

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

Институт Кибернетики

Направление подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Кафедра Информатики и проектирования систем

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Проектирование и разработка программного обеспечения динамически компонуемой инфраструктуры интеллектуальной распределенной гетерогенной вычислительной среды

УДК 004.75

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ4Б	Рохмистров Дмитрий Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ботыгин И.А.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Акулов П.А.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ИПС	Демин А.Ю.	к.т.н.		

Томск – 2016 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Применять глубокие естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области информатики и вычислительной техники.
P2	Применять глубокие специальные знания в области информатики и вычислительной техники для решения междисциплинарных инженерных задач.
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием аппаратных и программных средств информационных и автоматизированных систем, с использованием аналитических методов и сложных моделей.
P4	Выполнять инновационные инженерные проекты по разработке аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения с использованием современных методов проектирования, систем автоматизированного проектирования, передового опыта разработки конкурентно способных изделий.
P5	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области проектирования аппаратных и программных средств автоматизированных систем с использованием новейших достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта. Критически оценивать полученные данные и делать выводы.
P6	Осуществлять авторское сопровождение процессов проектирования, внедрения и эксплуатации аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения.
Универсальные компетенции	
P7	Использовать глубокие знания по проектному менеджменту для ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности.
P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, активно владеть иностранным языком, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена и руководителя группы, в том числе междисциплинарной и международной, при решении инновационных инженерных задач.
P10	Демонстрировать личную ответственность и ответственность за работу возглавляемого коллектива, приверженность и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения инновационной инженерной деятельности. Демонстрировать глубокие знания правовых, социальных, экологических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению, непрерывному самосовершенствованию в инженерной деятельности, способность к педагогической деятельности.

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

Институт Кибернетики
Направление подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
Кафедра Информатики и проектирования систем

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ Демин А.Ю.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ4Б	Рохмистрову Дмитрию Сергеевичу

Тема работы:

Проектирование и разработка программного обеспечения динамически компонруемой инфраструктуры интеллектуальной распределенной гетерогенной вычислительной среды	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	От 05.02.2016 №780/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	16.06.2016
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Проектирование и разработка программного обеспечения динамически компонентной инфраструктуры интеллектуальной распределенной гетерогенной вычислительной среды для усреднения данных полученных с ультразвукового анемометра.
---------------------------------	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Обзор и анализ основных концепций в сборе, систематизации и хранении данных метеорологических наблюдений, проектирование структуры и содержания основных классов инфраструктуры распределенной вычислительной среды, разработка основных компонентов распределенной вычислительной системы, расчет ресурсоэффективности и ресурсосбережения, анализ вредных производственных факторов.
Перечень графического материала	Структура основных классов проекта, изображения работы центра управления и клиентского приложений, изображения работы программы усреднения и вычисления метеорологических данных.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Конотопский В.Ю.
Социальная ответственность	Акулов П.А.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.09.2015
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ИПС	Ботыгин Игорь Александрович	к.т.н.		10.09.2015

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8B01	Рохмистров Дмитрий Сергеевич		10.09.2015

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

Институт Кибернетики
Направление подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
Уровень образования Магистратура
Кафедра Информатики и проектирования систем
Период выполнения осенний / весенний семестр 2015/2016 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:

16.06.2016

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10.09.2015	Обзор и анализ основных концепций в сборе и хранении данных метеорологических наблюдений	10
10.11.2015	Проектирование структуры и содержания основных классов инфраструктуры распределенной вычислительной среды	20
28.01.2016	Разработка основных компонентов распределенной вычислительной системы	40
20.05.2016	Отображение результатов оценки средних для значения метеорологических величин	10
8.06.2016	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
9.06.2016	Социальная ответственность	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ИПС	Ботыгин И. А.	к.т.н.		10.09.2015

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Информатики и проектирования систем	Демин А.Ю.	к.т.н.		10.09.2015

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 110 стр., 23 рис., 15 таблиц, 23 источника, 38 формул, два приложения (включая CD-диск).

Ключевые слова: распределенная вычислительная система, ультразвуковой анемометр, метеорологические параметры.

Объектом исследования является проектирование и разработка программного обеспечения динамически компонуемой инфраструктуры интеллектуальной распределенной гетерогенной вычислительной среды.

Цель работы – разработка программного обеспечения динамически компонуемой инфраструктуры интеллектуальной распределенной гетерогенной вычислительной среды вычисления средних и дисперсий для значений метеорологических величин и параметров атмосферной турбулентности.

В процессе исследования проводились анализы основных концепций в сборе, систематизации и хранении данных метеорологических наблюдений.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: распределенная вычислительная система вычисления средних и дисперсий для значений метеорологических величин и параметров атмосферной турбулентности.

Область применения: Научно-исследовательские учреждения, обрабатывающие гидрометеорологические данные.

Значимость работы заключается в создании распределенной системы, что позволит исследователям увеличить количество исследуемых данных, упростит процесс обработки данных.

В будущем планируется модернизация программного комплекса, добавления дополнительных функций визуализации данных, возможно изменение некоторых элементов программ.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ И НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Распределённые вычисления — способ решения трудоёмких вычислительных задач с использованием нескольких компьютеров, чаще всего объединённых в параллельную вычислительную систему.

Грид — форма распределённых вычислений, в которой «виртуальный суперкомпьютер» представлен в виде кластеров, соединённых с помощью сети, слабосвязанных гетерогенных компьютеров, работающих вместе для выполнения огромного количества заданий (операций, работ).

Суперкомпьютер — специализированная вычислительная машина, значительно превосходящая по своим техническим параметрам и скорости вычислений большинство существующих в мире компьютеров.

Вычислительный кластер — группа компьютеров, объединённых высокоскоростными каналами связи, представляющая с точки зрения пользователя единый аппаратный ресурс.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	10
1 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	12
2 ОБЗОР И АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ КОНЦЕПЦИЙ В СБОРЕ, СИСТЕМАТИЗАЦИИ И ХРАНЕНИИ ДАННЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ.....	13
2.1 Термины и определения в метеорологии.....	13
2.2 Кластерные вычислительные системы.	20
2.3 Grid-системы.....	21
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СОДЕРЖАНИЯ ОСНОВНЫХ КЛАССОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ	25
3.1 Обоснование построения предварительной структуры среды	25
3.2 Структура метеорологических параметров с ультразвуковых термоанемометров.....	27
3.3. Описание разработанных классов	30
4 РАЗРАБОТКА ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ.....	35
4.1 Центр управления	35
4.1.1. Начало работы	36
4.1.2. Создание вычислительной задачи	38
4.1.3. Запуск выполнения задачи	40
4.2. Клиентское приложение	42
4.2.1. Начало работы	42
4.2.2. Выполнение задачи	43
5 РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ СРЕДНИХ И ДИСПЕРСИЙ ДЛЯ ЗНАЧЕНИЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН И ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРНОЙ ТУРБУЛЕНТНОСТИ	45
5.1 Модуль формирования метеорологических параметров с заданным интервалом представления их мгновенных значений и визуализация данных с графическим представлением.....	45
5.2. Выборка по сроку наблюдения и интервалу усреднения.....	49
5.3 Математическая обработка	52
5.3.1 Этап 1	52
5.3.2 Этап 2	55
6 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	63
6.1 Организация и планирование работы	63
6.2 Продолжительность этапов работ	64
6.3. Расчеты.....	67

6.3.1 Расчет накопления готовности проекта	67
6.3.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	68
6.3.3 Расчет заработной платы	69
6.3.4 Расчет затрат на социальный налог	70
6.3.5 Расчет затрат на электроэнергию	70
6.3.6 Расчет амортизационных расходов	72
6.3.7 Расчет прочих расходов.....	73
6.3.8 Расчет общей себестоимости разработки	73
6.3.9 Расчет прибыли	74
6.3.10 Расчет НДС	74
6.3.11 Цена разработки НИР	74
6.4 Оценка экономической эффективности проекта	75
6.5 Оценка научно-технического уровня НИР	76
7 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	80
7.1 Введение	80
7.2 Производственная безопасность	80
7.2.1 Вредные производственные факторы	81
7.2.2 Опасные производственные факторы	86
7.2.3 Мероприятия и рекомендации по устранению и минимизации	88
7.3 Экологическая безопасность.....	90
7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	91
7.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	93
7.5.1 Правовые нормы трудового законодательства для рабочей зоны оператора ПЭВМ	93
7.5.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	95
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	96
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА	96
СПИСОК ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	98
ПРИЛОЖЕНИЕ А	102
ПРИЛОЖЕНИЕ Б CD-ДИСК	110

