

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

Институт электронного обучения
Специальность 230101 Вычислительные машины, комплексы, системы и сети
Кафедра вычислительной техники

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
ОБНАРУЖЕНИЕ МОМЕНТОВ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ДАННЫХ В НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

УДК 004.415:55.002.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8302	Сентяков Александр Игоревич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ВТ	Буркатовская Ю.Б.	к.ф-м.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Конотопский В.Ю.	к.э.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры экологии и БЖД	Извеков В.Н.	к.т.н		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ВТ	Марков Н.Г.	д.т.н., профессор		

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

Институт электронного обучения
 Направление подготовки 230101 Вычислительные машины, комплексы, системы и сети
 Кафедра вычислительной техники

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой ВТ

 (Подпись) (Дата) Марков Н.Г.
 (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Дипломного проекта

Студенту:

Группа	ФИО
3-8301	Сентяков Александр Игоревич

Тема работы:

Обнаружение моментов изменения свойств временных рядов на примере производственных данных в нефтегазодобывающей отрасли	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	26.02.2016 №1561/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	09.06.2016 г.
------------------------------------------	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <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>Задание на выполнение выпускной квалификационной работы Значения ряда параметров скважин Казанского нефтегазоконденсатного месторождения</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</i></p>	<p>Выявление цели и задач исследования Анализ предметной области Разработка алгоритма обнаружения изменения параметров Разработка технического задания Проектирование системы Реализация запланированного алгоритма</p>

<i>работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Выбор программных компонентов Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение Социальная ответственность Заключение по работе
Перечень графического материала	Внешний вид программы“ Обнаружение моментов изменения свойств временных рядов.” Основной алгоритм программы Руководство пользователя Работа программы
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент кафедры менеджмента, к.э.н., Конопский Владимир Юрьевич
Социальная ответственность	Доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, к.т.н. Извеков Владимир Николаевич

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Буркатовская Ю.Б.	к.ф-м.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8302	Сентяков Александр Игоревич		

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

Институт электронного обучения
 Направление подготовки 230101 Вычислительные машины, комплексы, системы и сети
 Уровень образования специалист
 Кафедра вычислительная техника
 Период выполнения 2016- учебный год

Форма представления работы:

Дипломный проект

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	09.06.2016 г.
------------------------------------------	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
14.05.2016 г.	Основная часть	60
20.05.2016 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
22.05.2016 г.	Социальная ответственность	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Буркатовская Ю.Б.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ВТ	Марков Николай Григорьевич	д.т.н., профессор		

РЕФЕРАТ

Дипломная работа включает в себя: 90 страниц, 13 рисунков, 14 таблиц, 23 источников, 3 приложения, которое сброшюровано отдельно.

Объект исследования – Обнаружение моментов изменения свойств временных рядов на примере производственных данных в нефтегазодобывающей отрасли.

Цель работы: Разработка ПО для алгоритмов скачков параметров нефтегазовых скважин..

В процессе исследования проводились: обзор изменений свойств временных рядов, обзор технологий программирования, программная реализация алгоритма, постановка генератора тестовых данных.

В результате было разработано программное обеспечение для обнаружение моментов изменения свойств временных рядов на примере геоинформационных данных, позволяющее обнаружить процесс неполадок, своевременный ремонт и замена оборудования.

Область применения: нефтегазовая отрасль, экономическая область.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	7
Обозначения и сокращения	8
Глава 1. Обзор предметной области.....	9
1.1. Система автоматического управления.....	11
1.2. Проблемы анализа случайных временных рядов при наличии в них изменений	12
Глава 2. Изменение момента обнаружения для случайных процессов в нефтегазовой отрасли	15
2.1. Процедура обнаружения момента изменения.....	17
2.2. Анализ данных буферного давления	18
2.3. Модификации процедуры обнаружения разладки	21
2.4. Применение предложенных процедур к экспериментальным данным	22
Глава 3. Техническое задание	27
Глава 4. Проектирование ПО «Обнаружение моментов изменения свойств временных рядов»	31
4.1. Выбор и разработка формата данных для загрузки в программу	31
4.2. Разработка основных алгоритмов программы и обработки данных	33
4.3. Проектирование пользовательского интерфейса	38
Глава 5. Обзор и выбор среды разработки	40
5.1. Среда разработки.....	40
5.2. Язык программирования	40
Глава 6. Разработка ПО системы.....	42
Глава 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	53
Глава 8. Социальная ответственность.....	72
Заключение	88
Список использованных источников	89
Приложение А. Пример таблицы с исходными данными.....	91
Приложение Б. Руководство пользователя.....	92
Приложение В. работа программы	103

ВВЕДЕНИЕ

Одной из наиболее интенсивно развивающихся прикладных наук является вычислительная техника. В ней широкое применение находят современные математические методы.

В настоящее время для изучения свойств сложных систем, в том числе и при экспериментальных исследованиях, широко используется подход, основанный на анализе сигналов, произведенных системой. Это очень актуально в тех случаях, когда математически описать изучаемый процесс практически невозможно, но в нашем распоряжении имеется некоторая характерная наблюдаемая величина. В работе будет рассмотрена одна из классических задач анализа временных рядов, а именно, задача обнаружения изменения свойств случайного процесса, или задача обнаружения разладки.

Важной особенностью в приложении является то, что требуется обнаружить выход системы из стационарного режима или переход в другой режим по наблюдениям за некоторыми параметрами системы.

Целью выпускной квалификационной работы является написание программы, результат выполнения которой – тестируется на данных

Выполненную работу условно можно разделить на две части:

1. Теоретическая часть.

Анализ задания, подбор и изучение литературы в области временных рядов при наличии в них изменения, подбор алгоритмов, обнаруживающих изменения момента случайных процессов.

2. Практическая часть.

Создание программного обеспечения – основная часть работы.

Разработанная программа удовлетворяет требованиям пользователей: имеет удобный интерфейс, наглядное представление выходных данных, содержит справочную информацию. К программе написано “Руководство пользователя”.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В данной работе применены описанные ниже термины с соответствующими определениями.

Временной ряд - последовательность регистрируемого сигнала (наблюдаемая).

Разладка - под разладкой понимается изменение свойств временного ряда

Квазипериодичность - свойство системы, которая показывает нерегулярную периодичность.

Дисперсия – мера разброса.

ПО - программное обеспечение

ИС - информационные системы

САУ- система автоматического управления

ГЛАВА 1. ОБЗОР ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Автоматика, отрасль науки и техники, охватывающая теорию и принципы построения систем управления, действующих без непосредственного участия человека; в узком смысле - совокупность методов и технических средств, исключающих участие человека при выполнении операций конкретного процесса. Как самостоятельная область техники А. получила признание на 2-й Мировой энергетической конференции (Берлин, 1930), где была создана секция по вопросам автоматического и телемеханического управления. В СССР термин "А." получил распространение в начале 30-х гг.

А. как наука возникла на базе теории автоматического регулирования, основы которой были заложены в работах Дж.К. Максвелла (1868), И.А. Вышнеградского (1872-1878), А. Стодолы (1899) и др.; в самостоятельную научно-техническую дисциплину окончательно оформилась к 1940. История А. как отрасли техники тесно связана с развитием автоматов, автоматических устройств и автоматизированных комплексов. В стадии становления автоматика опиралась на теоретическую механику и теорию электрических цепей и систем и решала задачи, связанные с регулированием давления в паровых котлах, хода поршня паровых и частоты вращения электрических машин, управления работой станков-автоматов, устройствами релейной защиты. Соответственно и технические средства автоматика в этот период разрабатывались и использовались применительно к системам автоматического регулирования. Интенсивное развитие всех отраслей науки и техники в конце 1-й половины 20 в. вызвало также быстрый рост техники автоматического управления, применение которой становится всеобщим.

2-я половина 20 в. ознаменовалась дальнейшим совершенствованием технических средств автоматика, хотя и неравномерным для разных отраслей народного хозяйства, распространением автоматических управляющих устройств с переходом к более сложным автоматическим системам, в частности в промышленности - от автоматизации отдельных агрегатов к комплексной автоматизации цехов и заводов. Существенной чертой является использование

автоматики на объектах, территориально расположенных на больших расстояниях друг от друга. Например, крупные промышленные и энергетические комплексы, системы управления космическими летательными аппаратами и т. д. Для связи между отдельными устройствами в таких системах применяются средства телемеханики, которые совместно с устройствами управления и управляемыми объектами образуют телеавтоматические системы. Большое значение при этом приобретают технические (в т. ч. телемеханические) средства сбора и автоматической обработки информации, т. к. многие задачи в сложных системах автоматического управления могут быть решены только с помощью вычислительной техники. Наконец, теория автоматического регулирования уступает место обобщённой теории автоматического управления, объединяющей все теоретические аспекты автоматики и составляющей основу общей теории управления.

Автоматическое управление в технике, совокупность действий, направленных на поддержание или улучшение функционирования управляемого объекта без непосредственного участия человека в соответствии с заданной целью управления. Автоматическое управление широко применяется во многих технических и биотехнических системах для выполнения операций, не осуществимых человеком в связи с необходимостью переработки большого количества информации в ограниченное время, для повышения производительности труда, качества и точности регулирования, освобождения человека от управления системами, функционирующими в условиях относительной недоступности или опасных для здоровья. Цель управления тем или иным образом связывается с изменением во времени регулируемой (управляемой) величины - выходной величины управляемого объекта. Для осуществления цели управления, с учётом особенностей управляемых объектов различной природы и специфики отдельных классов систем, организуется воздействие на управляющие органы объекта - управляющее воздействие. Оно предназначено также для компенсации эффекта внешних возмущающих воздействий, стремящихся нарушить требуемое поведение регулируемой

величины. Управляющее воздействие вырабатывается устройством управления. Совокупность взаимодействующих управляющего устройства и управляемого объекта образует систему автоматического управления.

1.1. Система автоматического управления

Система автоматического управления поддерживает или улучшает функционирование управляемого объекта. В ряде случаев вспомогательные для систем автоматического управления операции (пуск, остановка, контроль, наладка и т.д.) также могут быть автоматизированы. Система автоматического управления функционирует в основном в составе производственного или какого-либо другого комплекса.

САУ классифицируются в основном по цели управления, типу контура управления и способу передачи сигналов. Первоначально перед САУ ставились задачи поддержания определённых законов изменения во времени управляемых величин. В этом классе систем различают системы автоматического регулирования, в задачу которых входит сохранение постоянными значения управляемой величины; системы программного управления, где управляемая величина изменяется по заданной программе; следящие системы, для которых программа управления заранее неизвестна. В дальнейшем цель управления стала связываться непосредственно с определёнными комплексными показателями качества, характеризующими систему (её производительность, точность воспроизведения и т. п.); к показателю качества могут предъявляться требования достижения им предельных (наибольших или наименьших) значений, для чего были разработаны адаптивные, или самоприспосабливающиеся системы. Последние различаются по способу управления: в самонастраивающихся системах меняются параметры устройства управления, пока не будут достигнуты оптимальные или близкие к оптимальным значения управляемых величин; в самоорганизующихся системах с той же целью может меняться и её структура. Наиболее широки, в принципе, возможности самообучающихся систем,

улучшающих алгоритмы своего функционирования на основе анализа опыта управления. Отыскание оптимального режима в адаптивных САУ может осуществляться как с помощью автоматического поиска, так и беспойсковым образом

1.2. Проблемы анализа случайных временных рядов при наличии в них изменений

Многочисленные приложения анализа временных рядов составляет в настоящее время бурно развивающуюся область науки.

Временной ряд-последовательность регистрируемого сигнала (наблюдаемая). Такой подход используется, когда нет возможности построить уравнение движения. Необходимым предварительным этапом решения задачи прогноза поведения систем, описываемых случайными процессами, является анализ структуры процесса. Проведение анализа и прогноза предполагает наличие адекватной модели процесса. В системах, описываемых временными рядами, модель можно получить путем обработки результатов наблюдений за поведением системы. Большое число известных процессов хорошо описывается параметрическими моделями. Методология построения параметрических моделей в случае отсутствия изменений в интервале наблюдения достаточно хорошо проработана, как для стационарных, так и для нестационарных временных рядов.

Проблемы возникают при построении моделей процесса в интервале, содержащем изменения его свойств. Наличие изменений процесса в интервале построения модели приводит к ошибкам модели и, как следствие, к неверным результатам анализа и прогноза. Поэтому в процессе построения модели очень важно выделять участки временного ряда, на которых эта модель неизменна.

В силу большого числа причин, влияющих на процесс, многие существенные изменения динамики его измеряемых количественных показателей замаскированы, скрыты большим количеством случайных факторов и проявятся

только через некоторое время. Своевременное обнаружение изменений свойств процессов позволяет выявить скрытые нарушения, которые происходят в наблюдаемом объекте или явлении и предпринять необходимые действия.

Изменения могут возникать в произвольные неизвестные заранее моменты времени под влиянием факторов внешней среды и не приводят к необратимым изменениям в процессе, после окончания воздействия внешних факторов процесс возвращается в исходное состояние. Другой вид изменений, которые могут привести к непредсказуемым и даже катастрофическим последствиям, приводит к новой стадии развития процесса, и после окончания воздействия причин, послуживших источником этих изменений, процесс переходит в новое качественное состояние. Примерами изменений первого типа могут служить кратковременные "скачки" и "падения" цен акций, облигаций, фьючерсов на финансовых рынках. Среди изменений второго типа особо важную роль играют изменения, приводящие к катастрофическим последствиям (изменение местности, пожары, наводнения, изменение структуры природы-пожелтение листьев и т.д.). Анализ динамики отдельного ряда далеко не всегда дает возможность определить в оперативном режиме, какой вид изменений происходит: кратковременные отклонения или необратимые существенные изменения.

Одним из важных факторов, определяющих поведение процесса, является наличие статистических взаимосвязей между этим процессом и другими описывающими поведение связанных с ним объектов. Неизменность связей поддерживает устойчивость системы, нарушение связей может существенно изменить поведение процесса. Можно предположить, что чаще всего при сохранении долговременных связей, изменения, происходящие в процессе, принадлежат к первому типу, при нарушении - ко второму. Хотя точный ответ на этот вопрос может быть получен только при анализе содержательной постановки задачи, очевидно, что анализ динамики связей является важным элементом анализа поведения системы, описываемой временными рядами.

Если изменения произошли, после того как модель построена и не обнаружены, то при прогнозировании будущих значений процесса возникают

ошибки. Поэтому после получения адекватной модели необходимо проверять, сохраняет ли она адекватность.

Проверка адекватности модели в режиме получения текущих наблюдений и своевременное выявление отклонений позволяет прогнозировать развитие системы и предотвращать возможные кризисные и неблагоприятные ситуации. Поэтому развитие методов апостериорного и оперативного анализа временных рядов при наличии в них различного типа изменений является актуальной задачей[14].

В работе будут представлены методы обнаружения, описываемых случайными процессами при наличии в них различного вида изменений свойств, позволяющая для широкого спектра процессов: технологических, природных, анализировать текущее состояние и предысторию, обнаруживать их изменения и прогнозировать будущие состояния.

Используемые методы: применяется аппарат теории вероятности, математической статистики и случайных процессов. В основу алгоритмов текущего обнаружения положены методы последовательного анализа Вальда, для анализа нестационарных процессов используются методы коинтеграционного анализа в сочетании с алгоритмами текущего и апостериорного наблюдения.

ГЛАВА 2. ИЗМЕНЕНИЕ МОМЕНТА ОБНАРУЖЕНИЯ ДЛЯ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Проблема обнаружения изменения параметров наблюдаемого процесса представляет интерес в области контроля технологических процессов, обработки изображений, в эконометрике. Скорейшее обнаружение разладки позволяет скорректировать управление, чтобы держать процесс под контролем. Часто информация о свойствах случайного наблюдаемого процесса недоступна. Алгоритм обнаружения должен гарантировать качество решений в онлайн режиме. В нашей ситуации, такая работа связана с управлением газовыми скважинами. Газ является одним из стратегических ресурсов Российской Федерации и спрос на этот вид сырья постоянно растет. Разработка месторождений и бурений скважин являются трудоемким и дорогим процессом, следовательно, на газодобывающих предприятиях используют методы стимулирования добычи газа из существующих скважин. В этом случае инженерно-геологические действия, направленные на прирост добычи газа, представляют особый интерес. Такие действия требуют значительных трудовых и временных затрат высококвалифицированных специалистов, трудоемкого анализ различных видов геологических и промысловых данных. Работа такого рода делается практически вручную [19], отсюда потребность в новых методах автоматизации обработки данных в реальном времени и их внедрении в производство.

Проблема обнаружения изменения свойств случайного процесса области возникает тогда, когда существует необходимость в скорейшем обнаружении ошибки. Ошибки могут быть диагностированы с помощью последовательного метода анализа, для различных параметров, которые доступны в режиме он-лайн. Проблема обнаружения изменений случайных процессов впервые была исследована Пейджем (1954г.) и Ширяевым (1978г.).

В общем случае задача может быть сформулирована следующим образом: случайный процесс наблюдается, и некоторые свойства процесса меняются в определенный момент времени. Проблема состоит в том, чтобы обнаружить

момент смены, изменения параметра. Есть два подхода к обнаружению момента изменения: апостериорные и последовательные методы. Первый из них предполагает, что реализация случайного процесса доступна на интервале $[0, T]$, и известно, что момент θ принадлежит этому интервалу. В второй случае предполагает, что процесс наблюдается онлайн, и решение о наличии разрядки принимаются в определенный случайный момент времени. Наше исследование связано с последовательным методом обнаружения изменения, поскольку ее результаты планируется использовать для обнаружения технологических сбоев по наблюдениям за параметрами скважин в реальном времени.

При использовании последовательных методов возникает две ошибки в принятии решения: ложная тревога, т.е. принятие решения о наличии разрядки, пока она еще не произошла, и запаздывание, т.е. принятие решения об отсутствии разрядки, в то время как она уже произошла. Критериями качества являются малое количество ложных тревог, или, другими словами, большое время между ложными тревогами, и малое время запаздывания в обнаружении разрядки. Однако, эти критерии противоречат друг другу: скорейшее обнаружение разрядки приводит к сокращению времени между ложными тревогами, а увеличение времени между ложными тревогами – к увеличению запаздывания.

Наиболее интересным случаем для приложений является случай, когда функция распределения наблюдаемого процесса до и после смены момента изменения неизвестны. Решение этой проблемы с использованием модификации алгоритма кумулятивных сумм и было предложено Воробейчиковым (1998 г.). Было установлено, что отношение средней задержки и логарифма среднего времени между ложными тревогами стремится к константе. Это свойство характерно для оптимальной процедуры обнаружения в случае известных функций распределения[19].

2.1. Процедура обнаружения момента изменения

Рассмотрим процедуру, предложенную Воробейчиковым (1998г.) [19], для случая независимых наблюдений с неизвестными функциями распределения до и после момента изменения.

Это процедура является базой для нашего приложения. Пусть $\{x_i\}_{i \geq 1}$ последовательность независимых случайных величин с функцией распределения $F(t - a)$, а значение a удовлетворяет следующему условию,

$$a = \begin{cases} a_0 & i \leq \theta \\ a_1 & i > \theta \end{cases}, (1)$$

где θ – это неизвестный момент изменения параметров, называемый моментом разладки. Значения, a_0 и a_1 являются неизвестными. Проблема заключается в обнаружении момента изменения по наблюдениям x_i .

Мы используем функцию $(x_i - x_j)$, где $i > j$ как статистику, которая реагирует на изменение среднего значения наблюдений. Математическое ожидание статистики равно 0, если переменные x_i и x_j имеют одинаковые функции распределения. Выберем определенное целое число $k > 1$, описывающее глубину памяти (если предполагается, что существует единственный момент изменения, то параметр k следует выбирать как можно большим) и преобразуем исходные наблюдения следующим образом:

$$y_i = \text{sign}(x_i - x_{i-k}), \quad i > k, (2)$$

Где $\text{sign}(x)$ - знаковая функция, которая принимает значение 1 для неотрицательных значений x , и значение -1, для отрицательных значений x .

Переменные y_i в полученной последовательности имеют нулевое математическое ожидание, если $i \leq \theta$ или $i > \theta + k$. Таким образом, исходная задача может рассматриваться как проблема обнаружения момента изменения среднего на ограниченном интервале. Предположим, что минимальная разница между a_1 и a_0 равна Δ , т.е. $a_1 = a_0 + \Delta$ или $a_1 = a_0 - \Delta$.

Введем параметр δ .

$$\delta = \frac{m}{n} < \Delta, (3)$$

где m/n представляет собой отношение двух целых чисел, характеризующих чувствительность алгоритма к величине скачка среднего значения. Затем формируем последовательность случайных величин

$$z_i = (y_i - \delta)n, \quad (4)$$

среднее значение которых меньше нуля до момента разладки и больше нуля после момента разладки. К последовательности z_i применим алгоритм кумулятивных сумм, определив величины S_i по следующему правилу:

$$S_i = \max(S_{i-1} + z_i, l), \quad (5)$$

$$S_k = l$$

$$l = n + m.$$

Принимаем решение о том, что разладка произошла, когда кумулятивная сумма S_i достигает определённого положительного порогового значения $h > l$.

Основные характеристики процедуры - это длина интервала между ложными тревогами T_0 и среднее время запаздывания T_1 . Эти характеристики были оценены Воробейчиковым (1998г.) в неасимптотической постановке задачи, т.е. для конечного объема выборки. Кроме того, было изучено асимптотическое поведение и были получены следующие результаты

$$\lim_{T_0 \rightarrow \infty} \frac{T_1}{\ln T_0} = A, \quad (6)$$

где A известная константа от процедуры параметра, следовательно процедура является оптимальной.

2.2. Анализ данных буферного давления

Мы начнем с рассмотрения некоторые типичные ситуации, связанных с буферным давлением. Данные были взяты с одного из газовых месторождений Томской области. На Рис.1 показано буферное давление, характерная для функционирования газовой скважины в стабильных условиях. Здесь P - давление и t - время. Данные взяты каждые пятнадцать минут 14 января 2012 года.

Можно увидеть, данные имеют случайный характер, таким образом, они могут рассматриваться как реализация случайного процесса спостоянным

математическим ожиданием. Не существует математической модели для описания модели давления поскольку она зависит от многих факторов так как атмосферное условия, тип оборудования и других.

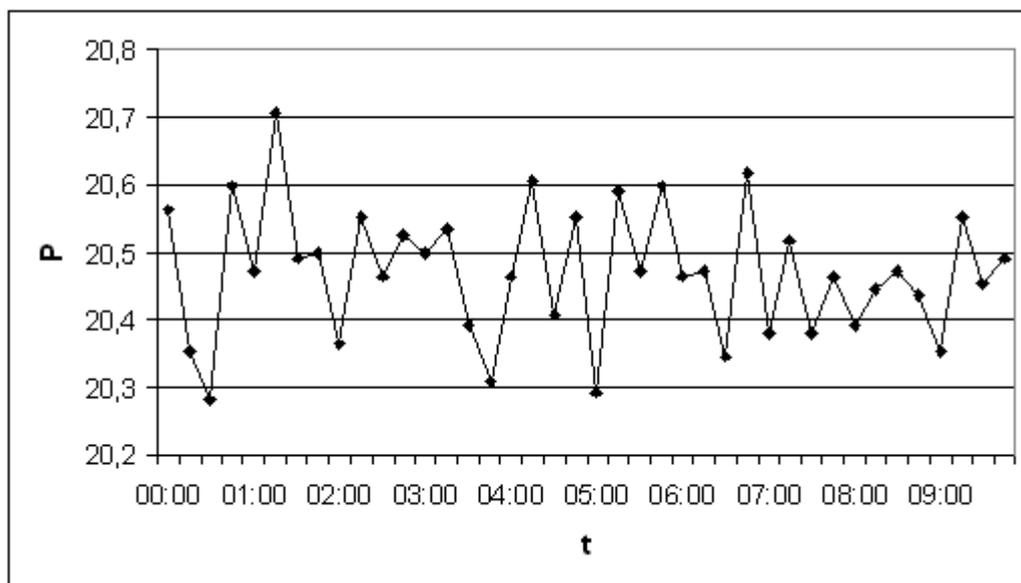


Рис. 1. Буферное давление в стабильных условиях.

Процедура, описанная выше, была разработана для независимых наблюдений, но это свойство становится важным только для расчета характеристик процедуры (средний интервал между ложных сигналов тревоги и временем задержки среднего). Для правильного применения процедуры более слабое условие является достаточным.

$$P(y_1 = 1) = P(y_1 = -1) = 0,5, \forall < \theta, (7)$$

Чтобы проверить это свойство, мы исследовали данные, взятые из интервалов в стабильных условиях. В таблице 1 приведен пример полученных результатов. Выборка содержит 509 наблюдений. Здесь k - параметр глубины памяти, используемой в формуле (2), P -выборочная вероятность $P(y_1 = 1)$, $p1$ и $p2$ – границы доверительного интервала для вероятности с уровнем 0,95.

Примеры вероятности $P(y_1 = 1)$. Таблица 1

k	10	15	20	25	30
p	0.501	0.500	0.483	0.486	0.478
p1	0.457	0.478	0.460	0.463	0.455
p2	0.544	0.522	0.505	0.508	0.501

Можно видеть, что для всех параметров рассматриваемая вероятность близка к 0,5. К тому же доверительный интервал всегда включает значение 0,5, так что процедура обнаружения момента изменения может быть применена к рассматриваемым данным.

На рис.2 показан временной интервал, включающий изменение давления. Можно увидеть, что есть некоторое постоянное увеличение буферного давления после 11:00 до 13:30. В результате разница между наблюдениями взяты до и после 11:00 становятся положительным, что позволяет нам использовать описанную процедуру обнаружения момента изменения.

На Рис.3 можно увидеть другой случай изменения поведения буферного давления. Данные были собраны 26 августа 2011 г. В отличие от предыдущего примера, нельзя наблюдать значительное постоянное увеличение параметра, а в 13:30 происходит рост среднего значения процесса. Эта ситуация усложняется из-за квазипериодичности наблюдаемых данных (**Квазипериодичность** - свойственность системы, которая показывает нерегулярную периодичность.). В результате разница между наблюдениями, взятыми до и после 13.30 может быть отрицательной, но математическое ожидание этой разницы становится положительным, и процедура может быть использована. Для того, чтобы устранить влияние квазипериодичности, мы будем модифицировать базовую процедуру.

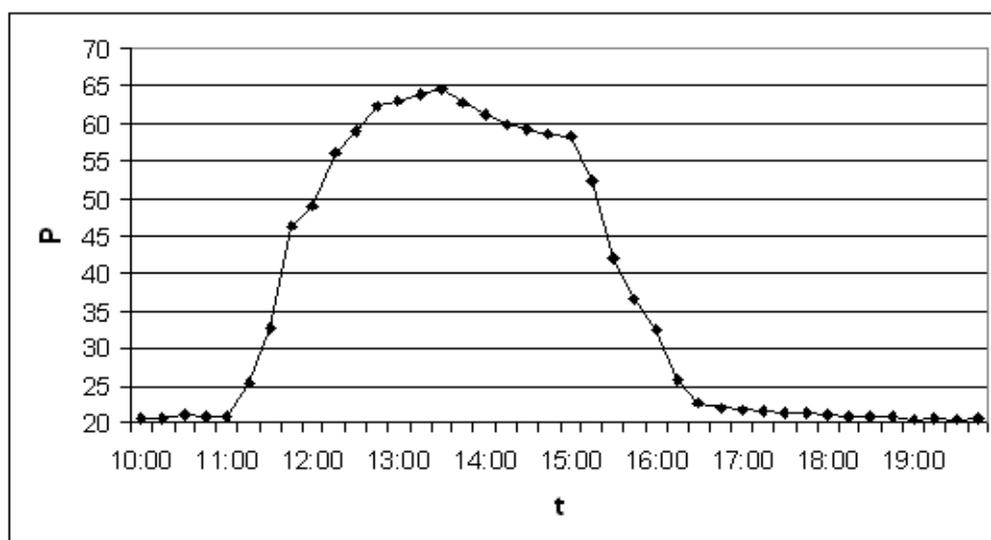


Рис.2. Изменения буферного давления

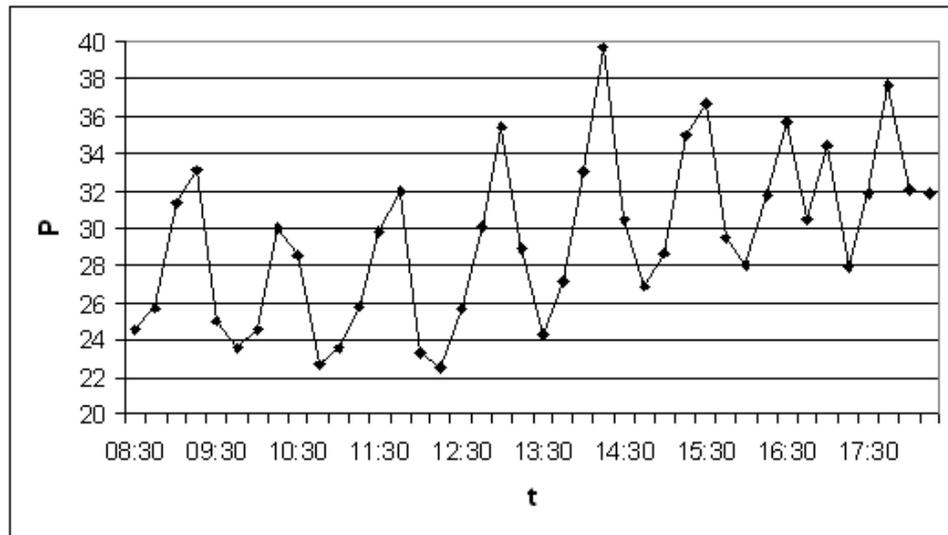


Рис.3. Изменения буферного давления(29.11.2011)

Эти примеры показывают нам возможность автоматического определения параметров газовых скважин, с помощью изменения процедуры, описанные выше.

2.3. Модификации процедуры обнаружения разладки

Во-первых, мы рассмотрим ситуацию квази-периодичности наблюдаемых данных. Мы предлагаем два подхода к обнаружению момента изменения параметров.

Первый из них заключается в использовании базовой процедуры при специальном выборе параметра k глубины памяти, который должен делиться на период колебаний.

Второй подход состоит в использовании минимума из последних n_0 наблюдений, т.е

$$v_i = \min(x_i, x_{i-1}, \dots, x_{i-n_0+1}), \quad (8)$$

Последовательность y_i формируется следующим образом

$$y_i = \text{sign}(v_i - v_{i-k}), \quad i > k, \quad (9)$$

Тогда процедура кумулятивных сумм (2), (3) применяется к этой последовательности. Параметр n_0 должен быть принят приблизительно равным периоду колебаний

Для обнаружения увеличения дисперсии наблюдений значения x_i^2 используются вместо x_i в (2)

$$y_i = \text{sign}(x_i^2 - x_{i-k}^2), \quad i > k, \quad (10)$$

Если нужно обнаружить уменьшения среднего или дисперсии в наблюдениях, можно заменить y_i статистики по $-y_i$ в процедуре CUSUM (4), (5). Такие процедуры могут быть использованы для обнаружения возвращения в стабильный режим.

2.4. Применение предложенных процедур к экспериментальным данным

Процедуры обнаружения момента изменения параметров, описанные выше, были применены к данным буферного давления. Некоторые результаты приведены на графиках.

Во-первых, мы применили процедуру основания к данным, взятым из периодов стабильности. Параметры алгоритма были взяты в качестве $m = 1$ и $n = 5$, следовательно $\delta = 0, 2$ и $l = 6$. Минимальный скачок среднего был выбран как $\Delta = 1$. Пример поведения кумулятивной суммы представлен на рис. 1, где данные те же, что на рис. 4. Здесь S - накопленная сумма и t - время.

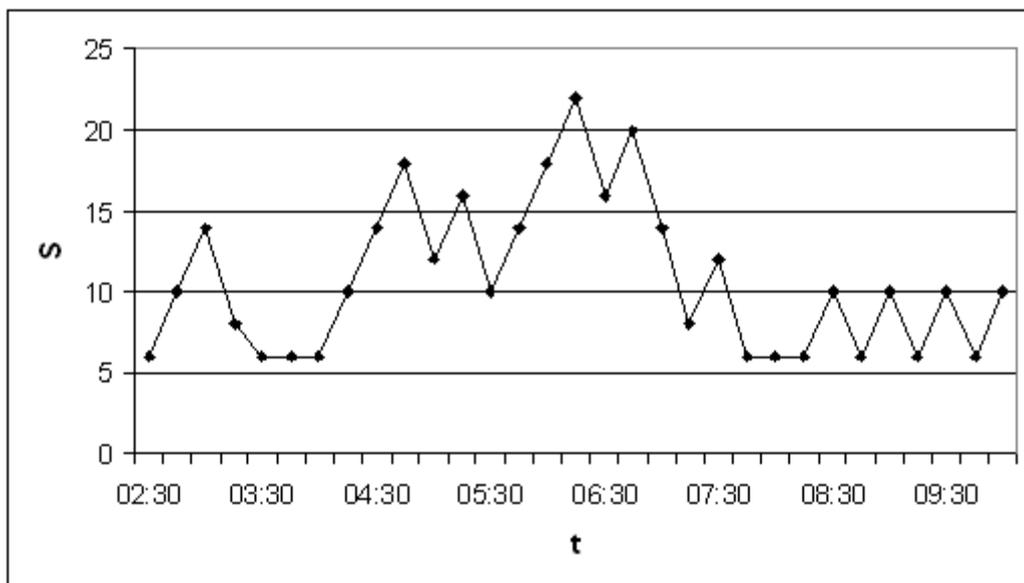


Рис.4. Кумулятивная сумма в стабильных условиях (14.01.2012)

Анализ поведения суммы позволяет определить пороговое значение. Поскольку в стабильных условиях построенная кумулятивная сумма не достигает 25, то порог h можно принять за 25 и больше. Точное значение должно быть определено с использованием практического опыта, чтобы гарантировать необходимый уровень чувствительности к изменениям. Увеличение порога приводит к увеличению средней задержки и уменьшению количество ложных тревог.

Также предложенные алгоритмы были применены к периодам, содержащим изменения параметров данных. Во-первых, данные были взяты из рис. 5, где наблюдается постоянное увеличение среднего, и была реализована базовая процедура. Результаты показаны на рис. 5

Можно видеть, что процедура сразу же реагирует на повышение давления, так как после того, как 11:30, когда давление начинает повышаться, накопленная сумма превышает пороговое $h = 25$ и начинает монотонно возрастать. Обратите внимание, что она начинает уменьшаться после 14:45, в то время как давление буфера начинает уменьшаться в 13:30. После 17.30 поведение суммы такое же, как это было в стабильных условиях, так как давление становится устойчивым.

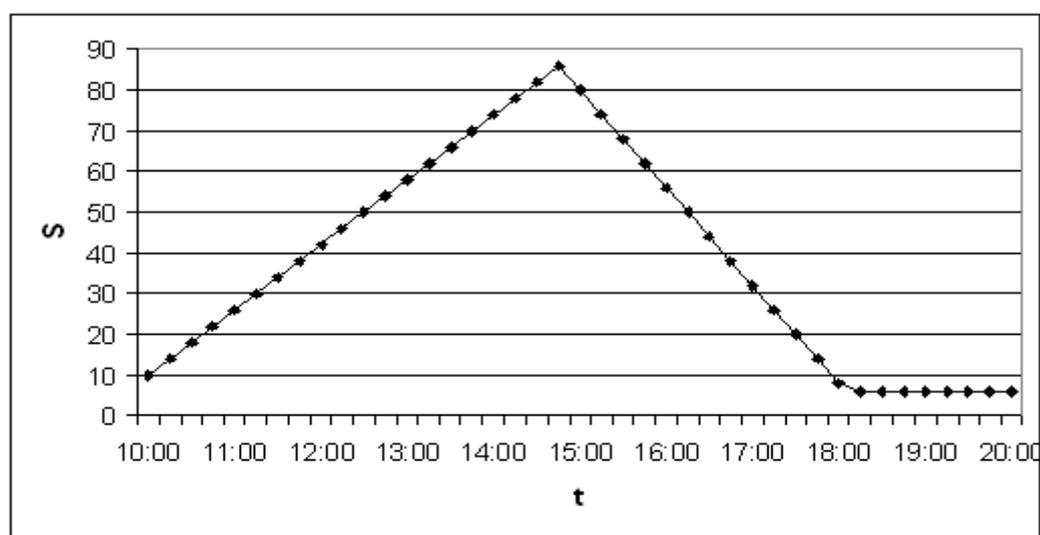


Рис.5. Совокупная сумма реагирует на постоянное повышение давления буферного (14.01.2012)

Затем процедура база была применена к данным, взятым из рис. 3, где наблюдается увеличение среднего значения при наличии колебаний. Мы выбрали $k = 10$, так как в стабильные условия период колебаний лежит между 4 и 6, и в

основном равен 5. Можно видеть, что кумулятивная сумма превышает пороговое значение $h = 25$ после 13:30, когда изменение среднего произошло, а затем монотонно возрастает, несмотря на влияние колебаний.

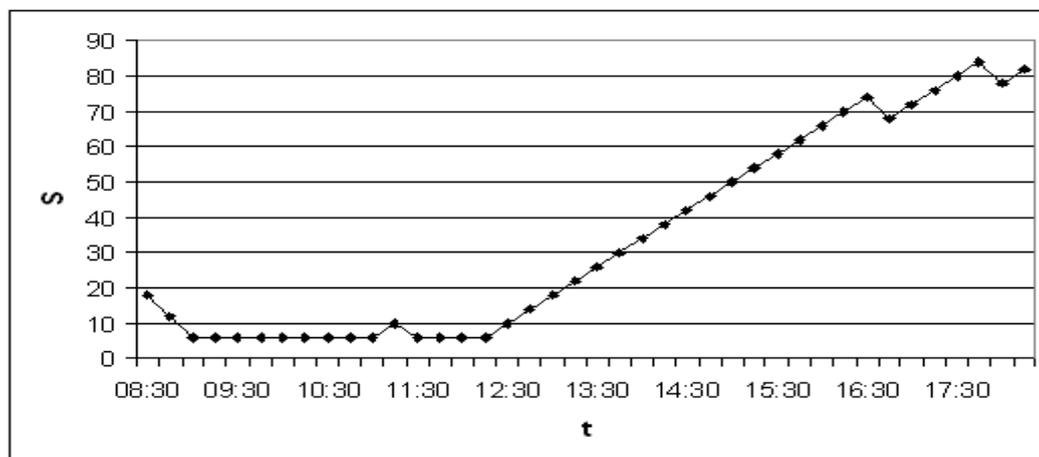


Рис.6 Накопленная сумма реагирует на повышение среднего уровня с колебаниями (26.08.2011)

Затем мы применили модифицированную процедуру, реагирующую на изменение среднего значения локальных минимумов к тем же данным. Статистики были рассчитаны по формуле (8) с $n_0 = 5$. Поведение локального минимума показано на рис. 8. Можно видеть постоянное увеличение минимума. Кумулятивная сумма представлена на рис. 9. Модифицированная процедура реагирует на изменения и может быть рекомендована для квазипериодических наблюдений.

После этого были рассмотрены данные из рис. 7, и модифицированная процедура, реагирующая процедура на изменения дисперсии, была применена к этим данным. Результаты показаны на рис. 10. Можно видеть, что кумулятивная сумма не превышает порогового значения $h = 25$ до 10:30, когда наблюдается скачок дисперсии, и увеличивается сразу после этого времени. Таким образом, процедура может быть применена к данным, когда среднее существенно не изменяется, но дисперсия меняется.

Мы также применили базовую процедуру к тем же данным. На Рис.8 представлены результаты. Так как происходит изменение среднего значения, то базовая процедура обнаруживает момент разладки, но кумулятивная сумма превышает порог позже чем в модифицированной процедуре, тем не менее, этот

пример показывает, что базовая процедура может быть применена для обнаружения скачка в среднем, если дисперсия также изменяется.

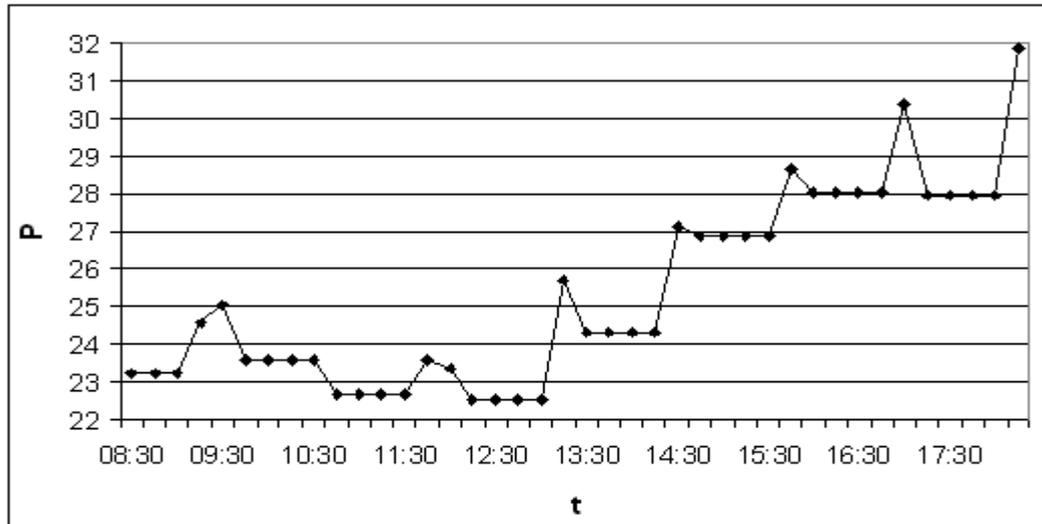


Рис.7 Поведение локального минимума (26.08.2011)

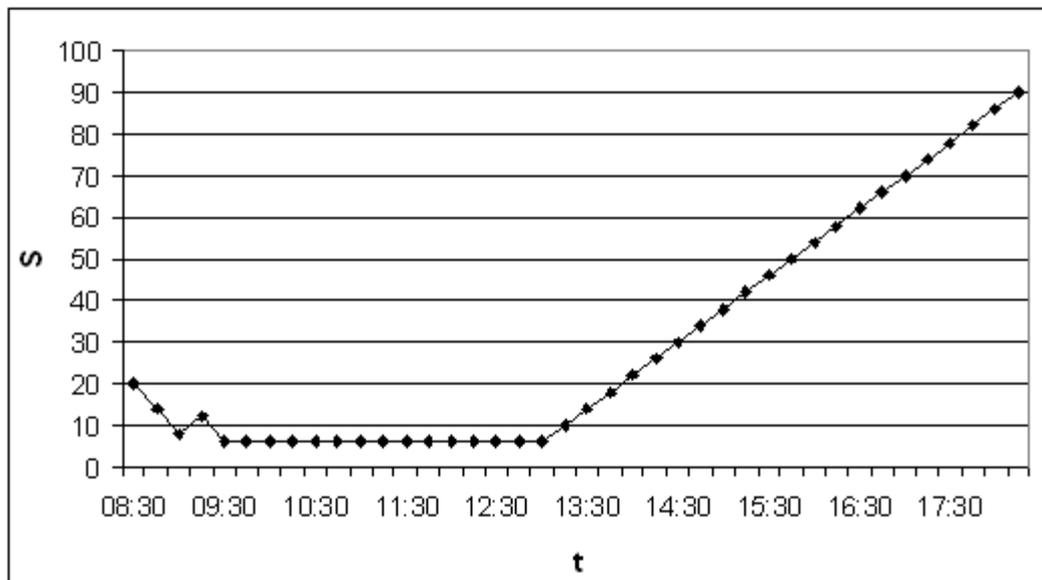


Рис. 8 Кумулятивная сумма реагирующая на повышение среднего уровня локального минимума (26.08.2011)

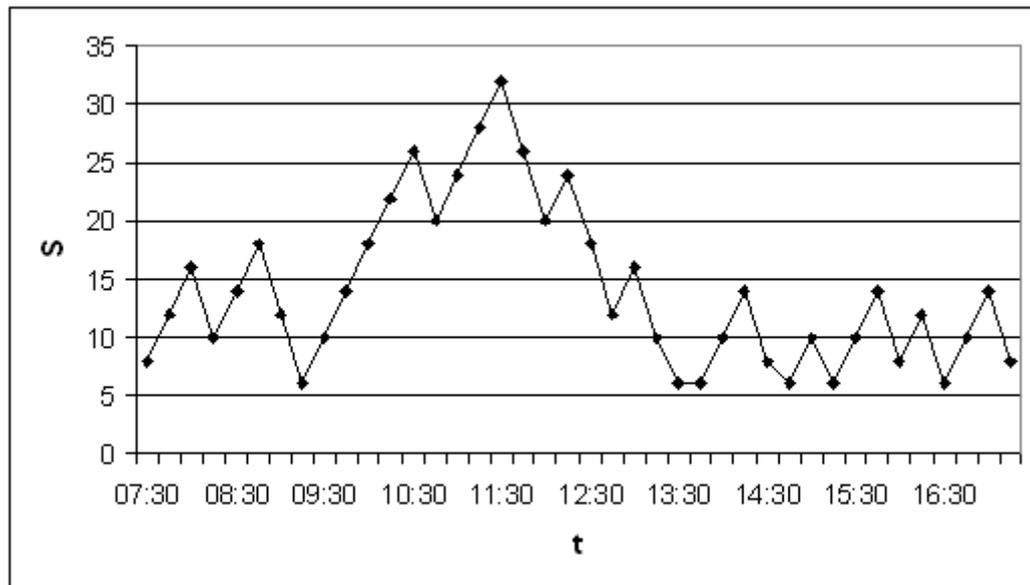


Рис. 9 Кумулятивная сумма, реагирующая на увеличение дисперсии (29.11.2011)

ГЛАВА 3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

3.1. Общие сведения

3.1.1. Наименование продукта

Обнаружение моментов изменения свойств временных рядов на примере геоинформационных данных.

