
10	Подведение итогов, оформление работы	Заикин Н.Д.	7	10	8,2	8	9
		Кочегурова Е.А.	4	5	4,4	4	5
Итого		Заикин Н.Д.	108	137	119,6	120	178
		Кочегурова Е.А.	4	5	4,4	4	5

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН-ГРАФИК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ