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в научных исследованиях и образовании усиливается внимание к использованию высокопроизводительной вычислительной техники. Во многих областях знаний фундаментальные научные исследования связаны с необходимостью проведения масштабных численных экспериментов. Общеизвестным является класс фундаментальных научных и инженерных проблем Grand challenges , эффективное решение которых возможно только с использованием мощных вычислительных ресурсов с производительностью сотен Гфлопс ($\sim 10^{12}$ операций в секунду) и выше.

Единственным способом достижения требуемой производительности в настоящее время является использование многопроцессорных вычислительных систем с применением параллельных вычислений.

Идея распараллеливания вычислений основана на том, что большинство задач может быть разделено на набор меньших задач, которые могут быть решены одновременно. Основная цель параллельных вычислений – уменьшение времени решения задачи. Для решения трудоемких задач такие вычисления могут быть запущены, например, на суперкомпьютерах, вычислительных кластерах или грид-системах.

Одной из областей, где возникают фундаментальные научные или инженерные задачи с широкой областью применения, эффективное решение которых возможно только с использованием мощных (суперкомпьютерных) вычислительных ресурсов является предсказание погоды, климата и глобальных изменений в атмосфере. Примером такой задачи, в частности, является проектирование программного обеспечения позволяющего решить задачу усреднения месячной температуры полученной с частотой 80 Гц ультразвуковым анемометром, а также решению задачи оценки средних и дисперсий для случайного процесса значений метеорологических величин и вычисления параметров атмосферной турбулентности.

В данном случае, необходимость реализации возможности параллельных вычислений обусловлена огромным количеством данных. Время, необходимое для анализа такого большого объема данных может достигать до нескольких дней, что подчеркивает необходимость и важность параллельных вычислений для данной задачи.

Данная работа посвящена проектированию и разработке программного обеспечения динамически компонуемой инфраструктуры интеллектуальной распределенной гетерогенной вычислительной среды.

1 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования является динамически компонуемая инфраструктура интеллектуальной распределенной гетерогенной вычислительной среды.

Методом исследования является проектирование и разработка программного обеспечения позволяющего решить задачу усреднения месячной температуры полученной с частотой 80Гц ультразвуковым анемометром, а также решить задачи оценки средних и дисперсий для случайного процесса значений метеорологических величин и вычисления параметров атмосферной турбулентности.

2 ОБЗОР И АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ КОНЦЕПЦИЙ В СБОРЕ, СИСТЕМАТИЗАЦИИ И ХРАНЕНИИ ДАННЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

2.1 Термины и определения в метеорологии

Процессы, происходящие в атмосфере, изучаются целым комплексом наук, относящихся к различным областям знаний. Это физика атмосферы и её раздел аэрономия, посвящённый изучению верхних слоёв атмосферы, аэрология – учение о методах исследования физических процессов в свободной атмосфере, метеорология и климатология, изучающие процессы и явления, происходящие преимущественно в нижнем слое атмосферы – тропосфере. Атмосферный воздух – важнейший элемент среды обитания, поэтому трудно переоценить роль метеорологии и климатологии при решении экологических проблем.

Метеорологией называется наука об атмосфере, о ее составе, строении, свойствах и протекающих в ней физических и химических процессах. Метеорология относится к комплексу геофизических наук, ибо изучение процессов в атмосфере основывается на общих законах физики. Главной задачей метеорологии является описание состояния атмосферы в данный физический момент времени и прогноз ее состояния на будущее.

Климатология – это наука о климате, то есть совокупности атмосферных условий, свойственных тому или иному месту в зависимости от его географической обстановки. Климатология изучает закономерности формирования климата, его изменения в прошлом и будущем. Поэтому климатология, по существу, является географической наукой. Климатология тесно связана с метеорологией, ибо понимание закономерностей формирования климата возможно лишь на основе понятий и законов метеорологии.