3.1.2. Краткая характеристика области применения

ПО предназначено, для использования специалистами занимающимися наблюдениями, за данными нефтяной скважины. Данная задача возникает, когда требуется обнаружить выход системы из стационарного режима или переход в другой режим по наблюдениям за некоторыми параметрами системы. Также может быть использована в других областях, например “в экономической сфере”.

3.2. Назначение разработки

Программное обеспечение выполняется в интересах лаборатории ГИС кафедры вычислительной техники Томского политехнического университета.

3.3. Требования к системе

3.3.1. Требования к функциональным характеристикам

- Данная программа должна удовлетворять требованиям пользователей: иметь удобный интерфейс и высокое быстродействие.

Также разработанная программа должна выполнять следующие функции:

- Программа должна предоставить пользователю возможность открытия результата выполнения из файла.
- Программа должна предоставить пользователю возможность сохранения в файл.
- Программа должна проверять правильность ввода данных.
- Программа должна предоставить пользователю возможность открытия результата выполнения из файла.
- Программа должна предоставить пользователю возможность сохранения в файл результата выполнения.
- Программа должна содержать справочную информацию.

3.4. Требования к надежности

Перед началом работы с программой “ Обнаружение моментов изменения свойств временных рядов” следует ознакомиться с документом “Руководство пользователя”.(Приложение Б)

Программа должна выдавать сообщения при неправильном порядке действий пользователя или ошибке ввода данных.

3.5. Требования к составу и параметрам технических средств

Для функционирования системы ”Обнаружение моментов изменения свойств временных рядов” необходимо наличие ОС Windows 7 и выше.

Параметры:

- Процессор Intel Celeron J1800 2.4 GHz.
- Видеокарта Intel HD Graphics.
- Оперативная память 2048 Mb DDR 3.
- Объем жесткого диска 500 Gb
- Монитор VGA (D-Sub) совместимый.
- Стандартная клавиатура.

- Манипулятор типа “Мышь”.

3.6. Требования к информационной и программной совместимости

Для функционирования системы “Обнаружение моментов изменения свойств временных рядов ” необходимо наличие операционной системы ОС Windows 7 или совместимой. Язык интерфейса — русский

3.6.1. Требования к маркировке и упаковке

Требований к упаковке нет. Программа должна содержать название, версию и дату изготовления, а также фамилию, имя, отчество разработчика.

3.7. Требования к транспортированию и хранению

Готовый программный продукт следует хранить на жестком диске или внешнем носителе данных.

3.8. Требования к условиям эксплуатации

При эксплуатации системы “Обнаружение моментов изменения свойств временных рядов” рекомендуемыми условиями окружающей среды являются:

- температура окружающей среды должна быть 15..30 °С;
- атмосферное давление в рабочем помещении 630..800 мм. рт. ст.;
- относительная влажность воздуха 60% ($\pm 15\%$) при температуре 20°С.

3.9. Требования к программной документации

Справочная документация к программе “ Обнаружение моментов изменения свойств временных рядов” должна быть достаточной для эффективного

использования в процессе эксплуатации. Она должна содержать информацию, необходимую для быстрого и качественного освоения программы и правильной ее эксплуатации.

Программа “ Обнаружение моментов изменения свойств временных рядов ” должна быть снабжена следующей документацией:

- техническое задание;
- пояснительная записка;
- руководство пользователя.

ГЛАВА 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПО «ОБНАРУЖЕНИЕ МОМЕНТОВ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ»

Проектирование – один из самых важных и ответственных этапов в реализации любого проекта. От качества созданного проекта системы зависит во многом тот факт, придется ли в дальнейшем пересматривать основные концепции создаваемой ИС и вносить в нее принципиальные изменения, что всегда является трудоемкой и ресурсозатратной задачей.

На этапе проектирования были выделены следующие подэтапы:

- выбор и разработка формата данных для загрузки в программу;
- обработка данных;
- разработка интерфейса, демонстрация и сохранение результата обработки данных

4.1. Выбор и разработка формата данных для загрузки в программу

При выборе способа загрузки входных данных необходимо учесть универсальность формата, простоту и легкость первичной подготовки данных для конечного пользователя. Наиболее универсальным способом хранения и передачи информации является хранение в виде текстового файла, что позволяет пользователю производить подготовку, как в ручном, так и в автоматизированном режиме.

Данные представляются в виде набора числовых значений, разбитых по отдельным потокам, которые представляют собой, например, последовательность сигналов с измерительных датчиков. Для корректной обработки все потоки должны быть синхронизированы по времени. Таким образом, данные можно представить в табличной форме, где столбцы используются для хранения потоков данных, а разбиение по строкам гарантирует согласованность значений потоков по времени.

Файловые форматы для хранения табличных данных можно разбить на две группы – бинарные и текстовые. Бинарный формат характеризуется наличием определенной бинарной структурой, которую можно корректно распознать лишь с помощью специализированного программного обеспечения. К такому типу можно отнести формат MS-XLS, используемый в программе Microsoft Office Excel. Однако, для конечного пользователя разрабатываемой программы использование бинарных форматов, может быть затруднен в силу тех или иных обстоятельств. Текстовый формат характеризуется тем, что информация в нем представлена в понятной человеку форме (при использовании любого текстового редактора). Существует несколько распространенных текстовых форматов для хранения табличных данных, наиболее популярный из которых – DSV (от англ. *delimiter-separated values*), в котором строки таблицы разделяются символом переноса строки, а столбцы – заранее условленным символом разделителем.

DSV – более общий формат, так как не задает используемый символ - разделительных данных. Форматы CSV (от англ. *Comma-Separated Values* —) и TSV (от англ. *Tab-Separated Values*), являются подвидами DSV и используют в качестве разделителя символы запятой (точки с запятой) или табуляции соответственно. Но использование символа табуляции может приводить к ошибкам в процессе редактирования, так как может быть спутан с символом пробела. Учитывая особенности описанных форматов, для файла данных был выбран формат CSV. (Приложение А).

Первая строка файла данных должна содержать заголовки столбцов, которые используются для наименования потоков данных. Вторая и последующая строки содержат данные. При этом в первом столбце указывается текстовая метка, а во втором и последующих столбцах находятся числовые значения для соответствующих потоков.

Чтение происходит построчно. Текстовые значения сохраняются в виде строк (`UnicodeString`), числовые данные конвертируются в числа с плавающей запятой (`double`). При ошибке чтения необходимо показать сообщение с указанием номера строки в файле с некорректными данными.

4.2. Разработка основных алгоритмов программы и обработки данных

На этом этапе проектирования была разработана следующая общая схема работы программы:



Рис.10 Основная блок схема программы

При чтении необходимо разделять текстовые и числовые данные. Чтение происходит построчно вследствие специфики выбранного формата файла данных. Текстовые значения сохраняются в виде строк (UnicodeString), числовые данные конвертируются в числа с плавающей запятой (double). При ошибке чтения формата необходимо показать сообщение с указанием номера строки в файле с некорректными данными. Так как на момент чтения файла объем данных неизвестен, то надо сохранять данные в общем контейнере, из которого будут извлекаться данные по отдельным потокам.

Из общего контейнера данных берется информация по отдельным потокам.

В цикле обрабатываются потоки и вычисляются кумулятивные суммы для следующих типов разладок – увеличение среднего, уменьшение среднего, увеличение дисперсии, уменьшение дисперсии, а также указанные виды кумулятивных сумм вычисляются для случая квазипериодичности. В случае квазипериодичности, на основе исходных данных и указанной пользователем длины квазипериода вычисляются значения повторяющейся функции.

Рассчитанные значения графиков кумулятивных сумм демонстрируются пользователю. При переборе элементов векторов-контейнеров для построения графиков по точкам определяются моменты превышения пороговых значений, т.е. моменты разладки

Моменты одновременной разладки скорее всего не будут совпадать по времени. Для определения разладок, принимаемых за одновременные, необходимо проверять их на принадлежность достаточно малому интервалу. Размер интервала зависит от смысла исходных данных и задается пользователем.

Формируемый текстовый отчет работы программы содержит всю значимую информацию – заданные пользователем расчетные параметры, список найденных разладок, результат поиска одновременных разладок.

Сформированный текст отчета выводится на экран и предоставляется возможность сохранить его в виде файла.

Для вычисления кумулятивной суммы разработана подпрограмма:



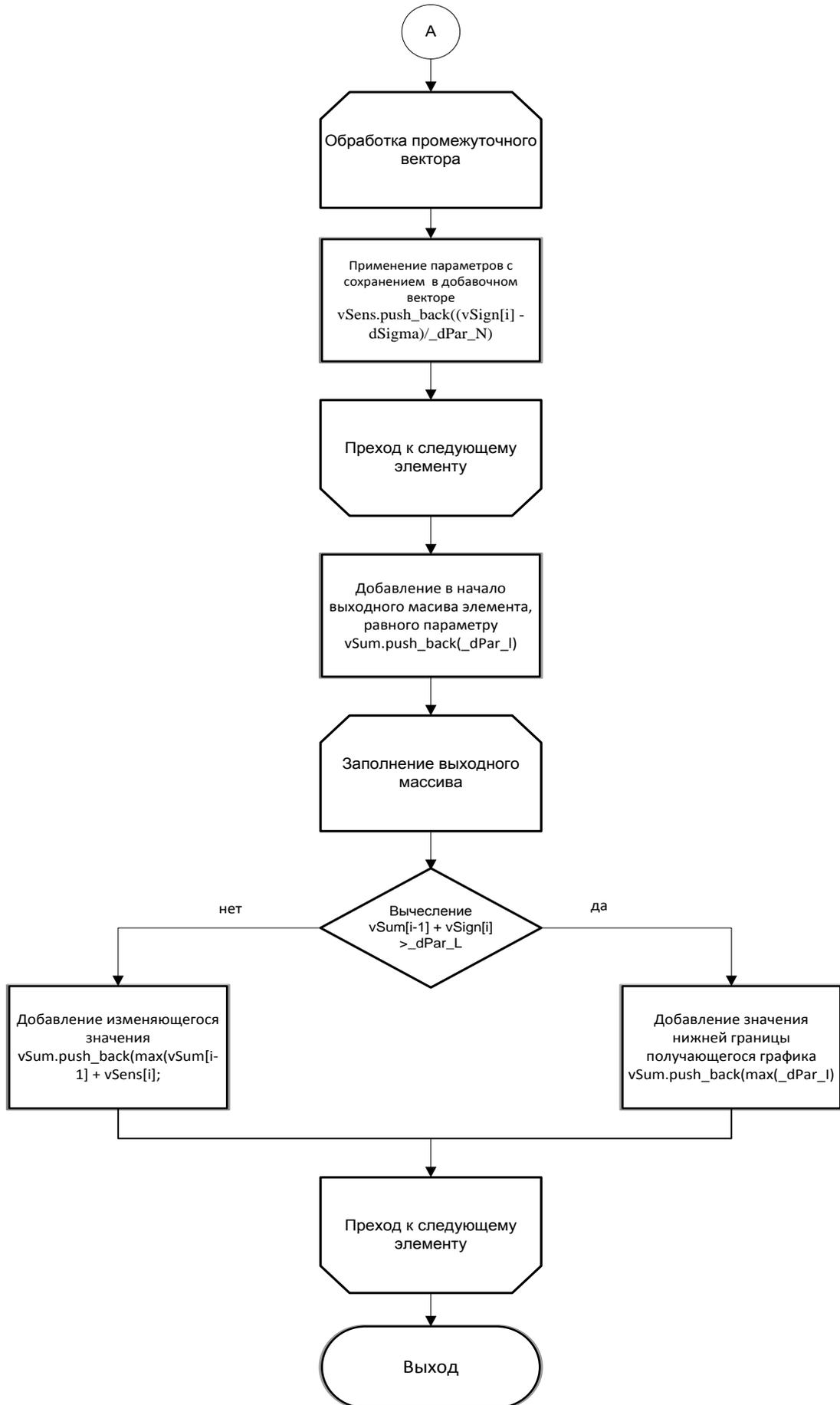


Рис.11 Блок схема вычисления кумулятивной суммы

Поиск момента разладки основан на применении знаковой функции и последующем вычислении кумулятивных значений.

Для определения знака производится последовательное вычисление разности значений элементов исходного массива $vData$, отстоящих друг от друга на глубину памяти $nMem$. Результат сравнения сохраняется в виде +1 и -1 в промежуточном массиве $vSign$.

Затем элементы промежуточного массива изменяются в соответствии с пользовательскими настройками чувствительности алгоритма. Результирующий массив формируется из промежуточного через применение алгоритма кумулятивной суммы.

В подпрограмму передаются следующие аргументы:

- $vData$ (вектор входных данных)
- $_nMem$ (глубина памяти)

Коэффициенты, определяющие чувствительность алгоритма:

- $_dPar_k$
- $_dPar_N$
- $_dPar_l$

Флаг, указывающий на поиск увеличения или уменьшения среднего

- $_bIncrease$

Создаются временные переменные векторов и вычисляется значение:

$$dSigma = _dPar_k / _dPar_N.$$

Далее в цикле к элементам исходного вектора, начиная от элемента с индексом равным глубине памяти $_nMem$, применяется знаковая функция, т.е. считает разность между текущим элементом и элементом, предшествующем на расстояние памяти: $(_vData[i] - _vData[i - _nMem])$.

Отрицательный результат разности представляется в виде +1, положительный в виде -1: $dSign = -1 (+1)$

Проверяется флаг поиска. Если флаг установлен, тогда результат разности инвертируется, умножаясь на минус единицу: $if (_bIncrease) dSign *= -1$.

Полученное значение сохраняется в промежуточном массиве :
`vSign.push_back(dSign);`

Все элементы промежуточного вектора трансформируются в соответствии с пользовательскими настройками по формуле: $vSign[i] = ((double)vSign[i] - dSigma)/_dPar_N$.

Применяется алгоритм кумулятивной суммы. В пустой результирующий вектор первым элементом добавляется `_dPar_1` и далее последовательно вычисляется максимальное значение между суммой элементов промежуточного и результирующего массива и параметром 1. Полученный результат добавляется в результирующий массив: `vSum.push_back(max(vSum[i-1] + vSign[i], _dPar_1));`

4.3. Проектирование пользовательского интерфейса

После запуска приложения Rad Studio 10, открывается главное окно (включающее главное меню Rad Studio 10, набор пиктограмм и палитру компонентов), окно инспектора объектов, окно формы, окно кода программы и окно проводника программы.

Окно формы является прототипом будущего окна программы, которое необходимо дополнить компонентами, реализующие нужные интерфейсные свойства (разного рода кнопки, списки, полосы прокрутки и т.д.). После размещения на форме очередного компонента Rad Studio 10 автоматически генерируя шаблоны обработчиков событий, которые после компиляции преобразуются в ресурсный файл Windows.

При разработке интерфейса учитывались требования обеспечения наглядности, логичности и простоты работы пользователя с программой. Интерфейс программы разбивается на несколько отдельных областей:

- Главное меню программы
- Область демонстрации данных
- Область ввода параметров расчета
- Область кнопок управления

Главное меню программы должно содержать: Пункт Справка, Пункт О программе, Пункт Загрузить данные..., Пункт Перечитать файл, Пункт Рассчитать заново, Пункт Выход

Область демонстрационных данных должны размещены компоненты для визуального представления исходных данных в виде графиков.

Область ввода данных параметров расчета. В этой области должны расположены все настраиваемые параметры, которые необходимо указать для корректной обработки данного набора данных.

Область кнопок управления - открытие и пересчет данных

Для обеспечения компактности применяется компонент TabPanel, позволяющий размещать информацию на нескольких вкладках и тем самым уменьшить размер окна программы.

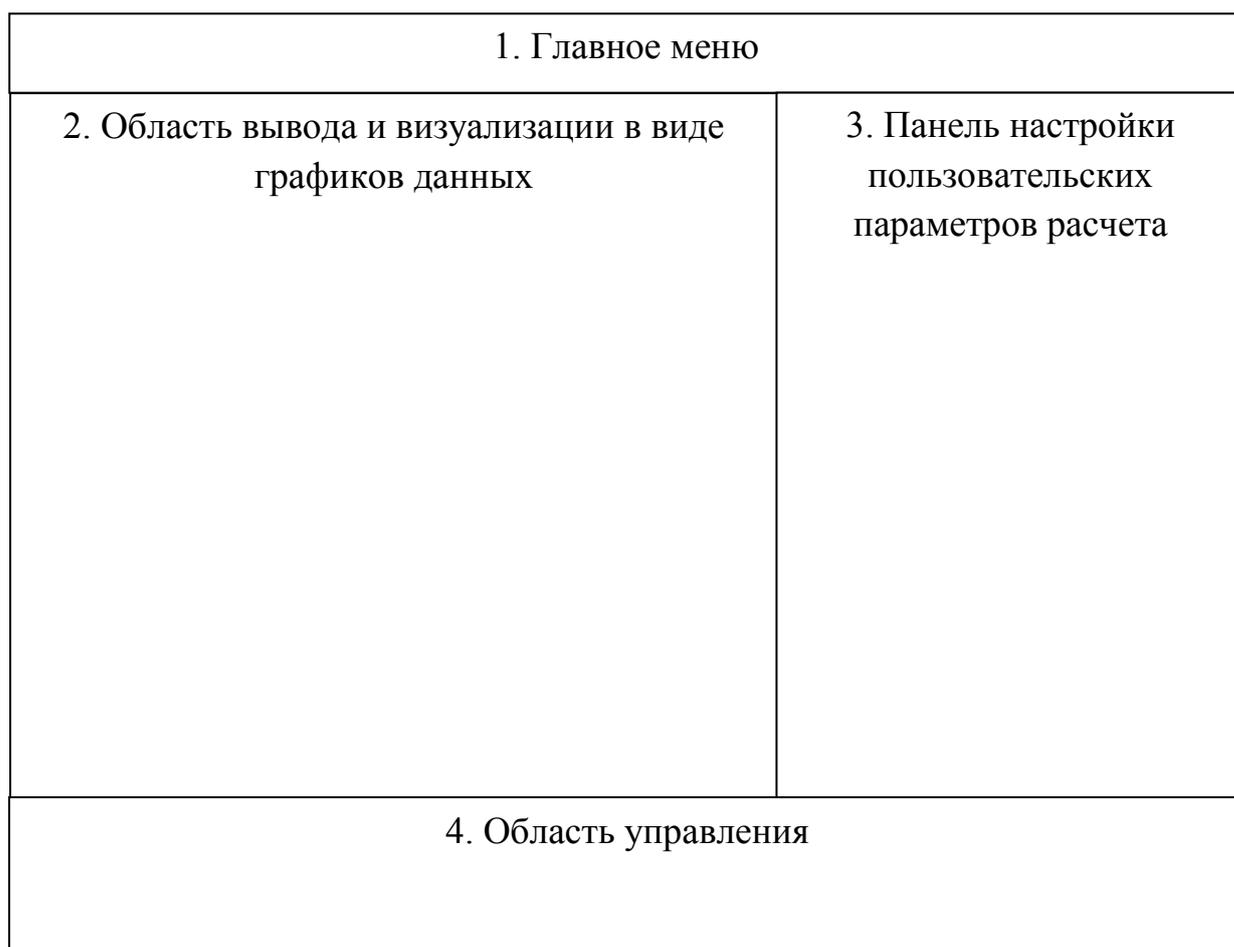


Рис.12 Разработка интерфейса

ГЛАВА 5. ОБЗОР И ВЫБОР СРЕДЫ РАЗРАБОТКИ

5.1. Среда разработки

В качестве среды разработки будет использована среда разработки Embarcadero RAD Studio 10 Seattle — это комплексное решение для разработки программного обеспечения, ускоряющее создание нативных приложений для Windows, Mac, iOS и Android на базе единого исходного кода.