Происходящие в атмосфере процессы постоянно изменяют ее состояние. Физическое состояние атмосферы у земной поверхности и в

нижних 30-40 км в данный момент времени называется погодой. Погода характеризуется метеорологическими величинами и атмосферными явлениями.

Кроме наблюдений за процессами, происходящими в атмосфере, в метеорологии применяют натурный эксперимент и методы математического моделирования. Результаты наблюдений наносятся на синоптические карты, результаты статистической обработки данных наблюдений и результаты математического моделирования и прогнозирования наносят на климатические карты.

Таким образом, метеорологические наблюдения – это измерения метеорологических величин и качественные оценки атмосферных явлений. Выделяют следующие основные метеорологические величины.

Атмосферное давление. Всякий газ производит давление на ограничивающие его стенки. Давление представляет собой результирующую силу ударов молекул об эти стенки, сила направлена нормально. Давление есть сила, приходящаяся на единицу площади, направленная перпендикулярно к ней. Числовое значение (модуль) этой силы F , отнесенной к площади S , и называют давлением, вычисляется по формуле (2.1):

$$P = \frac{F}{S} \quad (2.1)$$

Поскольку давление газа обусловлено движениями его молекул, т. е. той бомбардировкой, которой они подвергают стенки, то оно зависит от скорости движений молекул. Известно, что при возрастании температуры и сохранении неизменным объема газа скорости молекулярных движений увеличиваются и, следовательно, растет давление. Распределение атмосферного давления по высоте зависит от давления у земной поверхности и от распределения температуры воздуха с высотой. Давление убывает, примерно, в геометрической прогрессии, если высота возрастает в арифметической прогрессии. Действительно, на уровне 5 км давление почти вдвое ниже, чем на уровне моря, на уровне 10 км – почти в четыре раза и т.д.

Температура. Воздух, как и всякое тело, всегда имеет температуру, отличную от абсолютного нуля. Температура воздуха в каждой точке атмосферы непрерывно меняется с изменением времени. Кроме того, в разных местах Земли в одно и то же время она также различна. У земной поверхности температура воздуха меняется в широких пределах: наиболее высокое значение температуры, измеренное до сих пор, в тропических пустынях – немного ниже 60°C, а самое низкое значение температуры воздуха, наблюдавшееся на советской станции «Восток» в Антарктиде, около –90°C. Таким образом, размах значений температуры у земной поверхности на земном шаре равен 150°C.

Влажность. Очень часто воздух содержит водяного пара меньше, чем нужно для его насыщения при данной температуре. Степень близости воздуха к состоянию насыщения характеризуют относительной влажностью. Относительной влажностью называют отношение фактического парциального давления e водяного пара, содержащегося в воздухе, к давлению насыщенного водяного пара E при температуре этого воздуха, выраженное в процентах, вычисляется по формуле (2.2).

$$f = \frac{e}{E} \cdot 100\% \quad (2.2)$$

Направление и скорость ветра. Движение воздуха относительно земной поверхности называется ветром. Как правило, имеется в виду горизонтальная составляющая движения. Иногда говорят о восходящем или нисходящем ветре, т.е. учитывают вертикальную составляющую этого движения. Ветер характеризуется вектором скорости. Известно, что всякий вектор определяется абсолютной величиной и направлением. Когда говорят о скорости ветра, имеют в виду только числовое ее значение, т.е. путь, проходимый индивидуальным объемом воздуха за единицу времени относительно земной поверхности. Направление вектора скорости называется направлением ветра. За направление ветра принимается азимут точки, откуда дует ветер, отсчитываемый от точки севера через восток.

Скорость ветра выражается в метрах в секунду (м/с). При обслуживании авиации скорость ветра выражают в километрах в час (км/ч), а при обслуживании морского флота – в узлах, т. е. в морских милях в час.

Скорость ветра оценивается и в баллах – по так называемой шкале Бофорта. По шкале весь интервал возможных значений скорости ветра делится на 12 градаций. Каждая единица шкалы связывает скорость ветра с различными его эффектами, такими, как степень волнения моря, качание ветвей деревьев, распространением дыма из труб и т.д.