Задачей №1 и для независимых, и для корпоративных производителей сегодня является поддержка быстрорастущей совокупности различных устройств Windows и Apple, типов пользовательских интерфейсов, версий ОС и разнородных форм-факторов. Чтобы обратить это в конкурентные преимущества, компаниям нужно найти способ многократно умножить силы сотрудников отделов разработки, причем за счет технологических решений. Embarcadero RAD Studio 10 Seattle является тем самым «мультипликатором производительности» производителей, позволяя быстро и визуальными методами буквально ставить на поток создание приложений для Windows 10, Mac, .NET, Web и мобильных платформ. Разработчики на Delphi и C++Builder смогут быстро обновить свои VCL- и FMX-приложения и в полной мере воспользоваться бурным ростом интереса к Windows 10. Поддерживаются компоненты Windows 10 и «родные» API и компоненты WinRT/UWP, элементы интерфейса Windows 10 VCL. Также обновлена поддержка Windows 10 FMX.

5.2. Язык программирования

C++ - компилируемый, статически типизированный язык программирования общего назначения.

Поддерживает такие парадигмы программирования, как процедурное программирование, объектно-ориентированное программирование, обобщённое программирование, обеспечивает модульность, отдельную компиляцию, обработку исключений, абстракцию данных, объявление типов (классов)

объектов, виртуальные функции. Стандартная библиотека включает, в том числе, общепотребительные контейнеры и алгоритмы. C++ сочетает свойства как высокоуровневых, так и низкоуровневых языков. В сравнении с его предшественником языком C, наибольшее внимание уделено поддержке объектно-ориентированного и обобщённого программирования.

C++ широко используется для разработки программного обеспечения, являясь одним из самых популярных языков программирования. Область его применения включает создание операционных систем, разнообразных прикладных программ, драйверов устройств, приложений для встраиваемых систем, высокопроизводительных серверов, а также развлекательных приложений (игр). Существует множество реализаций языка C++, как бесплатных, так и коммерческих и для различных платформ. Например, на платформе x86 это GCC, Visual C++, Intel C++ Compiler, Embarcadero (Borland) C++ Builder и другие. C++ оказал огромное влияние на другие языки программирования, в первую очередь на Java и C#.

Синтаксис C++ унаследован от языка C. Одним из принципов разработки было сохранение совместимости с C. Тем не менее, C++ не является в строгом смысле надмножеством C; множество программ, которые могут одинаково успешно транслироваться как компиляторами C, так и компиляторами C++, довольно велико, но не включает все возможные программы на C.[]

ГЛАВА 6. РАЗРАБОТКА ПО СИСТЕМЫ

Создание в среде RAD studio программы, Обладающей графическим пользовательским интерфейсом строится с использованием событийно-ориентированной парадигмы программирования. СОП - парадигма программирования, в которой выполнение программы определяется событиями — действиями пользователя (клавиатура, мышь), сообщениями других программ и потоков, событиями операционной системы (например, поступлением сетевого пакета).

Основной единицей программы является объект класса главной формы, у которого реализованы методы-обработчики событий пользовательских действий. Для задания обработчиков необходимо в режиме дизайна на форму добавить визуальные компоненты и назначить для них, при каких связанных событиях будут вызываться обработчики из объекта главной формы.

Для визуального компонента главной формы реализована обработка двух событий – событие создание формы и событие разрушение формы, вызывающиеся при запуске и закрытии окна программы соответственно. В обработчике создания формы FormCreate инициализируются свойства объекта формы и читаются пользовательские настройки, сохраненные в предыдущем сеансе работы. При закрытии программы вызывается обработка события FormDestroy, в котором сохраняются текущие настройки.

Реализация разработка начинается с размещения на форме визуальных и невидимых компонентов, у которых в дальнейшем реализуются обработка возникающих событий.

К использованным визуальным компонентам относятся:

- TChart – компонент для представление данных в виде графиков
- TCSpinEdit – используется для ввода числовых параметров
- TLabel – используется для показа статического текста
- TCheckBox - переключатель, отображающий состояние "включено" или "выключено".

- TTabControl – предназначена для переключения показа содержимого вкладок

- TEdit – используется для ввода текста в одной строке

- TMemo – используется для редактирования и показа многострочного текста

- TGroupBox – компонент для визуальной группировки связанных по смыслу элементов и имеющий текстовый заголовок.

- TPanel – также используется для группировки компонентов, но без заголовка.

- TScrollBar – используется для задания зоны прокрутки.

К невидимым использованным компонентам относятся

- TMainMenu – предназначен для настройки и отображения меню

- TOpenDialog – используется для показа системного диалога открытия файла

- TSaveDialog – используется для показа системного диалога сохранения файла

Размещение компонентов на форме:

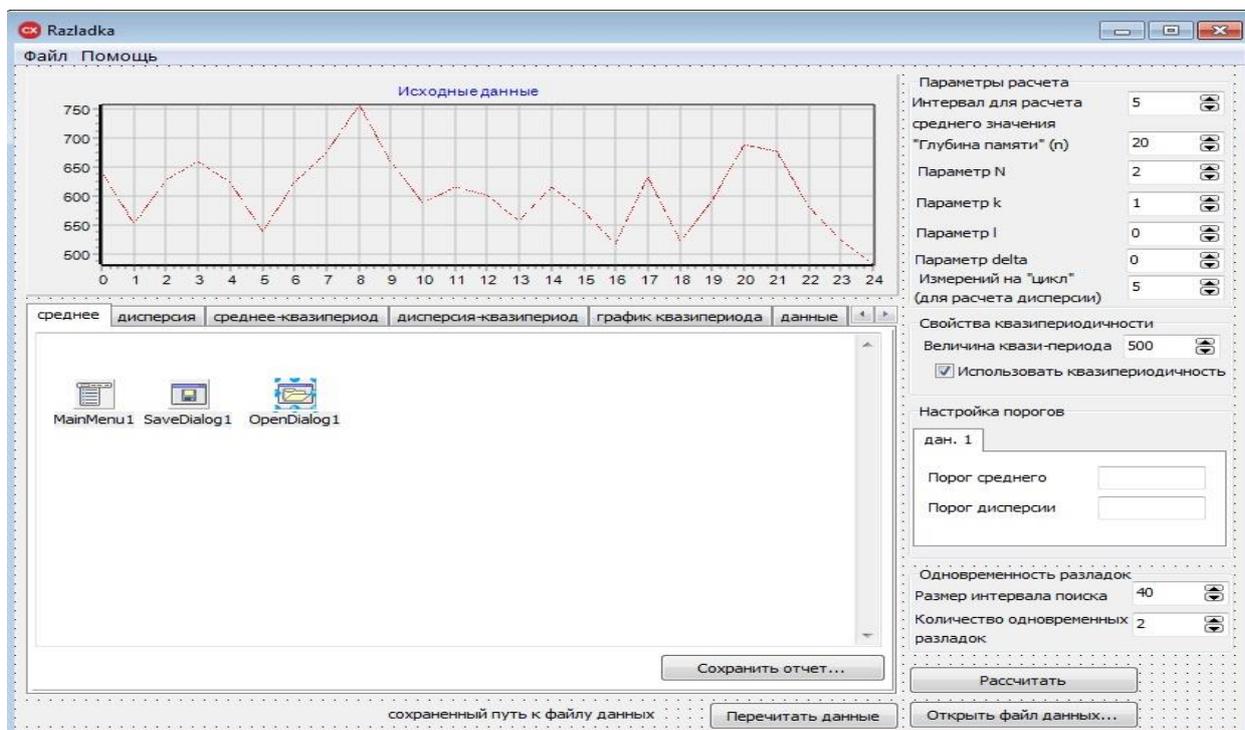


Рис. 13 Визуальное размещение компонентов

Слева располагаются компоненты для демонстрации результатов работы программы.

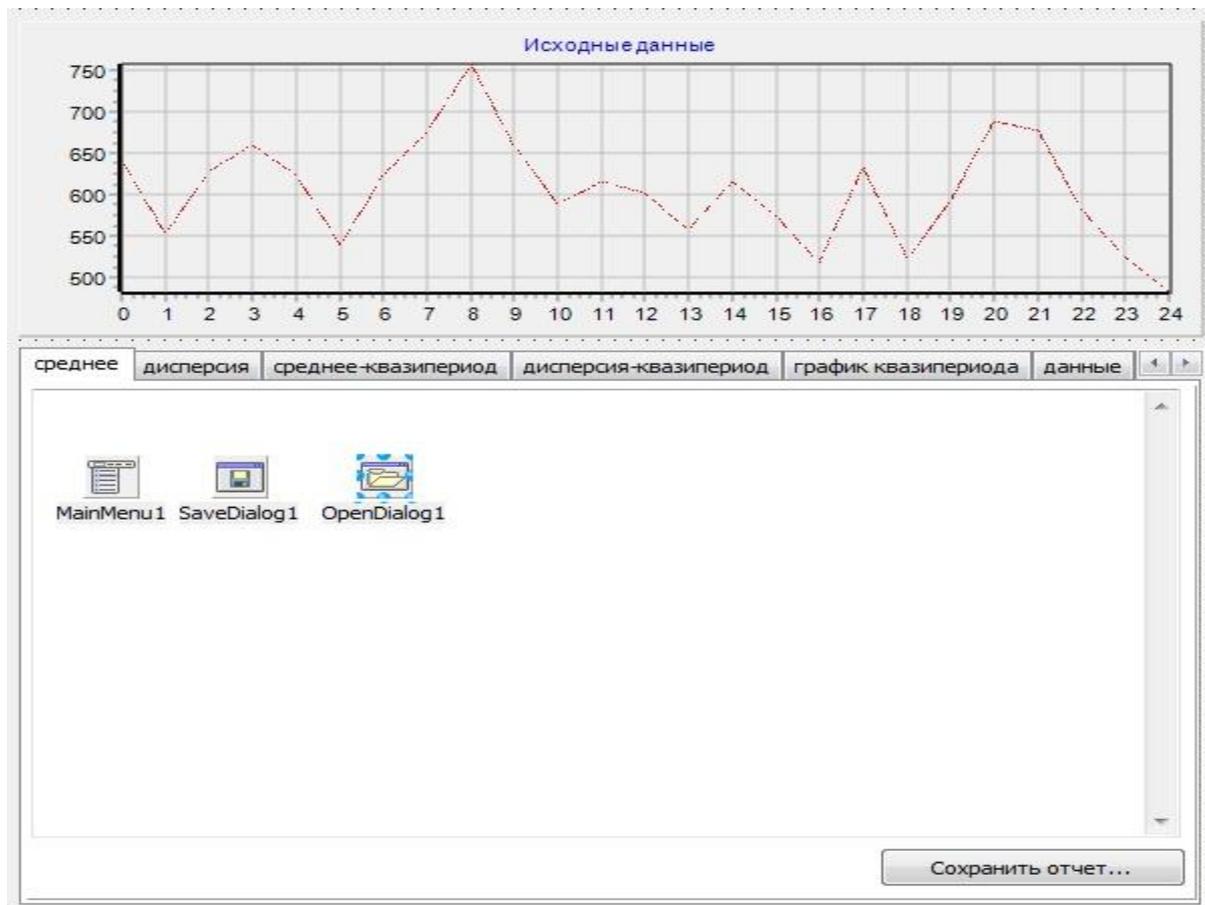


Рис.14 Визуальное размещение компонентов

Сверху расположен компонент класса TChart для показа графика исходных данных. Ниже – компонент класса TTabControl с именем tabResults для компактного представления результатов с помощью вкладок. На компоненте tabResults расположены несколько дочерних элементов TPanel, на которых расположены элементы, относящиеся к разным соответствующим вкладкам.

Для tabResults задан обработчик события OnChange, возникающего при переключении вкладки. В начале обработчика скрываются все панели, т.е. задается свойству Visible значение false. Дальше, в зависимости от индекса выбранной вкладки, показывается одна из панелей.

```
void __fastcall TForm1::tabResultsChange(TObject *Sender)
{
    pnlMean->Visible = false;
    pnlDisp->Visible = false;
    pnlPeriodMean->Visible = false;
    pnlPeriodDisp->Visible = false;
}
```

```

pnlQzGraph->Visible = false;
pnlReport->Visible = false;
pnlData->Visible = false;

if (tabResults->TabIndex > 4) {
    scrlData->Visible = false;
}
else
    scrlData->Visible = true;

switch(tabResults->TabIndex)
{
    case 0:
        pnlMean->Visible = true;
        break;
    case 1:
        pnlDisp->Visible = true;
        break;
    case 2:
        pnlPeriodMean->Visible = true;
        break;
    case 3:
        pnlPeriodDisp->Visible = true;
        break;
    case 4:
        pnlQzGraph->Visible = true;
        break;
    case 5:
        pnlData->Visible = true;
        break;
    case 6:
        pnlReport->Visible = true;
        break;
}
}

```

Панели, относящиеся к вкладкам демонстрации графиков результата, заданы как дочерние для компонента класса `TSrollBox`, так как содержащиеся на них элементы имеют достаточно большие размеры, что бы оптимально разместиться целиком на экране.

Панели для вывода текстовой информации (исходные данные и отчет) не являются дочерними для компонента прокрутки, так как расположенные на них `TМето` имеют собственную реализацию скроллинга.

На правой стороне главной формы расположены компоненты для ввода пользователем параметров обработки данных.

Рис.15 Ввод параметров обработки данных

Компонентам TEdit для ввода порогов среднего и дисперсии и использующихся для ввода нецелых чисел, заданы обработчики событий OnExit и OnKeyPress. При событии потери фокуса, т.е. OnExit, происходит сохранение настроек для указанного потока данных. А при событии OnKeyPress происходит фильтрация допустимых символов, так как для корректного преобразования текстового значения в число с плавающей запятой допустимы лишь символы цифр и символ разделителя дробной и целой части:

```
void __fastcall TForm1::edtTrshMeanKeyPress(TObject *Sender, System::WideChar
&Key)
{
    if ( ((Key>'9') || (Key<'0')) && Key!='\r' && Key!='\b' && Key!='.' &&
Key!=',' )
    {
        Key=0x0;
    }
    if((Key=='.' ) || (Key==','))
    {
        Key = FormatSettings.DecimalSeparator;
        UnicodeString s = edtTrshMean->Text;
        for(int i = 1; i <= s.Length() ; i++){
            if((s[i] == L'.' ) || (s[i] == L','))
            {
```


В функции `TForm1::ProcessMultiData()` использованы следующие подпрограммы, реализованные как методы класса главной формы - `TForm1::ProcessDimensionData` (обработка данных потоков с расчетом кумулятивных сумм) и `TForm1::DrawData` (демонстрация расчетных данных в виде графиков с вычислением моментов превышения заданных порогов).

В начале функции `TForm1::ProcessMultiData()` реализована проверка на корректность объема данных. Затем идет цикл формирования структур, содержащих обработанные данные потоков по отдельности. Вычисленные значения используются для наглядной демонстрации в виде графиков.

Показываются следующие графики расчетных данных:

- Сглаженные начальные данные, т.е. усредненные значения
- Кумулятивная сумма изменения среднего, для поиска момента скачка увеличения
 - Инвертированная кумулятивная сумма изменения среднего, для поиска момента скачка уменьшения
- График дисперсии,
 - Кумулятивная сумма изменения дисперсии, для поиска момента скачка увеличения
 - Инвертированная кумулятивная сумма изменения дисперсии, для поиска момента скачка уменьшения

Отрисовка графиков происходит с помощью подпрограммы `DrawData()`, в которую передаются следующие аргументы:

```
void TForm1::DrawData(
    TChart * _chrt, // виджет-контейнер
    int indx, // номер потока
    int type, // тип графика (нормальный среднее повышение, квази
дисперсия понижение... и другие комбинации)

    const std::vector<double> &_data, // набор значений для показа точек
графика
    const std::vector<DataItem> &_vDataItem, // а здесь хранятся метки для
точек
    std::vector<std::vector<std::pair<int, int> > > &_sumCount, // ссылка
на вектор, куда сохраняются результат проверки на порог

    System::UnicodeString _sSeriesLabel, // название графика, показываемое
в легенде. Берется как заголовок соответствующей колонки
    System::Uitypes::TColor _clr, // цвет линии
```

```

        bool _bLblShow , // показывать ли подписи на оси У, т.к. их надо
нарисовать лишь один раз,
        // то последующие отрисовки графиков в подписях не нуждаются
        int _nLblShft , // смещение, для поиска значения метки и размещения
точки
        int _nLblStep , // шаг между точками графика, используется для вывода
дисперсии, т.к. дисперсия имеет смысл лишь на отрезке
        bool _bSummed , // показывать ли линии порогов и вычислять превышения?
        double _treshold // порог для теста превышения.
    )

```

Графики различных типов вычисленных данных рисуются с помощью отдельных циклов перебора всех потоков данных, в которых происходит вызов `DrawData()` с соответствующими аргументами.

Пример цикла для демонстрации графиков увеличения среднего :

```

    int shftMnMem = shftMean + nMem; // вычисляем смещение, для учета
усреднения с учетом памяти

```

```

    for (int i = 0; i < vDataDimensions.size(); i++)
    {
        DrawData(chrtMeanUp, i, type_mn_up, vDataDimensions[i].vMeanUp,
vDataDimensions[i].vData, vSumCount, vMultiCaptions[i+1], vClrs[i],
        (i==0), shftMnMem, 1, true, vSetsTresh[i].dMean
    );
    }

```

После визуализации расчетных значений и расчета моментов разладки формируется текстовый отчет, выводящийся на вкладке «отчет».

ProcessDimensionData ().

Функция `TForm1::ProcessDimensionData()` предназначена для обработки исходных данных отдельного потока. Здесь используется подпрограмма вычисления кумулятивной суммы. В функцию передается вектор исходных данных потока и она возвращает структуру, содержащую результат обработки:

```

DataDimension ProcessDimensionData(const    std::vector<DataItem>
&vData);

```

Сначала читаются из интерфейса параметры, установленные пользователем.

Затем вычисляется вектор усредненных начальных данных. Усреднение производится как вычисление среднего на интервале, заданном пользователем:

```

for(int i = 0; i < sz; i++)
{
    dT = 0; // обнуляем коллектор на каждой итерации
    for(int y = 0; y < cntMid; y++)

```

```

    {
        dt += vData[i+y].value; // и суммируем указанное количество
        // учитывая i меньше (объем данных минус длина усреднения), а
у, соответственно, не больше этой длины усреднения
    }
    // сохраняем рассчитанное среднее
dt.vMeanData.push_back(dt/cntMid);
}

```

Дальше вызывается подпрограмма FindCumulativeSum, для вычисления кумулятивной суммы с учетом выбора поиска увеличения и уменьшения среднего:

```

dt.vMeanUp = FindCumulativeSum(dt.vMeanData, nMem, par_k, par_N, par_L,
par_Delta, true);
dt.vMeanDown= FindCumulativeSum(dt.vMeanData, nMem, par_k, par_N, par_L,
par_Delta, false);

```

Полученные данные сохраняются как свойства возвращаемой структуры.

Примерно так же считается и для случая дисперсии. Сначала вычисляется дисперсия, как максимальное отклонение на указанном пользователем соответствующем интервале:

```

double dDmin, dDmax; // временные переменные
sz = vData.size() / cntCyc ; // сколько всего должно получиться значений
дисперсии. Деление - на целых, т.е. остаток отбрасывается!
// внешний цикл нужен, чтоб прыгать через период дисперсности
for (int i = 0; i < sz; i++) {
    dDmin = dDmax = vData[cntCyc * i].value; //берем начальные
значение минимального и максимального
    // а внутренний - чтобы последовательно читать данные на
интервале расчета дисперсии
    for (int y = 1; y < cntCyc; y++) {
        // если меньше минимального, тогда минимальное
указываем найденное
        if (vData[i*cntCyc + y].value < dDmin) {
            dDmin = vData[i*cntCyc + y].value ;
        }
        // так же и по максимуму
        if (vData[i*cntCyc + y].value > dDmax) {
            dDmax = vData[i*cntCyc + y].value ;
        }
    }
    // dDmax - dDmin : это длина отрезка между минимумом и
максимумом
    dt.vDispData.push_back((dDmax - dDmin)/2);
}

```

Рассчитанные значения дисперсии передаются в функцию расчета кумулятивной суммы для случаев определения увеличения и уменьшения дисперсии.