Различают сглаженную скорость ветра, т.е. некоторую среднюю величину скорости за некоторый обычно небольшой промежуток времени, в течение которого производятся наблюдения, и мгновенную скорость ветра в данный момент (измеряемую очень малоинерционным прибором). Мгновенная скорость ветра отмечает порывы и внезапное ослабление ветра. Она очень сильно колеблется около сглаженной скорости, временами может быть значительно меньше или больше ее. На метеорологических станциях обычно измеряют сглаженную скорость ветра.

Средние скорости ветра у земной поверхности близки к 5-10 м/с и редко превышают 12-15 м/с. В сильных атмосферных вихрях и штормах умеренных широт скорости могут превышать 30 м/с, а в отдельных порывах достигать 60 м/с. В тропических ураганах скорости ветра доходят до 65 м/с, а отдельные порывы, судя по разрушениям, превышает 100 м/с. В мелкомасштабных вихрях (смерчи, торнадо) возможны скорости и более 100 м/с. В верхней тропосфере в так называемых струйных течениях средняя скорость ветра на больших пространствах может доходить до 70-100 м/с.

Для атмосферных движений характерна квазигоризонтальность. Это значит, что скорости горизонтального переноса в 100-1000 раз превышает вертикальные скорости. Только в особых условиях интенсивно развитой конвекции и на ограниченных территориях вертикальные составляющие

скорости движения воздуха могут достигать нескольких метров в секунду, т.е. порядка горизонтальных скоростей.

В последнее время очень востребовано измерение скорости ветра у земной поверхности ультразвуковыми анемометрами. На рисунке 2.1 отображен трехмерный ультразвуковой анемометр. Приборы для измерения ветра на наземных метеорологических станциях устанавливаются на высоте 10-12 м над земной поверхностью. Измеренный ими ветер и называется ветром у земной поверхности.



Рис. 2.1 – Трехмерный ультразвуковой анемометр

Под направлением ветра подразумевают направление, откуда он дует. Указать это направление можно, назвав либо точку горизонта, откуда дует ветер, либо угол, образуемый направлением ветра с меридианом места, т.е. его азимут. Различают 8 основных румбов горизонта: север, северо-восток, восток, юго-восток, юг, юго-запад, запад, северо-запад. И 8 промежуточных румбов между ними: север-северо-восток, восток-северо-восток, восток-юго-восток, юг-юго-восток, юг-юго-запад, запад-юго-запад, запад-северо-запад, север-северо-запад. На рисунке 2.1 отображены румбы горизонта.

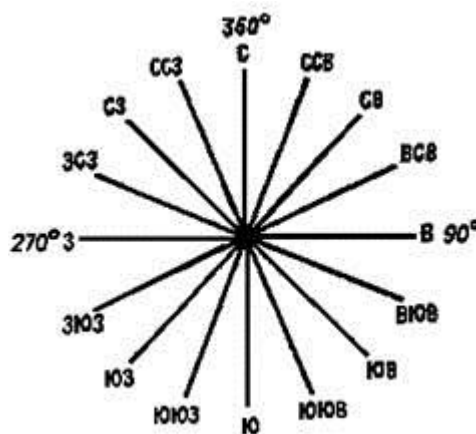


Рис. 2.2 – Румбы горизонта

Метеорологическая служба каждой страны тесно сотрудничает с метеослужбами других стран, обмениваясь информацией и согласовывая методику метеорологических наблюдений.

В ограниченных пределах в метеорологии применяется натурный эксперимент. К числу метеорологических экспериментов относятся опыты осадения облаков и рассеивания туманов путём физико-химических воздействий на них, воздействия на грозовые облака с целью предупреждения выпадения града .

В последние годы стали применяться методы математического моделирования некоторых атмосферных процессов. Моделирование опирается на физико-математический анализ атмосферных процессов, которые, являясь физическими по своей природе, описываются законами общей физики. Опираясь на эти законы, в частности, на законы движения в сплошной среде, составляются дифференциальные уравнения, описывающие те или иные атмосферные процессы. Затем, используя фактические данные в качестве начальных, решают эти уравнения численными методами с помощью компьютерных систем. При этом учитывают, что в силу сложности атмосферных процессов, точного их описания одной системой уравнений составить невозможно, поэтому уравнения упрощают путем построения моделей атмосферы различной сложности, в которых сохраняют главные факторы, определяющие атмосферные процессы. Таким путем находят

количественные закономерности атмосферных процессов и прогнозируют их развитие. Модельная картина сравнивается с фактической и на этом основании судят о степени правильности описания реальной атмосферы. Этот метод моделирования приобрел сейчас широкое распространение и используется как в прогнозе погоды, так и в теории климата.

Результаты наблюдений на больших территориях, сделанные в один и тот же момент, наносятся на карты, называемые синоптическими. Они позволяют видеть, как распределялись условия погоды и, следовательно, каковы были свойства атмосферы и характер атмосферных процессов в этот момент времени на большой территории. При нанесении на картографическую основу результатов статистической обработки многолетних наблюдений получают климатологические карты [1].

Для наблюдений за состоянием атмосферы используются метеорологические спутники, позволяющие получать информацию о многих метеорологических величинах для всего земного шара. Для наземных наблюдений за облаками и осадками пользуются радиолокационными методами. Для измерения метеопараметров в приземном слое широко применяются автоматические метеостанции. Всё возрастающее применение находит автоматизация метеорологических наблюдений и обработки их данных. В исследованиях по теоретической метеорологии широко используются высокопроизводительные вычислительные системы, применение которых имело громадное значение для разработки и усовершенствования численных методов прогнозов погоды. Расширяется использование количественных физических методов исследования в таких областях метеорологии, как климатология, агрометеорология, биометеорология человека, где ранее они почти не применялись [2].

Компьютеры обрабатывают поступающую информацию о давлении воздуха, воздушных течениях, распределении температур и на основании этого составляют черновые карты распределения давления, по которым

рассчитывают наиболее вероятные в будущем максимум и минимум суточной температуры, направление и силу ветра, вид и количество облаков, где ожидаются осадки и наиболее вероятные погодные явления. Таким образом, накопленные и поступающие объемы метеорологических измерений, сложность их математической обработки, безусловно, подразумевают применение вычислительных кластеров.

2.2 Кластерные вычислительные системы.

Рассмотрим некоторые основные понятия и принципы построения кластерных вычислительных систем. Кластером является группа компьютеров объединенных высокоскоростными каналами связи и представляющая с точки зрения пользователя единый аппаратный ресурс функционирующий под управлением одной операционной системы.

Для информационной поддержки жизненно важных технологических процессов (на Земле или в Космосе) используются отказоустойчивые кластеры, которые строятся по трем основным принципам:

- С холодным резервом или активный/пассивный. Активный узел выполняет запросы, а пассивный ждет его отказа и включается в работу, когда таковой произойдет.
- С горячим резервом или активный/активный. Все узлы выполняют запросы, в случае отказа одного нагрузка перераспределяется между оставшимися. То есть кластер распределения нагрузки с поддержкой перераспределения запросов при отказе.
- С модульной избыточностью. Применяется только в случае, когда простой системы совершенно недопустим. Все узлы одновременно выполняют один и тот же запрос (либо части его, но так, что результат достижим и при отказе любого узла), из результатов берется любой. Необходимо гарантировать, что результаты разных узлов всегда будут одинаковы (либо различия гарантированно не повлияют на дальнейшую работу).

Существуют кластеры распределения нагрузки. Принцип их действия строится на распределении запросов через один или несколько входных узлов, которые перенаправляют их на обработку в остальные, вычислительные узлы. Первоначальная цель такого кластера – производительность, однако, в них часто используются также и методы, повышающие надёжность. Подобные конструкции называются серверными фермами. Программное обеспечение может быть как коммерческим, так и бесплатным.