FindCumulativeSum()

Так как реализация функции достаточно короткая, то приводится ее полный

ЛИСТИНГ:

```

std::vector<double> TForm1::FindCumulativeSum(
    const std::vector<double> &_vData, // данные для расчета
    int _nMem, // глубина "памяти"
    double _par_k, double _par_N, // параметры, характеризующие чувствительность
    процедуры к величине скачка среднего
    double _par_L, // начальная точка по оси Y
    double _par_Delta, // минимальное учитываемое изменение
    bool _bIncrease // этот аргумент указывает, что искать: либо увеличение
    среднего, либо уменьшение
){
    double dSigma = _dPar_k / _dPar_N;
    // объявляем временные переменные
    std::vector<double> vSign, vSens, vSum;
    double dSign;
    int sz = _vData.size();
    for(int i = _nMem; i < sz ; i++)
    {
        // эта знаковая функция - обратная, потому что чуть ниже мы ее
        результат будем инвертировать
        if (( _vData[i] - _vData[i - _nMem]) > 0)
            dSign = -1 ;
        else
            dSign = 1;
        if (_bIncrease)
            dSign *= -1; // вот тут и инвертируем, если передано указание
        на поиск увеличения
        // проверка, что изменение произошло более значительно, чем заданный
        пользователем минимально-учитываемый порог
        if ( abs(_vData[i] - _vData[i - _nMem]) < _par_Delta) {
            dSign = 0;
        }
        vSign.push_back(dSign);
    }
    // применение параметров, определяющих чувствительность функции
    sz = vSign.size();
    for(int i = 0; i < sz ; i++){
        if (vSign[i])
            vSign[i] = (1 - dSigma)/_dPar_N;
        else
            vSign[i] = -(1 + dSigma)/_dPar_N;
    }
    // первый элемент указываем как par_L
    vSum.push_back(par_L);
    sz = vSign.size();
    // расчет кумулятивной суммы
    for(int i = 1; i < sz ; i++){
        vSum.push_back(max(vSum[i-1] + vSign[i], _dPar_L));
    }
    return vSum;
}

```

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8301	Сентяков Александр Игоревич

Институт	ИнЭО	Кафедра	Вычислительной техники
Уровень образования	специалист	Направление/специальность	Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных	
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	
2. Разработка устава научно-технического проекта	
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф.	В.Ю. Конотопский	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8302	Сентяков Александр Игоревич		

ГЛАВА 7. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Цель раздела – комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы. В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» произведена полная оценка всех денежных затрат на реализацию разработки с учетом материальных затрат, заработной платы участников работы, затрат на единый социальный налог и налог на добавленную стоимость, расходов на электроэнергию для технологических целей и амортизационных отчислений для оборудования, используемого непосредственно при выполнении данной ВКР. Процесс создания работы разбит на этапы, определены сроки проведения отдельных работ, определены исполнители разработки, и их нагрузка по времени. Также раздел содержит комплексную оценку научно-технического уровня ВКР на основе полученных данных.

7.1. Организация и планирование работ

Организация и планирование работ непосредственно связаны со всеми элементами финансового менеджмента.

Для организации и планирования, а также определения трудоемкости выполнения ВКР необходимо ее разбить на этапы, количество и содержание которых определяется спецификой темы. Этапом считается крупная часть работы, имеющая самостоятельное значение и является объемом планирования и финансирования.

Помимо определения перечня работ необходимых для реализации разработки, следует планировать занятость каждого из ее участников и рациональную продолжительность отдельных работ для эффективного использования ресурсов исполнителей.

Так как степень распараллеливания всего комплекса работ незначительна, наглядным результатом планирования работ данной ВКР является линейный

график. Исполнителями проекта являются научный руководитель (НР) и студент-инженер (И). Описание и перечень этапов, исполнителей и их нагрузка занесены в таблицу 2

Таблица 2. Перечень работ и продолжительность их выполнения

№ этапа	Этапы работы	Исполнители	Нагрузка исполнителей
1	Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%
2	Разработка технического задания	НР, И	НР – 10% И – 100%
3	Изучение предметной области	И	И – 100%
4	Подбор материалов по теме	НР, И	НР – 30% И – 100%
5	Разработка календарного плана	НР, И	НР – 100% И – 20%
6	Изучение алгоритмов	И	И – 100%
7	Анализ функционала алгоритмов	И	И – 100%
8	Реализация алгоритмов	И	И – 100%
9	Анализ результатов	НР, И	НР – 20% И – 100%
10	Составление пояснительной записки	И	И – 100%
11	Оформление графического материала	И	И – 100%

7.1.1. Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ может осуществляться двумя методами:

- технико-экономическим
- опытно-статистическим

Так как исполнитель работы не располагает необходимыми нормативами, то используется опытно-статистический метод, который реализуется двумя способами:

- аналоговый
- экспертный

Аналоговый способ привлекает внешней простотой и околонулевыми затратами, но возможен только при наличии в поле зрения исполнителя ВКР не устаревшего аналога, т.е. проекта в целом или хотя бы его фрагмента, который по всем значимым параметрам идентичен выполняемой ВКР. В большинстве случаев он может применяться только локально – для отдельных элементов (этапов работы).

В виду отсутствия достаточно развитой нормативной базы трудоемкости планируемых процессов для расчета продолжительности этапов использован экспертный способ, предполагающий генерацию необходимых количественных оценок исполнителей проекта. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ применяется формула

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5}, \quad (11)$$

- t_{\min} - минимальная продолжительность работы, дн.;
- t_{\max} – максимальная продолжительность работы, дн.;

Чтобы построить линейный график необходимо рассчитать по формуле длительность этапов, определяемых в рабочих днях и перевести длительность в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$) ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}, \quad (12)$$

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

$$K_d = 1,2;$$

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{кд} = T_{рд} \cdot T_k, (13)$$

где $T_{кд}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

T_k – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле

$$T_k = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вд} - T_{пд}}, (14)$$

где $T_{кал}$ – календарные дни ($T_{кал} = 365$);

$T_{вд}$ – выходные дни ($T_{вд} = 52$);

$T_{пд}$ – праздничные дни ($T_{пд} = 10$).

$$T_k = \frac{366}{366 - 104 - 15} = 1,481 (15)$$

Таблица 3. Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
					$T_{РД}$		$T_{КД}$	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР, И	1	5	2,6	3,12	—	4,62	—
Разработка технического задания	НР, И	3	7	4,6	0,552	5,52	0,82	8,18
Изучение предметной области	НР, И	3	12	6,6	—	7,92	—	11,73
Подбор материалов по теме	И	2	6	3,6	1,296	4,32	1,92	6,40
Разработка календарного плана	И	1	4	2,2	0,96	2,64	1,42	3,91
Изучение алгоритмов	И	5	12	7,8	—	9,36	—	13,86
Анализ функционала алгоритмов	НР, И	5	12	7,8	—	9,36	—	13,86
Реализация алгоритмов	НР, И	1	5	2,6	3,12	—	4,62	—
Анализ результатов	И	3	7	4,6	0,552	5,52	0,82	8,18
Составление пояснительной записки	И	2	7	4	-	4,8	-	7,11
Оформление графического материала		1	4	2,20	-	2,64	-	3,91
Итого:				54,20	7,13	61,92	10,56	91,70

Таблица 4. Линейный график работ

Этап	НР	И	Февраль		Март			Апрель			Май		
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
1	4,62	—	■										
2	0,82	8,18		■									
3	—	11,73			■								
4	0,64	6,40				■							
5	7,11	3,91					■						
6	—	13,86						■					
7	—	13,86							■				
8	—	18,13								■			
9	8,89	4,62									■		
10	-	7,11										■	■
11	-	3,91											

НР ■; И ■

7.1.2. Расчет накопления готовности проекта

Цель раздела «Расчет накопления готовности проекта» - оценка текущих результатов работы над проектом. Величина накопления готовности работы показывает, на сколько процентов по окончании текущего (*i*-го) этапа выполнен общий объем работ по проекту в целом.

Введем обозначения:

- $TP_{\text{общ}}$ – общая трудоемкость проекта;
- TP_i (TP_k) – трудоемкость *i*-го (*k*-го) этапа проекта, $i = \overline{1, I}$;
- TP_i^H – накопленная трудоемкость *i*-го этапа проекта по его завершении;
- TP_{ij} (TP_{kj}) – трудоемкость работ, выполняемых *j*-м участником на *i*-м этапе, здесь $j = \overline{1, m}$ – индекс исполнителя, в нашем случае $m = 2$.

Степень готовности определяется формулой

$$CG_i = \frac{TP_i^H}{TP_{\text{общ.}}} = \frac{\sum_{k=1}^i TP_k}{TP_{\text{общ.}}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m TP_{km}}{\sum_{k=1}^I \sum_{j=1}^m TP_{km}}. \quad (16)$$

Таблица 0. Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого этапа

Этап	$TP_i, \%$	$CG_i, \%$
Постановка целей и задач, получение исходных данных	4,80	4,80
Разработка технического задания	8,49	13,29
Изучение предметной области	12,18	25,46
Подбор материалов по теме	6,64	32,11
Разработка календарного плана	4,06	36,17
Изучение алгоритмов	14,39	50,56
Анализ функционала алгоритмов	14,39	64,95
Реализация алгоритмов	18,82	83,77
Анализ результатов	4,80	88,56
Составление пояснительной записки	7,38	95,94
Оформление графического материала	4,06	100,00

7.2. Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав сметы 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;
- налог и налог на добавленную стоимость
- расходы на электроэнергию технологического оборудования;
- амортизационные отчисления;
- накладные расходы.

7.2.1. Расчет материальных затрат

Данная статья расходов материальных затрат учитывает стоимость материалов, покупных изделий, а также специально приобретенное оборудование, инструменты и другие материальных ценностей, используемые непосредственно в процессе выполнения ВКР. Кроме того статья включает транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов от поставщиков к потребителю.

Таблица 6. Расчет затрат на материалы

№ п/п	Наименование	Кол-во, шт.	Цена за ед, руб.	Стоимость, руб.
	Epson WorkForce Pro WP-4020	1 шт	5600	5600
	Картриджи для принтера	1 комп.	1999	1999

Окончание таблицы 6. Расчет затрат на материалы

№ п/п	Наименование	Кол-во, шт.	Цена за ед, руб.	Стоимость, руб.
	Чернила для картриджей	1 комп	1196	1196
	Бумага Снегурочка (А4, 80г/кв.м, белизна 146% СІЕ, 500 листов)	1 шт	234	234
	Комплект канцелярских товаров	1 шт	100	100
	Итого			9129

Допустим, что транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов от поставщиков к потребителю составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны $C_{\text{мат}} = 9129 * 1,05 = 9585,5$ руб.

7.2.2. Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (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. Величины месячных окладов (МО) для сотрудников ТПУ взяты регламентирующих документов с официального сайта ТПУ.

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

$$ЗП_{\text{дн-т}} = \text{МО}/23, \quad (17)$$

учитывающей, что в 2016 году 276 рабочих дней и, следовательно, в месяце в среднем 23 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе).

Расчеты затрат на полную заработную плату приведены в таблице 7. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты

из таблицы 7. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов:

- $K_{\text{ПР}} = 1,1$;
- $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,188$ (для шестидневной рабочей недели);
- $K_{\text{р}} = 1,3$.

Таким образом, 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.

$$K_{\text{и}} = 1,1 * 1,188 * 1,3 = 1,70.$$

Таблица 7. Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффици- ент	Фонд з/платы, руб.
НР	23264,86	1011,52	7	1,7	12 037,04
И	14874,45	646,72	68	1,7	74 760,28
Итого:					86 797,32

7.2.3. 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 % от полной заработной платы по проекту, т.е.

$$C_{\text{соц.}} = C_{\text{зп}} * 0,3 \quad (17)$$

Итак, в нашем случае $C_{\text{соц.}} = 86\,797,32 * 0,3 = 26039,19$ руб.

7.2.4. 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:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об.}} \cdot t_{\text{об.}} \cdot \text{ЦЭ}, \quad (18)$$

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

ЦЭ – тариф на 1 кВт·час;

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

Для ТПУ $\text{ЦЭ} = 5,257$ руб./кВт·час (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 5.2 для инженера ($T_{\text{рд}}$) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{\text{об.}} = T_{\text{рд}} \cdot K_t, \quad (19)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{\text{рд}}$.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об.}} = P_{\text{ном.}} \cdot K_c, \quad (20)$$

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

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

Расчет затрат на электроэнергию при использовании технологического оборудования приведен в таблице 8.

Таблица 8. Затраты на электроэнергию технологическую

Вид оборудования	Время работы технологического оборудования $t_{\text{ОБ}}$, час	Потребляемая мощность оборудования $P_{\text{ОБ}}$, кВт	Затраты $\text{Э}_{\text{ОБ}}$, руб.
ПК 20" HP ProDesk 400 G2	3472	0,2	3650,46
Epson WorkForce Pro WP-4020	40	0,16	33,64
Итого:			3684,10

7.2.5. Расчет амортизационных расходов

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

Используется формула

$$C_{\text{АМ}} = \frac{N_{\text{А}} * C_{\text{ОБ}} * t_{\text{рф}} * n}{F_{\text{д}}}, \quad (21)$$

где $N_{\text{А}}$ – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$C_{\text{ОБ}}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР. При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования (247 рабочих дней при пятидневной рабочей неделе) можно принять $F_{\text{д}} = 298 * 8 = 1976$ часа;

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

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

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

Принтер относится ко II амортизационной группе, срок полезного использования составляет 2-3 года.

$$\text{Тогда } C_A = 1/2 = 0,5$$

$$САМ(II) = (0,5 * 5600 * 40 * 1) / 1976 = 56,68 \text{руб}$$

Итого: 56,68 руб

7.2.6. Расчет прочих расходов

В данной статье отражены прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Они приняты в размере 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}}) \cdot 0,1, \quad (22)$$

$$C_{\text{проч.}} = (9585,5 + 86\,797,32 + 26039,19 + 3684,10 + 56,68) * 0,1 = 12616,28 \text{руб.}$$

7.2.7. Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта «Обнаружение моментов изменения свойств временных рядов на примере геоинформационных данных.»

Таблица 9. Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материальные затраты	$C_{\text{мат}}$	9585,5
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	86 797,32
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	26039,19
Расходы на электроэнергию технологического оборудования	$C_{\text{эл.}}$	3684,10

Окончание таблицы 9. Смета затрат на разработку проекта

Амортизационные отчисления	$C_{ам}$	56,68
Прочие расходы	$C_{проч}$	12616,28
Итого:		138 779,07

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 138\,779,07$ руб.

7.2.8. Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в размере $5 \div 20\%$ от полной себестоимости проекта. Для данного проекта она составляет $13877,9$ руб. (10%) от расходов на разработку проекта.

7.2.9. Расчет НДС

НДС составляет 18% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае

$$\text{НДС} = (138\,779,07 + 13877,9) * 0,18 = 27478,25 \text{ руб.}$$

7.2.10. Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае

$$\text{ЦНИР(ВКР)} = 138\,779,07 + 13877,9 + 27478,25 = 180135,22 \text{ руб.}$$

7.3. Оценка результатов разработки

В разработке алгоритмов обнаружения моментов изменения свойств временных рядов на примере геоинформационных данных.

Рассмотрена одна из классических задач анализа временных рядов, а именно, задача обнаружения изменения свойств случайного процесса, или задача обнаружение разладки. Такая задача возникает, когда требуется обнаружить выход системы из стационарного режима или переход в другой режим по наблюдениям за некоторыми параметрами системы.

Данная работа не несет непосредственную экономическую выгоду. Разработанные алгоритмы планируются применить для написания программы, которая будет использоваться в нефтегазодобывающей отрасли, где уже ожидается снижение расходов на ремонт и замену оборудования, ввиду диагностики его состояния.

7.3.1. Оценка научно-технического уровня НИР

Научно-технический уровень характеризует влияние проекта на уровень и динамику обеспечения научно-технического прогресса в данной области. Для оценки научной ценности, технической значимости и эффективности данной ВКР используется метод балльных оценок. Для расчета балльной оценки для каждого признака НТУ по выбранной шкале определяется количество баллов. Обобщенную оценку проводят по сумме баллов по всем показателям. На ее основе делается вывод о целесообразности НИР.

Сущность метода заключается в том, что на основе оценок признаков работы определяется интегральный показатель (индекс) ее научно-технического уровня по формуле:

$$K_{НТУ} = \sum_{i=1}^3 R_i \cdot n_i, (23)$$

где $I_{НТУ}$ – интегральный индекс научно-технического уровня;

– R_i – вес i -го признака нтэ;

– n_i – количественная оценка в баллах i -го признака нтэ.

Таблица 10. Баллы для оценки уровня новизны

Уровень новизны	Характеристика уровня новизны – n_1	Баллы
Принципиально новая	Новое направление в науке и технике, новые факты и закономерности, новая теория, вещество, способ	8 – 10
Новая	По-новому объясняются те же факты, закономерности, новые понятия дополняют ранее полученные результаты	5 – 7
Относительно новая	Систематизируются, обобщаются имеющиеся сведения, новые связи между известными факторами	2 – 4
Не обладает новизной	Результат, который ранее был известен	0

Таблица 11. Бальная оценка значимости теоретических уровней

Теоретический уровень полученных результатов – n_2	Баллы
Установка закона, разработка новой теории	10
Глубокая разработка проблемы, многоспектральный анализ взаимодействия между факторами с наличием объяснений	8
Разработка способа (алгоритм, программа и т. д.)	6
Элементарный анализ связей между фактами (наличие гипотезы, объяснения версии, практических рекомендаций)	2
Описание отдельных элементарных факторов, изложение наблюдений, опыта, результатов измерений	0,5

Таблица 12. Время реализации результатов проекта

Время реализации результатов – n_3	Баллы
В течение первых лет	10
От 5 до 10 лет	4
Свыше 10 лет	2

Так как все частные признаки научно-технического уровня оцениваются по 10-балльной шкале, а сумма весов R_i равна единице, то величина интегрального показателя также принадлежит интервалу $[0, 10]$.

В таблице 13 указано соответствие качественных уровней НИР значениям показателя, рассчитываемого по формуле (5.13).

Таблица 13. Соответствие качественных уровней ВКР

Уровень НТЭ	Показатель НТЭ
Низкий	1-4
Средний	4-7
Высокий	8-10

Для данной разработки частные оценки уровня p_i и их краткое обоснование даны в таблице (14).

Таблица 14. Оценки научно-технического уровня НИР

Значимость	Фактор НТУ	Уровень фактора	Выбранный балл	Обоснование выбранного балла
0,4	Уровень новизны	Новая	7	Обеспечит развитие геоинформатики
0,1	Теоретический уровень	Разработка алгоритма	6	Разработка алгоритмов обнаружения разладки
0,5	Возможность реализации	От 5 до 10 лет	4	Необходимо время для написания программы и внедрения в отрасль

Отсюда интегральный показатель научно-технического уровня для нашего проекта составляет:

$$I_{\text{нту}} = 0,4*7 + 0,1*6 + 0,5*4 = 2,4 + 0,8 + 5 = 5,4$$

Таким образом, исходя из данных таблицы 5.13, данный проект имеет средний уровень научно-технического эффекта.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8302	Сентяков Александр Игоревич

Институт	ИнЭО	Кафедра	Вычислительной техники
Уровень образования	специалист	Направление/специальность	Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Объект исследования: технология, алгоритм, методика	<i>Объектом исследования является задача обнаружения изменения свойств случайного процесса</i>
--------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.</p> <p>1.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.</p> <p>1.3. Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.</p>	<p><u>Вредные факторы:</u> <i>(источники вредных факторов на рабочем месте, нормирование их действия на работника, ссылка; технические решения и системы обеспечения требований нормативных документов)</i></p> <p><u>Опасные факторы:</u> <i>(источники опасных факторов, нормативные требования по обеспечению безопасности работников, ссылка; организационные и технические решения и системы обеспечения требований безопасности)</i></p>
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <p>2.1 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду.</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.</p>	<p>1. <i>анализ влияния процесса исследования а на атмосферу (выбросы);</i></p> <p>2. <i>анализ влияния процесса исследования на гидросферу (сбросы);</i></p> <p>3. <i>анализ влияния процесса исследования на литосферу (отходы);</i></p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <p>3.1. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.</p> <p>3.1. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.</p>	<p><i>Пожарная безопасность (причины возгорания, категория помещения по ПБ, средства первичного тушения, действия при пожаре)</i></p>
<p>4. 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. 	<p><i>Условия труда в соответствии с ТК, эргономика рабочего места в производственном помещении.</i></p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. экологии и безопасности жизнедеятельности	В.Н. Извеков	К.Т.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8302	Сентяков Александр Игоревич		

ГЛАВА 8. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

8.1. Аннотация

Социальная ответственность определяется как комплекс обязательств, необходимых для выполнения организацией для укрепления общества, в котором она действует. Организации несут социальную ответственность в отношении своих подразделений, в отношении окружающей среды и в отношении процветания общества в целом.

Расходы организации можно считать инвестициями, направленными в социальную сферу, что позволяет укреплять фундамент, на котором расположен предприятие.

Российское законодательство обязывает предприятиям обеспечивать обязательное минимальное социальную ответственность в отношении работников. Соблюдение закона считается обязательным условием, обозначающим, что компания действует на легальном основании. В то же время, не запрещается оказывать дополнительную расширенную помощь своим сотрудникам и их семьям. Каждая компания может вкладывать дополнительные средства в социальную сферу, если она заинтересована в активном улучшении ситуации, в которой осуществляет свою деятельность.

8.2. Введение

Объектом исследования дипломной работы является анализ временных рядов, а именно, задача обнаружения изменения свойств случайного процесса, или задача обнаружение разладки. Результаты исследования - алгоритмы обнаружения моментов изменения свойств временных рядов на примере геоинформационных данных.

Задача обнаружения разладки возникает, когда требуется обнаружить выход системы из стационарного режима или переход в другой режим по наблюдениям за некоторыми параметрами системы. Разработанные алгоритмы планируется

применить для данных, связанных с нефтегазодобывающей отраслью, а именно использовать для обнаружения технологических сбоев по наблюдениям за параметрами скважин в реальном времени.

8.3. Профессиональная социальная безопасность

Данный раздел выпускной квалификационной работы посвящен изучению и анализу условий труда, работы, а также факторов, сопутствующих работе программиста. Для обеспечения высокой производительности труда при работе на персональной электронно-вычислительной машине для программиста должны быть обеспечены комфортные и безопасные условия труда, при которых должны учитываться организация рабочего места, условия рабочей зоны (микроклимат, освещенность, шум и вибрация, пожарная безопасность, электробезопасность и др.), а также характер взаимодействия программиста с ПЭВМ.

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

Основная работа при проведении исследования проводилась за компьютером. Данный вид работы связан с воздействием на человека вредных и опасных факторов труда.

К опасным факторам относят негативное воздействие на работающего человека, которое может привести к травме или ухудшению здоровья. К вредным производственным факторам относят негативное воздействие, на человека, которое приводит к ухудшению здоровья или заболеванию.



Рис. 13 Виды опасных и вредных факторов на производстве.

На основании ГОСТ 12.0.003-74 представлена классификация опасных и вредных производственных факторов, имевшие место при проведении исследования.

Таблица 15. Классификация опасных и вредных факторов

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Работы на ПЭВМ;	1. Отклонение показателей воздушной среды (микроклимата); 2. повышенный уровень шума; 3. повышенный уровень электромагнитных излучений; 4. повышенный уровень статического электричества; 5. повышенная напряженность электрического поля.	1. Электрический ток.	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы», в котором описываются требования к помещению с ПЭВМ, микроклимату, уровню шума, освещенности рабочего места, организации рабочего места с ПЭВМ. Параметры микроклимата устанавливаются СанПиН 2.2.4-548-96.

Окончание таблицы 15. Классификация опасных и вредных факторов

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
			<p>Параметры оптимального уровня шума устанавливаются СН 2.2.42.1.8.562-96.</p> <p>Параметры допустимого уровня электромагнитных полей устанавливаются СанПиН 2.2.4.1191-03;</p> <p>Требования к освещенности устанавливаются СанПиН 2.2.12.1.1.1278-03;</p> <p>Уровень допустимых электромагнитных излучений устанавливается СанПиН СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96.</p>

8.3.2. Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.

Микроклимат.

Производственный микроклимат отражает состояние внутренней воздушной среды помещения рабочей зоны (температуры, влажности и скорости движения воздуха) и температуры поверхностей, находящихся в помещении. В производственном помещении должны поддерживаться оптимальные параметры

микроклимата, поддерживающие нормальное тепловое состояние организма и не вызывающие отклонений здоровья.

В соответствии с СанПиН 2.2.2.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» были выделены следующие требования к воздушной среде на производстве:

1. Для помещений, где основная работа выполняется на ПЭВМ с категорией работ 1а (работы, которые проводятся сидя и не требуют физического напряжения), необходимо исполнение оптимальных норм микроклимата приведенные в таблице.

Таблица 16. Оптимальные параметры воздушной среды для помещений с ПЭВМ

Период года	Категория работ	Температура воздуха, гр. С не более	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	легкая - 1а	22-24	40-60	0,1
Теплый	легкая - 1а	23-25	40-60	0,1

2. Для поддержания нормальной влажности воздуха на рабочих местах с ПЭВМ необходимо применять увлажнители воздуха, ежедневно заправляемые прокипяченной питьевой или дистиллированной водой.

3. Перед началом помещения с ПЭВМ должны быть проветрены для улучшения состава воздуха, в том числе и аэроионный режим.

4. В воздухе помещений с ПЭВМ уровень положительных и отрицательных аэроионов должен соответствовать уровню, приведенному в таблице

Таблица 17. Степень ионизации воздуха помещений при работе с ПЭВМ

Уровни	Число ионов в 1 см куб. воздуха	
	n+	n-
Минимально необходимые	400	600
Оптимальные	1500-3000	3000-5000
Максимально допустимые	50000	50000

Для поддержания нормальной температуры воздуха в помещении находится кондиционер, во время перерывов на отдых, производится проветривание помещения (естественная вентиляция воздуха).

Шум и вибрации.

Шум и вибрация - это механические колебания, распространяющиеся в твердой и газообразной среде. Отличаются между собой шум и вибрация частотой колебаний.

Шум негативно влияет на здоровье работающих людей. Длительное воздействие шума не только, также возможен ряд функциональных изменений со стороны различных внутренних органов и систем:

- ухудшается слух и зрение
- развивается тугоухость
- снижается работоспособность
- ухудшается координация и внимание
- возникают расстройства нервной системы

все это в свою очередь может привести к несчастному случаю на предприятии.

Основными источниками шума в производственном помещении является офисное оборудование (ПЭВМ, периферийные устройства, средства вентиляции и др.), источником шума, приходящего извне помещения могут быть соседнее помещение, улица, коридор.

В соответствии с СН 2.2.42.1.8.562-96 » и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» были выделены следующие требования к шуму на рабочем месте при работе с ПК:

1. Уровень шума на рабочем месте с ПЭВМ при выполнении основной работы не должен превышать 50 дБА.

2. При выполнении лабораторных, аналитических или измерительных работ уровень шума не должен превышать 60 дБА.

3. В помещениях с шумными агрегатами вычислительных машин (принтеры, АЦПУ и т.п.) норма шума не более 75 дБА таблица 5.4

Таблица 18. Степень звукового давления и уровни звука в октавных полосах частот

Уровни звукового давления, дБ									Уровни звука, эквивалентные уровни звука, дБА
Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц									
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
	59	48	40	34	30	27	25	23	35
	63	52	45	39	35	32	30	28	40
	67	57	49	44	40	37	35	33	45
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
103	91	83	77	73	70	68	66	64	75

Для снижения уровня шума применяют следующие методы:

- уменьшение уровня звука в источнике
- звукопоглощение (например, облицовка помещения)
- звукоизоляция (например, обшивка внутреннего помещения)
- рациональное расположение и применение оборудования
- применение средств индивидуальной защиты (например, «беруши»).

Электробезопасность.

Несмотря на большое количество техники, по опасности электропоражения помещение считается в соответствии с классификацией ПУЭ без повышенной опасности, так как отсутствует влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного соприкосновения с имеющимися соединениями с землей металлическими предметами и металлическими корпусами оборудования. Также не повреждена изоляция проводов, розетки защищены предохранительными кожухами, корпуса устройств заземлены. Силовой щит, через который осуществляется подача питания, оснащен автоматическим предохранителем. Для снижения возникающих разрядов применяется антистатический материал для покрытия. Поэтому при правильном использовании оборудования и соблюдении техники безопасности опасность поражения током маловероятна, исключая аварийные случаи, при случайном соединении заземленных конструкций и частей оборудования, находящихся под напряжением.

Таблица 19. Граничные значения напряжений, при превышении которых требуется выполнение защиты от косвенного прикосновения в зависимости от категории помещения

Категория помещения	ПУЭ (6-издание) п. 1.7.33	Проект новой редакции ПУЭ
Без повышенной опасности	≥ 380 В перем. тока	> 50 В перем. тока
	≥ 440 В пост. тока	> 120 В пост. тока

Неотъемлемой мерой по защите от поражения током является регулярное проведение организационно – технических мероприятий, к которым относится первичный инструктаж по технике безопасности, а также последующие инструктажи. Инструктаж по технике безопасности является обязательным условием для допуска к работе в данном помещении.

Освещенность.

В соответствие с и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» были выделены следующие требования к освещенности в помещениях и на рабочих местах с ПЭВМ:

1. В помещениях с ПЭВМ искусственное освещение должно равномерным. В производственных с работой преимущественно с документами, допускается комбинированная система освещения (дополнительно используются светильники местного освещения для освещения зоны местоположения документов).

2. Для поддержания оптимальных условий труда необходимо ограничивать сильную прямую и отраженную блёскость от осветительных приборов, при этом яркость светящихся поверхностей должна быть не выше 200кд/ кв. м.

3. Искусственное освещение рекомендуется создавать с помощью люминесцентных ламп типа ЛБ мощностью до 250 Вт. Для местного освещения разрешено использование ламп накаливания в светильниках.

4. Для поддержания оптимальных условий труда в помещениях с ПЭВМ необходимо проводить регулярную замену перегоревших ламп, а также мытье стекол и очистка оконных проемов и осветительных приборов не менее двух раз в год.

В данном случае в помещении используется совмещенное освещение. При наличии оконного проема, на потолке над рабочими местами расположены люминесцентные светильники с зеркальными решетками и установленными в них по 4 люминесцентные лампы типа ЛБ-40. Всё это позволяет работать не только в дневное время, при достаточном для работы естественном освещении, а также в сумеречное и темное время суток, используя равномерное искусственное освещение. Помещение удовлетворяет нормам освещения.

Токсические и химические вещества на производстве.

Принтеры и копировальная техника не только облегчают работу в офисе, но также являются источником шума и источником выделения вредных химических веществ, выделяющихся при работе с данной оргтехникой. К токсичным веществам, которые могут содержаться рабочей зоны можно отнести как изооктан, бензол, толуол, двуокись углерода, озон, фенол, сульфид кадмия, селен и др. Их повышенная концентрация при различных способах попадания в организм может оказывать раздражающее действие на слизистые оболочки, дыхательные пути, способствовать развитию опухолей, вызывать переутомление, головные боли, тошноту... Мерами защиты от вредных химических веществ могут быть рациональное расположение офисной техники, возможное расположение принтеров и копировальной техники в отдельном помещении, ограниченное количество работы для каждого сотрудника за этой техникой, а также регулярное проветривание помещения и влажная уборка.

В данном помещении концентрация вредных химических веществ мала и допустима для работы сотрудников без нанесения вреда их здоровью, меры по защите от вредных веществ выполняются.

Нервно-психические и физические перегрузки.

Работа программиста является умственным трудом, иногда монотонной, при которой приходится почти все время сидеть в одной и той же позе, печатая и обрабатывая большие объемы информации. Всё это может привести к умственному перенапряжению, зрительному утомлению, головной боли и боли в мышцах и суставах, снижению концентрации и работоспособности. Постоянные

недомогания могут перерасти в профессиональные заболевания, которые могут касаться анализаторов, в том числе и зрительных, мышц спины и шеи, позвоночника, мышц, суставов и сухожилий кисти и др.. Такие последствия возникают при неправильной организации рабочего места или даже всей рабочей зоны, а также длительной, интенсивной работой за ПЭВМ и дисплеем. Длительная концентрация на изображении дисплея, приводит к неподвижности глаз, редкому морганию, которые в свою очередь приводят к зрительному переутомлению: сухости и жжению в глазах, боли при движении глаз, размытости видимого изображения. Постоянное печатание приводит к болям кисти, сгибание шеи – к остеохондрозу, неправильная осанка или неудобно посадочное место к сколиозу.

Для того чтобы избежать перегрузок осуществляется ряд мер по защите от психофизиологических факторов. Соблюдение мер по защите от опасных и вредных физических и химических факторов, обеспечивает не только безопасные, но и комфортные и благоприятные условия труда. В зависимости от уровня нагрузки устанавливается продолжительность рабочего дня, а также длительность перерывов.

При 8-часовом рабочем дне при работе, которая проводится сидя и не требует физического напряжения, рекомендуется каждые 45-60 минут работы делать перерывы на 10-15 минут, проводя при этом небольшую разминку для тела и упражнения для глаз.

При регулярной и продолжительной работе с ПЭВМ возможно развитие синдрома компьютерного стресса, несмотря на оптимальные параметры компьютера, соблюдения норм и регламентов.

Таблица 20. Симптомы компьютерного стресса

Симптомы	Полная смена до 12 мес.	Полная смена более двух лет
Головная боль, боль в глазах	35%	76%
Утомление, головокружение	32%	69%
Нарушение ночного сна	8%	50%
Сонливость в течение дня	22%	76%
Повышенная раздражительность	11%	51%
Депрессия	16%	50%
Снижение интеллектуальной способности, ухудшение памяти	3%	40%
Боль в мышцах	14%	32%
Боль области сердца, одышка	5%	32%

8.4. Экологическая безопасность

Деятельность человека, носящая производственный характер, оказывает негативно влияние на окружающую среду. Деятельность программиста не связана с производством и не является источником выброса опасных и вредных веществ в окружающую среду. Однако работа с ПЭВМ и другой оргтехникой требует большого объема энергопотребления, что в свою очередь является серьезной мировой проблемой, которая приводит к большому потреблению электростанциями различных видов топлива, выбрасывая при этом вредные вещества в окружающую среду. Больше всего от выбросов электростанций страдает атмосфера.

На сегодняшний день в мире разрабатываются все новые и новые способы защиты атмосферы, например, альтернативные источники энергии или использование энергосберегающих систем.

Современная техника не содержит в себе большой концентрации вредных веществ, поэтому возможно ее использование без нанесения значительного вреда сотрудникам или окружающей среды.

Выбрасываемыми отходами в здание, в котором находится рассматриваемое помещение, являются бытовой мусор (например, макулатура, который выбрасывается в контейнеры, вывоз которых осуществляется регулярно) а также сточные воды, за очистку которых отвечает городской водоканал.

8.4.1. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) - это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Чрезвычайные ситуации могут носить различный характер: технологический, природный, социальный, военный и т.д. Многие из чрезвычайных ситуаций являются форс-мажорными обстоятельствами, исключение которых невозможно. Однако необходимо выполнение всех мер по предотвращению ЧС.

8.4.2. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Объект исследования ориентирован на устранение техногенных опасностей, связанных с мероприятиями по добычи нефти и газа, а именно для обнаружения технологических сбоев по наблюдениям за параметрами скважин в реальном времени. Однако не стоит исключать возможность наличия ошибок или недоработок в алгоритмах, что в свою очередь может инициировать возникновение ЧС, связанных с взрывопожароопасностью и разливами жидких углеводородов.

8.4.3. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследования

При работе на персональной электронно-вычислительной машине самым вероятной ЧС является возможность пожара.

Пожар – неконтролируемое возгорание и горение, наносящее вред жизни и здоровью людей, также материальный ущерб.

Причинами возникновения пожаров чаще всего являются: короткие замыкания, несоблюдение правил эксплуатации производственного оборудования и электрических устройств, разряды статического электричества.

С целью уменьшения вреда жизни и здоровью населения и материального ущерба, наносимого пожаром необходимо реализация комплекса профилактических мероприятий, направленных на предупреждение и (или) устранение пожара.

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

Предупреждение пожаров является основной задачей руководителей и инженерно-технических работников предприятий. В работе по предупреждению пожаров большая роль принадлежит личному составу пожарной охраны, который проводит целый комплекс мероприятий по противопожарной защите объектов, осуществляет постовую и дозорную службу, выявляет имеющиеся недостатки и принимает меры к их своевременному устранению в соответствии с ФЗ от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "Техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности"

В соответствии с СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» помещение, в котором выполнялась ВКР, относится к наименее опасной категории (Д) с пониженной пожароопасностью. Само здание по взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории (Д). Наружных установок здание не имеет.

К пожарно-профилактическим мероприятиям относятся:

- выбор качественного электрооборудования и правильных способов его монтажа с учетом пожароопасности территории, а также регулярный контроль исправности защитных устройств и аппаратов на электрооборудовании, постоянный контроль за надлежащей эксплуатацией электроустановок и электросетей;
- систематический надзор за выполнением правил технической эксплуатации электрических устройств;
- Регулярная проверка знаний противопожарной безопасности.
- Пожарно-техническая проверка для выявления состояния объектов представителями пожарного надзора с последующим выполнением предписаний и приказов;
- Систематическое выполнение противопожарных работ

- Проверка наличия и исправности первичных средств пожаротушения
- Проведение учебных тревог и эвакуаций персонала организации
- Прохождение противопожарного инструктажа

В качестве обязанностей каждый сотрудник организации должен:

- Не допускать действий, которые могут привести к пожару и четко знать и выполнять порядок действий установленных для пожарной безопасности,
- Уметь использовать средства пожаротушения, имеющиеся на предприятии;
- В случае обнаружения его признаков возгорания или возникновения пожара немедленно сообщить об этом в пожарную охрану;
- Принять меры по ликвидации пожара с помощью первичных средств пожаротушения и организации эвакуации сотрудников.

Для тушения возгораний веществ, горение которых невозможно без кислорода, возгораний электроустановок, находящихся под напряжением не более 1000 В, а также жидких и газообразных веществ предназначены углекислотные огнетушители.

Для тушения возгорания различных типов веществ, а также электроустановок, находящихся под высоким напряжением до 1000 В предназначены порошковые огнетушители.

В организации, где проводилось выполнение ВКР используются огнетушители углекислотные (ОУ-2) и порошковые (ОП-5).

8.5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

8.5.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства

Условия труда, созданные при выполнении ВКР, не являются опасными или вредными для здоровья, и не несут угрозу экологической безопасности. График работы не нарушался, привлечения к работе в ночное время не было. На

предприятия регулярно проводились организационно – технические мероприятия, например, первичный инструктаж по технике безопасности.

8.6. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

На основании СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» для данной выпускной квалификационной работы были выявлены основные требования к организации рабочих мест пользователей ПЭВМ.

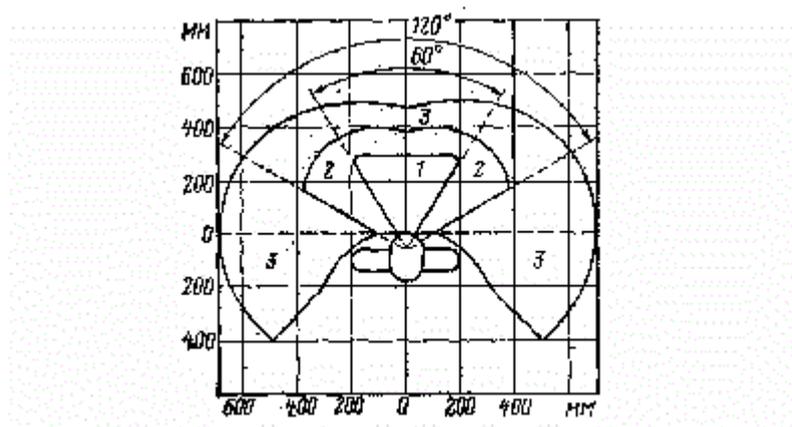


Рис.14. Зоны рабочего пространства

Зона 1 - оптимальной досягаемости – данная зона определяется дугами, для движений предплечьями и локтевых суставов. Зона 2 - легкой досягаемости - данная зона определяется дугами, описываемыми руками при движении в расслабленном состоянии. Зона 3 - зона досягаемости - данная зона определяется дугами при движении максимально вытянутых рук. В зоне 1 располагают очень часто используемые (2 раза в минуту и более) и наиболее важные ОУ. В зоне 2 - часто используемые (менее 2 раз в мин). В зоне 3 - редко используемые (менее 2 раз в час).

Выполнение рабочих движений в пределах оптимальной зоны значительно снижает мышечное напряжение.

Для рациональной компоновки рабочего места и размещения на рабочей поверхности оборудования, для устранения теней, для обеспечения простоты, а

также для поддержания эстетики вида помещения его потолок и стены должны быть без выступающих строительных конструкций.

При выборе цветосветовой гаммы для интерьера должно учитываться эмоционально-физиологическое воздействие цвета и света в организации пространства.

Для борьбы с монотонностью работы оператора в помещении пункта управления желательно предусмотреть динамическое (изменяющееся во времени) освещение. Для этого светильники общего и местного освещения должны иметь плавную (ручную или автоматическую) регулировку силы света, обеспечивающую возможность снижения освещенности рабочих поверхностей до 30 люкс.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом выполнения ВКР является программа “Обнаружение моментов изменения свойств временных рядов.”

В работе представлены методы обнаружения, описываемых случайными процессами при наличии в них различного вида изменений свойств, позволяющая для широкого спектра процессов: технологических, природных, анализировать текущее состояние и предысторию, обнаруживать их изменения и прогнозировать будущие состояния.

Программа имеет удобный интерфейс, выходные данные наглядно представлены, имеется справочная система. Написан документ “Руководство пользователя”, упрощающий процесс обучения и использования программы “Обнаружение моментов изменения свойств временных рядов.”.

Выполнено технико-экономическое обоснование разработки и проанализированы меры по охране труда и охране окружающей среды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бродский Б.Е. Асимптотический анализ некоторых оценок в апостериорной задаче о разладке / Б.Е. Бродский, Б.С. Дарховский // Теория вероятн. и ее примен. 1990. Т.35, вып.3. - С. 551-557
2. <http://www.dissercat.com/content/razrabotka-metodov-tekushchego-obnaruzheniya-izmeneniya-svoistv-vremennykh-ryadov-dlya-vyyav#ixzz41lEZfISX>
3. Дарховский Б.С. Непараметрический метод для апостериорного обнаружения момента “разладки” последовательности независимых случайных величин // Теория вероятностей и ее применения. – 1976. – т.21, №1. – с. 180-184.
4. Буркатовская Ю.Б., Воробейчиков С.Э., Кудинов А.В. Алгоритмы для автоматического обнаружения.
5. Кащенко Н. А. Геоинформационные системы [Текст]: учебн. пос. для вузов / Н. Кащенко, Е.В. Попов, А.В. Чечин; Нижегород. гос. архитектур.- строит. ун-т – Н.Новгород:ННГАСУ, 2012.–130 с.ISBN 978-5-87941-863-7
6. Воробейчиков С.Э. Об обнаружении изменения среднего в последовательности случайных величин // Автоматика и телемеханика. – 1998. – Вып.3. – С.50–56.
7. Буркатовская Ю.Б., Воробейчиков С.Э. Гарантированное обнаружение момента разладки GARCH-процесса // Автоматика и телемеханика. 2006. № 12. С. 56–70.
8. И. А. Козин, Г. Н. Мальцев Модифицированный алгоритм обнаружения разладки случайного процесса и его применение при обработке многоспектральных данных.
9. А.Ю. Лоскутов Анализ временных рядов .Курс лекций
10. Embarcadero rad studio seattle// Режим доступа свободный: <https://www.embarcadero.com/ru/products/rad-studio>
11. Справочник по C++ // [https://](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/3bstk3k5.aspx) Режим доступа свободный: msdn.microsoft.com/ru-ru/library/3bstk3k5.aspx
12. C++// Режим доступа свободный: <http://cppstudio.com/post/213/>
13. ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности».

14. ГОСТ 12.1.009-76 «Электробезопасность. Термины и определения»
15. ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».
16. ГОСТ 17.4.3.04-85. «Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения».
17. ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»
18. ГОСТ 12.2.061-81 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам»
19. .Международный стандарт «Социальная ответственность организации. Требования». 2011. URL: <http://www.trud22.ru/partner/socotvrab/standart/> (дата обращения 21.04.2014)
20. О стандарте OpenCL: [Электронный ресурс] // OpenCL. URL: <http://openc1.ru/node/8/>. (Дата обращения: 18.05.2014).
21. СанПиН 2.2.4.548-96. «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
22. СанПиН 2.2.4.1191-03. «Электромагнитные поля в производственных условиях».
23. СНиП 23-05-95. «Естественное и искусственное освещение».
24. СНиП 21-01-97. «Пожарная безопасность зданий и сооружений».

ПРИЛОЖЕНИЕ А. ПРИМЕР ТАБЛИЦЫ С ИСХОДНЫМИ ДАННЫМИ

	1	2	3
1	метка	Давление буферное	Давление затрубное
2	27.11.2014	90	100
3	26.11.2014	91	100,0944
4	25.11.2014	91	100,2709
5	01.01.2015	87	100,3876
6	23.11.2014	94	101
7	24.11.2014	94	101
8	19.11.2014	97	101,8661
9	21.11.2014	94	102
10	22.11.2014	94	102
11	18.11.2014	88,8861	102,1265
12	17.11.2014	89,8546	102,4049
13	16.11.2014	90,2735	102,7451
14	15.11.2014	90,5162	103,0668
15	14.11.2014	94,5143	103,3869
16	13.11.2014	98,1265	103,7333
17	12.11.2014	97	104
18	13.11.2014	97	104
19	14.11.2014	97	104
20	15.11.2014	97	104
21	16.11.2014	97	104
22	17.11.2014	97	104
23	18.11.2014	97	104
24	20.11.2014	97	104
25	12.11.2014	96,3128	104,0797

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Руководство пользователя предназначено для оператора ЭВМ, являющегося пользователем программы “обнаружение моментов изменения свойств временных рядов”.

Назначение программы

Программа “обнаружение моментов изменения свойств временных рядов” предназначена для получения полного проверяющего теста для обнаружения свойств случайного процесса в нефтегазовой отрасли..

Условия выполнения программы

Требования к составу и параметрам технических средств

Для функционирования системы ”Обнаружение моментов изменения свойств временных рядов” необходимо наличие ОС Windows 7 и выше.

Параметры:

- Процессор Intel Celeron J1800 2.4 GHz.
- Видеокарта Intel HD Graphics.
- Оперативная память 2048 Mb DDR 3.
- Объем жесткого диска 500 Gb
- Монитор VGA (D-Sub) совместимый.
- Стандартная клавиатура.
- Манипулятор типа “Мышь”.

Требования к информационной и программной совместимости

Для функционирования программы “ обнаружение моментов изменения свойств временных рядов ” необходимо наличие операционной системы Windows 95 или совместимой. Язык интерфейса — русский.

Запуск программы “ обнаружение моментов изменения свойств временных рядов ”

Для работы с программой необходимо запустить файл Razlad_processor.exe. Перед пользователем откроется главное окно программы.

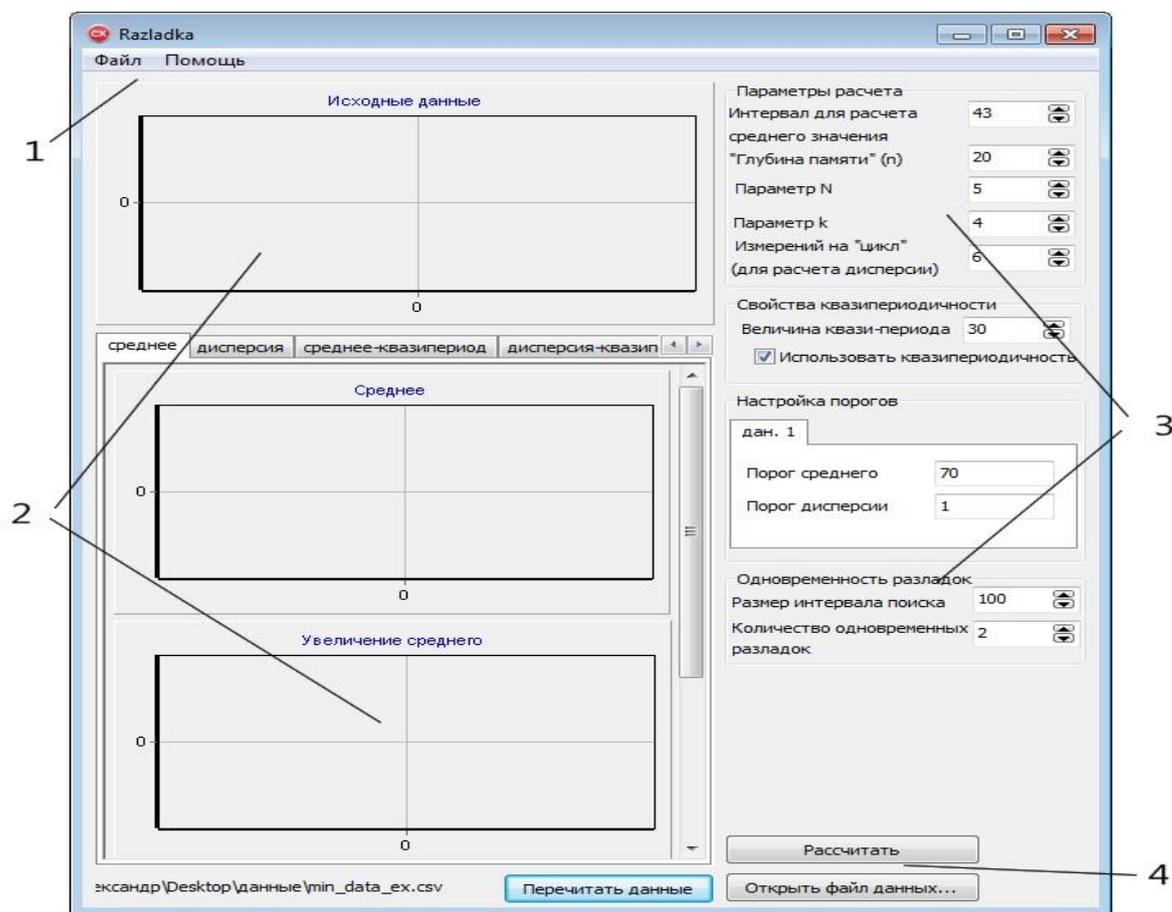


Рис. 1. Главное окно программы

На рис.1 обозначены:

1. Главное меню
2. Область демонстрации результата
3. Панель установки пользовательских настроек
4. Кнопки инициации действия

Зона демонстрации результата

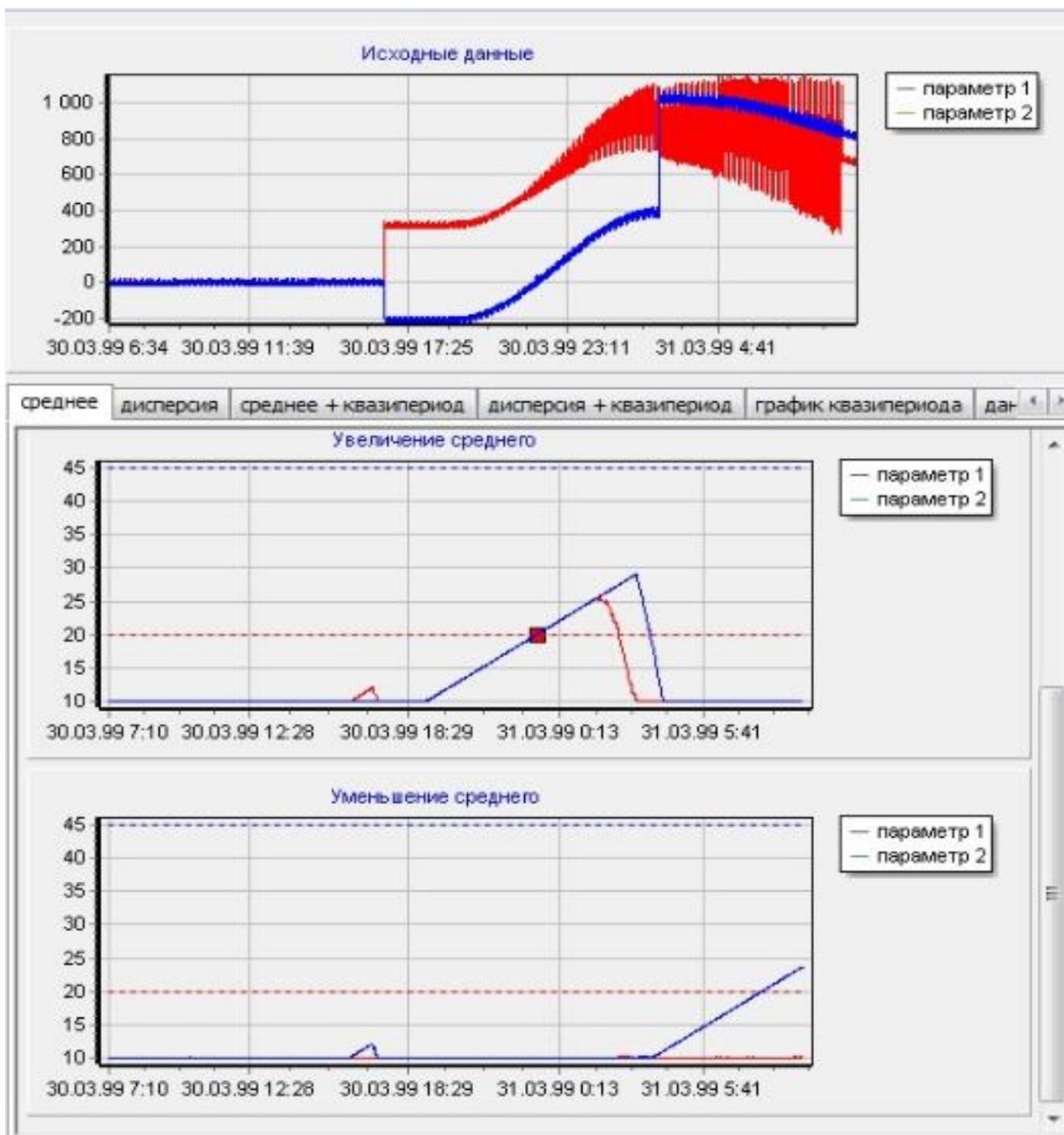


Рис.2 Главное окно программы демонстрации

В верхней части рис.2. размещены компоненты для визуального представления исходных данных в виде графиков. Каждый график выделен собственным цветом и подписан в легенде так же, как и заголовок соответствующей колонки в файле данных

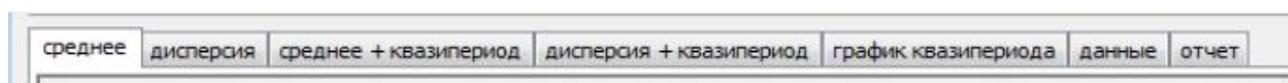


Рис.3. Вывод расчета данных

На Рис.3 панель для вывода расчетных данных. Для удобства пользователя, чтобы не загромождать место используется панель вкладок с прокруткой рабочей области.



Рис.4. Среднее значение

На Рис.4. вкладка "среднее" показывает графики поиска разладки по изменению среднего значения. На первом виджете для вывода графиков "Среднее" выводится график усредненного значения. Усреднение производится на задающемся пользователе интервале.

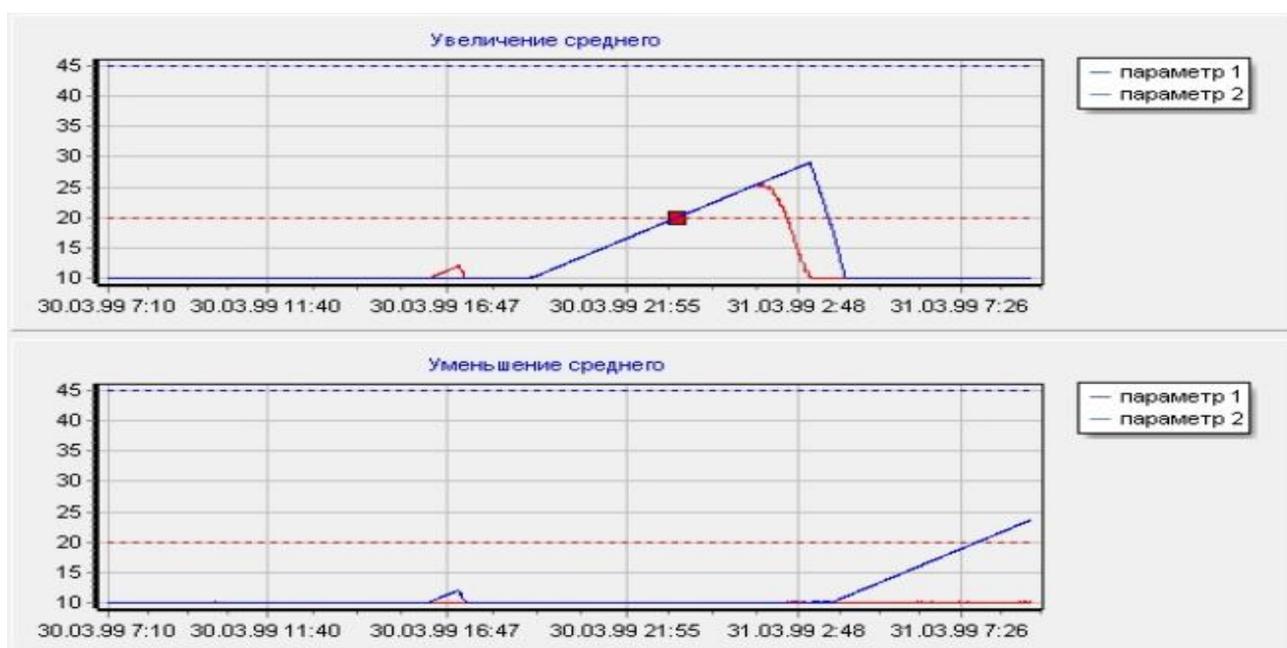


Рис.5. Увеличение и уменьшение среднего значения.

На втором и третьем компоненте - визуализация результата поиска разладки при увеличении и уменьшении среднего значения соответственно (см. Рис.5). Сплошной линией показывается график кумулятивной суммы, штриховой - порог сигнализации, при превышении которого считается, что разладка произошла в этот момент. Точки пересечения линии порога и графика суммы отмечаются небольшим квадратом, при условии, что в этой точке график на подъеме

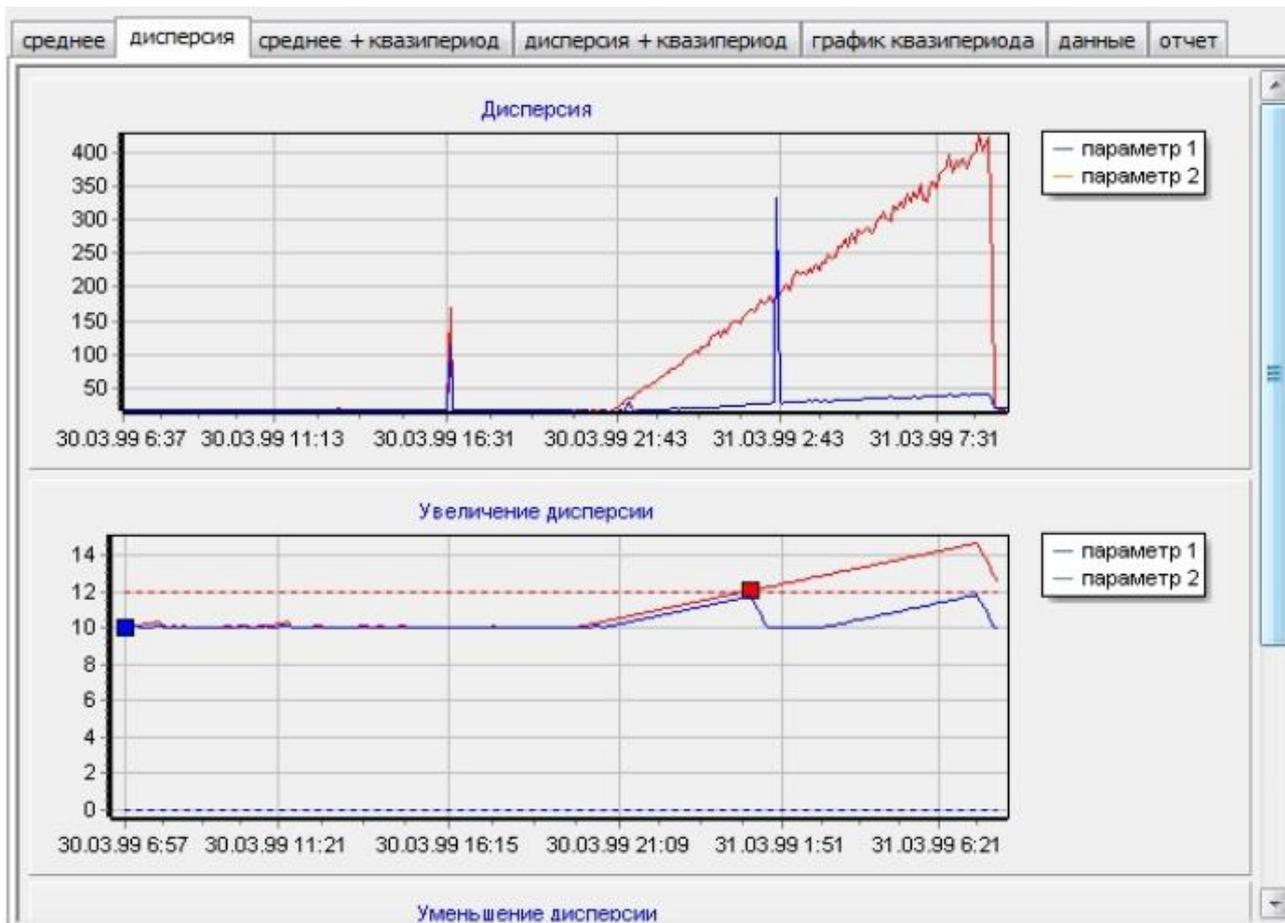


Рис.6. Графики дисперсии.

На вкладке "дисперсия" первый компонент представления графиков показывает рассчитанную дисперсия, т.е. максимальное отклонение от среднего на некотором интервале (см. Рис.6). Второй и третий - графики кумулятивных сумм при поиске увеличения и уменьшения дисперсии соответственно.



Рис.7. График квазипериодичности.

На рис.7 вкладки "среднее+квазипериод" и "дисперсия+квазипериод" имеют то же самое содержание, что и две первые вкладки, только с условием учета квазипериодичности функции, когда заранее известен нормальный процесс изменения значений и это не считается разладкой. Для поиска действительной разладки, т.е. отклонение от ожидаемого поведения, необходимо определить график квазипериодичности. На вкладке "график квазипериода" показывается выделенная закономерность, возникающая при указанном пользователем периоде функции.

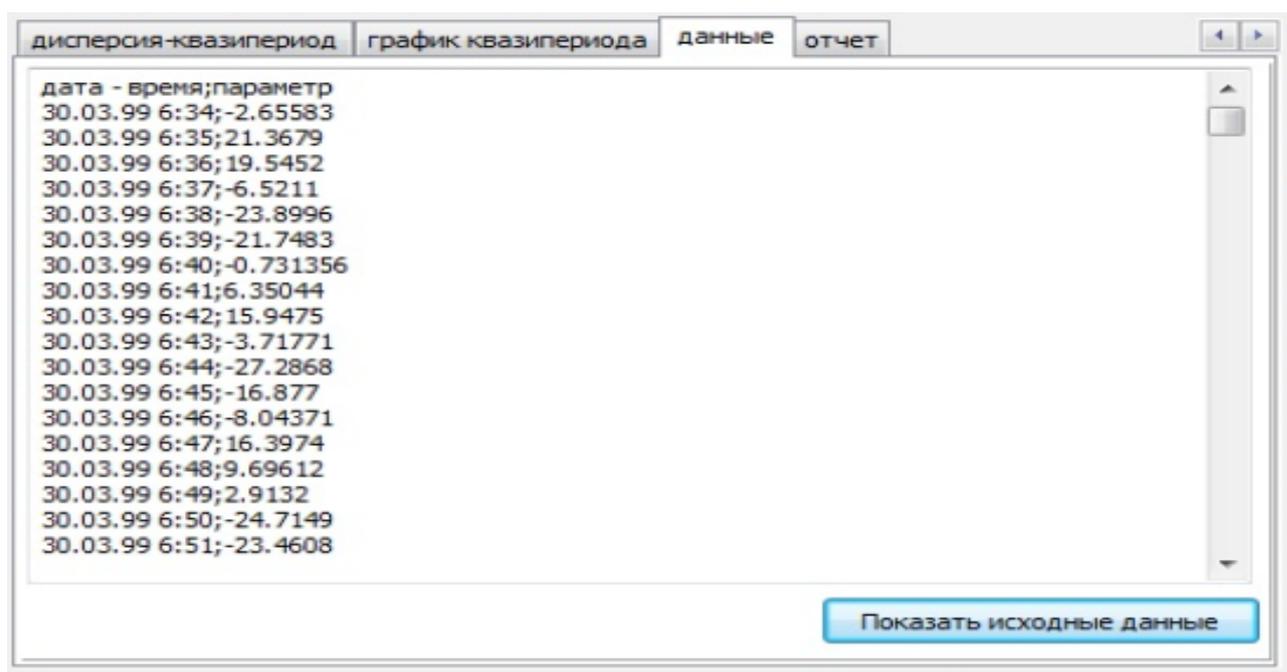


Рис.8. Исходные данные

Вкладка "данные" содержит текстовое поле, куда можно загрузить исходные данные в оригинальном виде, так, как они представлены в файле (см. Рис.8).

Файл должен быть в локальной кодировке для корректного чтения. Структура должна соответствовать формату CSV с использованием в роли разделителя точки с запятой; Строка данных должна завершаться переносом строки. В первой строке всегда указываются заголовки столбцов. Количество заголовков должно соответствовать количеству столбцов. В первом столбце данных указываются текстовые метки в любом виде, например, отметки времени измерения. Второй и последующие могут содержать только текстовые представления чисел.

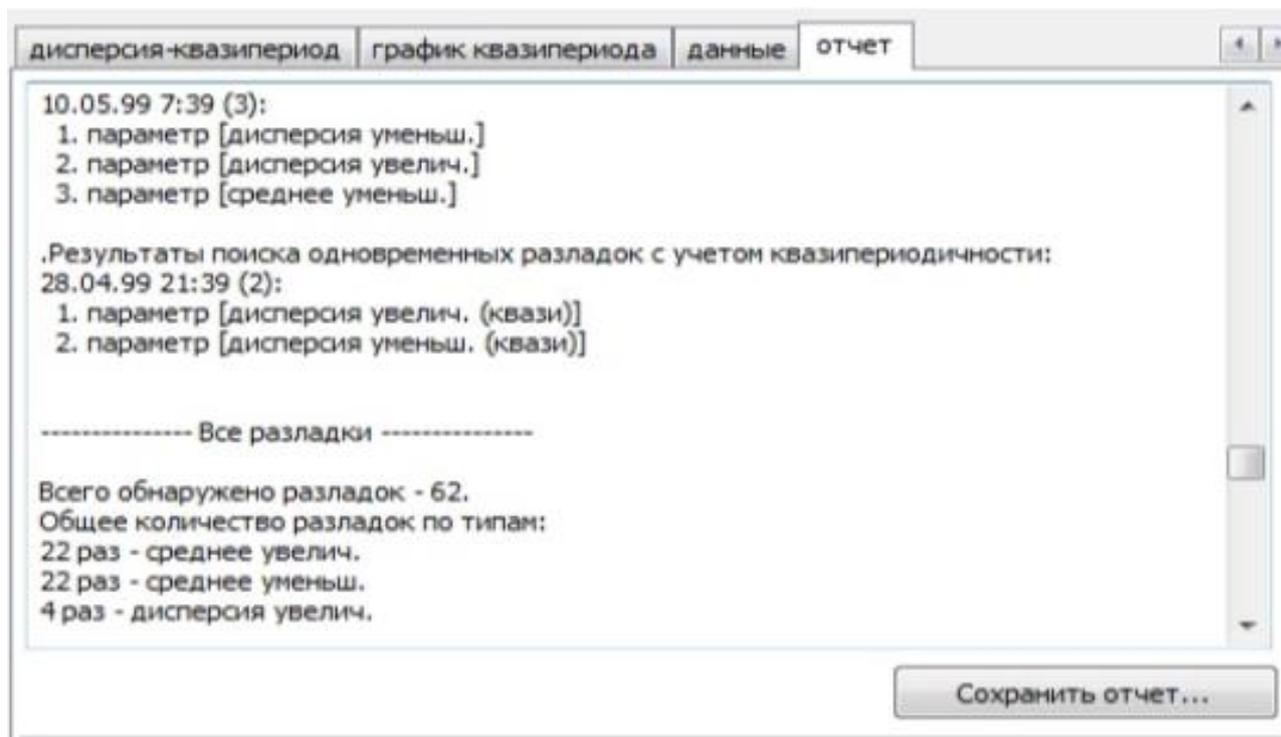


Рис.9. Обработка данных

На вкладке "отчет" выводятся результаты обработки данных в текстовом виде. Кнопка "Сохранить отчет..." открывает окно диалога выбора имени файла для сохранения отчета на диск (см. Рис.9).

Зона установки пользовательских настроек

В этой зоне расположены все настраиваемые параметры, которые необходимо указать для корректной обработки данного набора данных. Параметры разбиты на три группы, каждая из которых расположена в отдельном компоненте GroupBox.

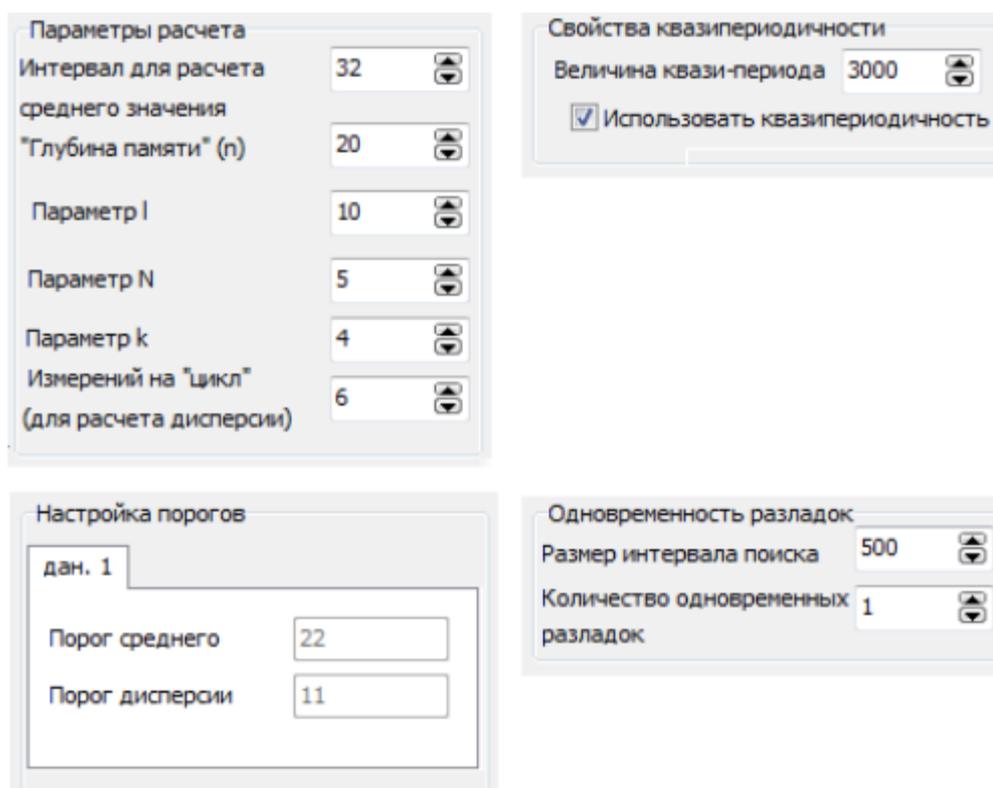


Рис. 10. Установки пользовательских настроек

Параметры расчета

На этом компоненте можно настроить параметры, используемые при расчете кумулятивной суммы.

Интервал для расчета среднего значения

Для расчета сглаженного графика начальных данных необходимо знать на каком интервале искать среднее значение. Чем больше указанный интервал, тем меньшая точность.

Глубина памяти

Параметр, указывающий на сколько отстоят друг от друга элементы данных при расчете знаковой функции. Этот параметр необходим для определения направления изменения функции, его желательно указывать достаточно малым.

Параметры N, k

N, k – несократимые натуральные числа, который характеризует чувствительность процедуры к величине скачка среднего.

Параметр l

l - число, используемое как минимальное значение графика сумм.

Измерений на "цикл" для расчета дисперсии

Интервал, на котором считается максимальное отклонение от среднего, т.е. дисперсия.

Свойства квазипериодичности

Величина квазипериода

Количество исходных измерений, приходящихся на квази-период.

Использовать квазипериодичность

CheckBox для выбора, учитывать или нет квази-периодичность в расчетах.

Настройка порогов

На этом GroupBox расположена панель вкладок для настройки порогов сигнализации на каждом потоке данных. В зависимости от числа потоков показывается соответствующее количество вкладок. Для каждого потока настраиваются свои пороговые значения.

Порог среднего

Указывается порог изменения среднего значения, выше которого происходит сигнализация о разладке.

Порог дисперсии

Тот же смысл и для дисперсии.

Одновременность разладок

Размер интервала поиска

Размер интервала, на котором все относящиеся к нему разладки считаются произошедшими одновременно.

Количество одновременных разладок

Указывается, какое минимальное число разладок должно быть найдено на интервале для сигнализации о синхронности событий

Зона инициации действия



Рис.11. Зона действий

Кнопка "Открыть файл данных..."

Открывает диалог выбора файла данных. После подтверждения выбора в интерфейсе изменяется путь к файлу данных и автоматически запускается расчет с текущими пользовательскими параметрами.

Кнопка "Перечитать данные"

Повторное чтение данных и перерасчет.

Кнопка "Рассчитать"

Запуск расчета с измененными параметрами.

Главное меню

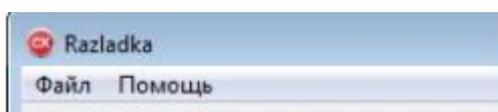


Рис. 12. Главное меню

Главное меню содержит два подменю - "Файл" и "Помощь".

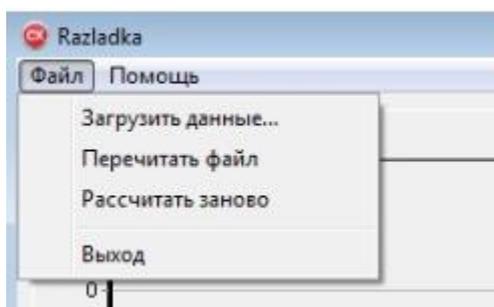


Рис. 13. Главное меню

Пункт Загрузить данные...

Открытие диалогового окна выбора файла данных

Пункт Перечитать файл

Повторное чтение файла данных по сохраненному пути.

Пункт Рассчитать заново

Запуск расчета на основе загруженных данных и текущих настройках параметров.

Пункт Выход

Завершение работы программы.

Меню Помощь

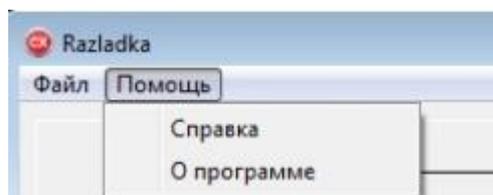


Рис. 14. Меню помощь

Пункт Справка

При выборе пункта "Справка" происходит системный вызов программы по умолчанию для открытия файла "index.htm", который должен находиться в том же каталоге, что и основной exe-файл. Файл "index.htm" является начальной страницей справочной системы, прилагаемой к разработанной программе.

Пункт О программе

При выборе этого пункта показывается окно информации о программе:

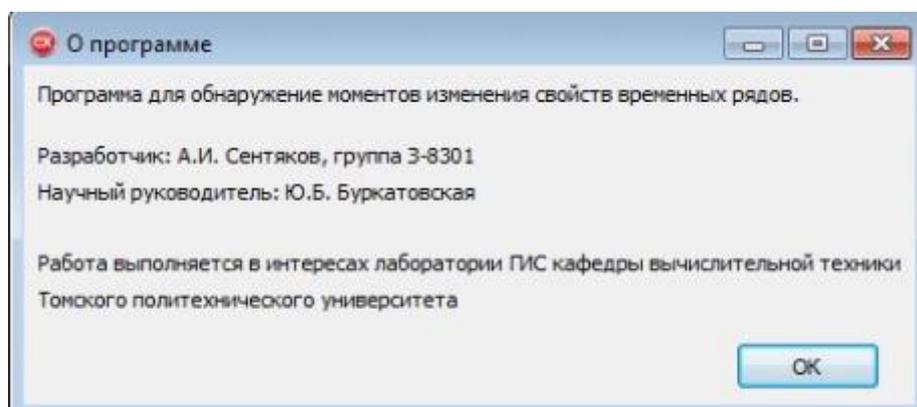


Рис. 15. Информация о программе

ПРИЛОЖЕНИЕ В. РАБОТА ПРОГРАММЫ

Принцип работы программы

Предположим, даны такие исходные данные:

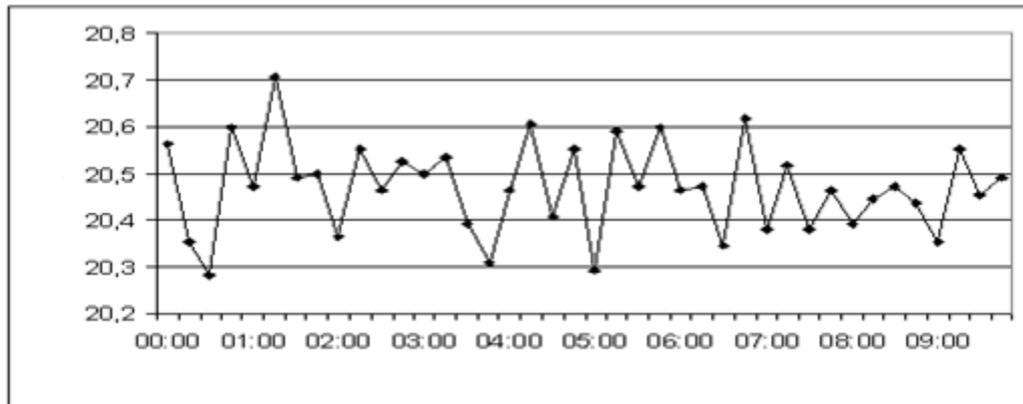


Рис.1. Предполагаемые исходные данные

Очевидно, данные имеют ярко выраженный циклический характер, и в то же время представляют собой реализацию случайного процесса. Поэтому проводится усреднение данных по следующему правилу:

$$y_n = \frac{1}{Z} \sum_{j=n}^{n+4} x_n,$$

где x_n – исходные данные. Иными словами, усредненные данные представляют собой среднее значение Z соседних наблюдений. После усреднения при $Z = 5$ получается следующий график:

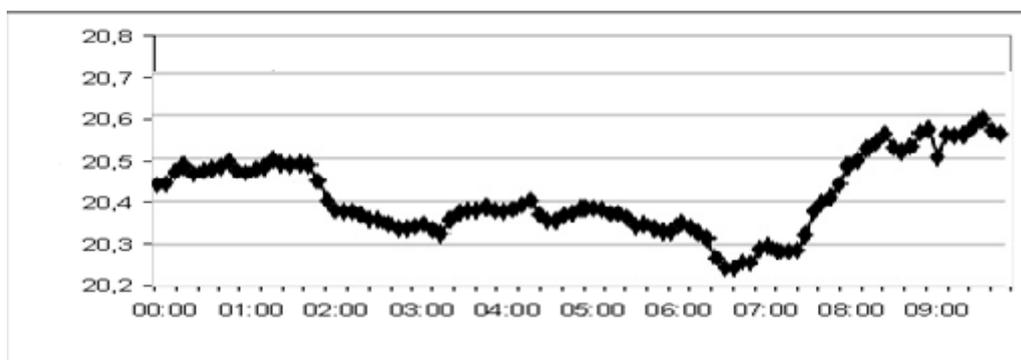


Рис.2. График усредненного буферного давления.

В качестве статистики, реагирующей на изменение среднего, будем использовать знаковую функцию $sign(y_n - y_m)$, $n > m$, где $sign(x) = 1$, если $x > 0$, и $sign(x) = -1$, если $x < 0$. Эта статистика имеет нулевое среднее, если величины y_n и y_m имеют одинаковые функции распределения. Зададим некоторое натуральное

число n_0 , характеризующее глубину памяти (в нашем примере $n_0 = 20$), и преобразуем последовательность $\{y_n\}$ следующим образом

$$G_n = \text{sign}(y_n - y_m), n = m + n_0$$

Предполагается, что среднее после момента разладки увеличивается не менее, чем на величину Δ . Зададим параметр $\text{Sigma} = k / N < \Delta$, где k, N – несократимые натуральные числа, который характеризует чувствительность процедуры к величине скачка среднего. Сформируем последовательность

$$h_n = (y_n - \text{Sigma}) / N,$$

среднее значение которой меньше нуля до момента разладки и больше нуля после момента разладки. К последовательности $\{h_n\}$ применим алгоритм кумулятивных сумм, определив величины S_n по следующему правилу $S_n = \max(S_{n-1} + h_n, l)$, $S_{n_0} = l$, где l – задаваемый пользователем параметр. и решение о наличии разладки будем принимать при достижении суммой S_n положительного порога a . Если среднее после разладки уменьшается, тот же алгоритм можно применить к величинам $-G_n = \text{sign}(-y_n + y_m)$, $n = m + n_0$.

Применим к усредненным данным алгоритм, направленный на обнаружение увеличения среднего. Выберем следующие параметры: минимальное увеличение среднего $\Delta = 1$, $k=1$, $N=2$, $l=3$, $\text{Sigma} = 1/2$. На рисунке представлено поведение кумулятивной суммы S_n .

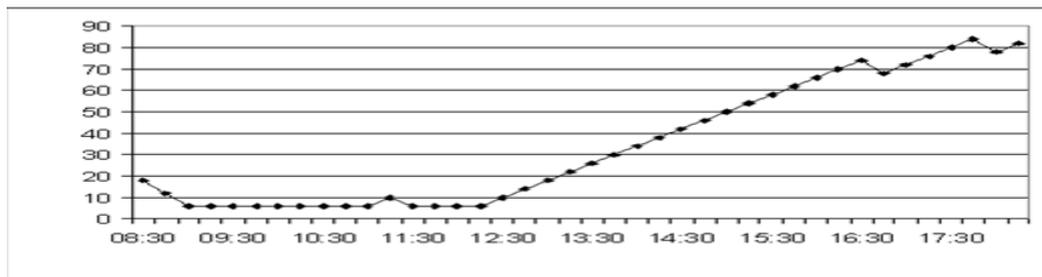


Рис. 3. Поведение кумулятивной суммы.

Запуск программы

Для работы с программой необходимо запустить файл `razlad_processor.exe`. Перед пользователем откроется главное окно программы.

Настройка параметров

После запуска программы необходимо удостовериться, что пользовательские параметры расчета настроены указаны верно. Необходимо задать параметры расчета графика кумулятивной суммы, указать пороги сигнализации о произошедшей разладке для каждого потока данных, указать присутствует ли в исследуемых данных квазипериодичность и если да, то каков ее период, для автоматического выделения ожидаемого возмущения. Также, надо указать параметры определения одновременных разладок - размер интервала, в границах которого разладки считаются произошедшими одновременно и минимальное количество одновременных разладок на интервале, необходимое для сигнализации о событии.

Запуск расчета.

После указания параметров либо явно выбирается файл данных, через нажатие кнопки "Открыть файл данных..." и подтверждения выбора в открывшемся окне файлового диалога. Либо нажать "Перечитать данные", тогда программа пытается перечитать последний использованный файл.

После загрузки может оказаться что в файле данных несколько потоков, тогда нужно указать пороги детектирования разладки для каждого из них и нажать кнопку "Рассчитать" для повторного расчета с обновленными настройками.

Результаты расчета

Результаты расчета представляются в наглядном виде, где каждый график выделен своим цветом, пунктирной линией отмечен порог сигнализации и точка пересечения графика и линии, являющаяся моментом разладки, отмечается небольшим квадратом.

Текстовый отчет

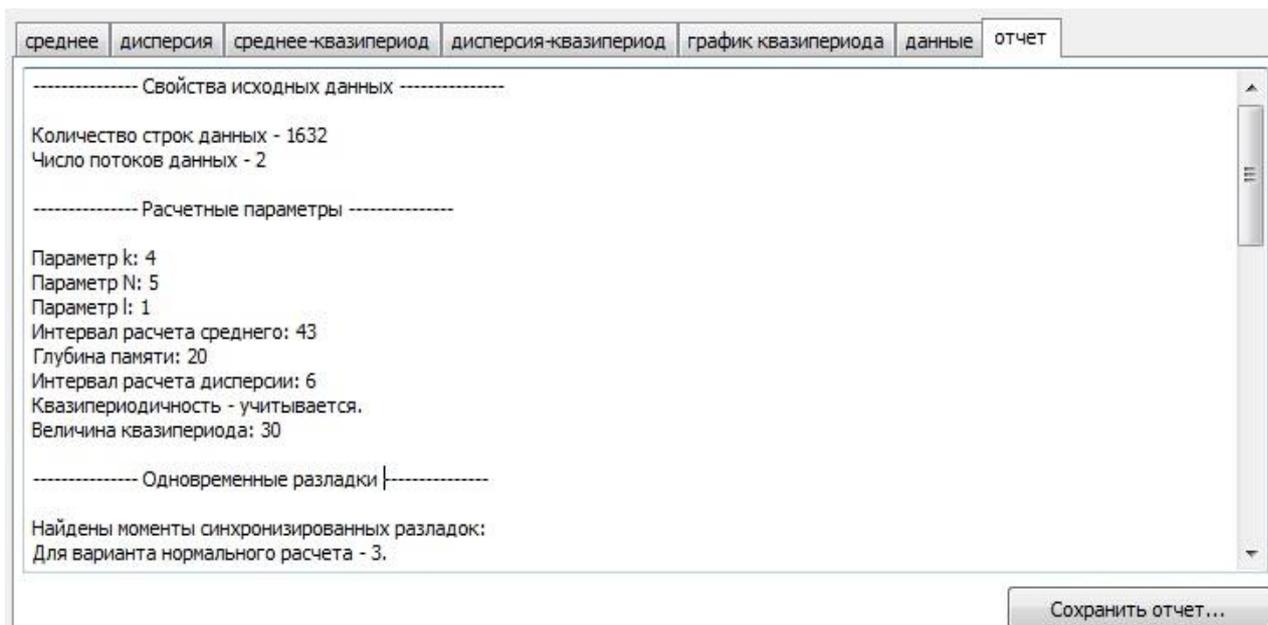


Рис.4 Окно программы «отчет»

Свойства исходных данных

Выводятся количество строк и число потоков данных.

Расчетные параметры

Выводятся использованные в расчетах настройки, выбранные пользователем.

Одновременные разладки

Вывод результата поиска случаев одновременных разладок.

Все разладки

Вывод всех найденных разладок.