Наиболее востребованы, особенно в научных исследованиях, вычислительные кластеры. Для вычислительных кластеров существенными показателями являются высокая производительность процессора в операциях над числами с плавающей точкой и низкая латентность объединяющей сети, и менее существенными – скорость операций ввода-вывода, которая в большей степени важна для баз данных и web-сервисов. Вычислительные кластеры позволяют уменьшить время расчетов, по сравнению с одиночным компьютером, разбивая задание на параллельно выполняющиеся ветки, которые обмениваются данными по связывающей сети [3].

2.3 Grid-системы.

Помимо единых аппаратных вычислительных ресурсов (кластеры), существует и большое множество распределенных вычислительных систем, объединяющих в единый комплекс территориально разнесенные компьютеры. В отличие от аппаратного кластера компьютеров, распределенные вычислительные системы, организуемые программно, требуют наличия специального программного модуля управления, основной функцией которого является поддержание взаимодействия между всеми серверами с целью синхронизации и распределения нагрузки между ними.

Так, существуют разные виды централизованных распределенных систем (кластеры, клиент-серверные системы) и децентрализованных систем (grid-системы, облака). Распределенным децентрализованным системам

присуща более высокая степень модульности. Они содержат множество компонентов, которые также могут быть разбиты на части. Эти компоненты являются автономным, в любой момент времени они имеют полный контроль над своими частями.

Распределенные grid-системы являются разновидностью параллельных вычислений, которые основывается на обычных компьютерах и выгодно отличается от кластерных суперкомпьютеров тем, что могут быть развернуты при помощи обычных протоколов, например, Ethernet. Таким образом, персональные компьютеры могут быть объединены в единую распределенную систему, а их ресурсы могут быть использованы для вычислений. Нестабильность конфигурации, в таком случае, компенсируется большим числом узлов. Grid – популярная в настоящее время технология, на базе подходов grid было создано много приложений, большинство из них имеют ярко выраженную математическую направленность (например, решение больших вычислительных задач методом разделения их на малые части). Частным случаем таких систем является Desktop-Grid – grid-системы, в которых в роли вычислительных узлов выступают обычные персональные компьютеры.

Кратко рассмотрим некоторые широко распространенные примеры реализации распределенных вычислительных систем(grid-систем).

Одним из примеров является свободно распространяемая система Condor (HTCondor), ориентированная на работу с неотчуждаемыми (разделяемыми с владельцем компьютера) ресурсами. Система Condor обладает механизмами организации очереди работ, политики планирования, назначения приоритетов, учета использования и управления ресурсами, поддержки контрольных точек, рестарта и миграции заданий. В Condor развит весьма мощный язык описания ресурсов, позволяющий формально описать как требования к типам и объемам ресурсов со стороны задания, так и ограничения на доступ к ресурсам со стороны владельцев.

Бразильские учёные разработали систему распределённых вычислений OurGrid с открытым кодом, работающую по принципам P2P-сетей, которая позволяет пользователям сети как предоставлять свои вычислительные мощности другим участникам, так и использовать их в своих целях.

Hadoop – проект фонда Apache Software Foundation, свободно распространяемый набор утилит, библиотек и программный каркас для разработки и выполнения распределённых программ, работающих на кластерах из сотен и тысяч узлов.

BOINC – программное обеспечение с открытым исходным кодом для организации добровольных распределённых вычислений и распределённых вычислений в сети.

Также, существует система метакомпьютинга X-Com (XCom2), которая предназначена для быстрого развертывания и проведения распределённых расчетов. Система представляет собой инструментарий для адаптации и поддержки выполнения программ в распределённых неоднородных средах. В основе архитектуры X-Com лежит клиент-серверная схема. Соответственно ей, прикладная задача должна быть логически разделена на две части: серверную и клиентскую. Серверная часть отвечает за разбиение задачи на множество независимых порций и объединение результатов.

Пользуются популярностью у специалистов GridGain (реализация MapReduce с открытым исходным кодом на языке Java), ErlangGrid (создание распределённых вычислительных систем), Grid Programming Environment (от Intel), Globus Toolkit (в режиме Online), Oracle Grid Engine, MyGrid (авторский проект на системе виртуальных машин) и др.

В общем случае при организации подобных инфраструктур можно выделить четыре подхода: первый основан на создании проектов, к которым подключаются исполнительные компьютеры; второй подход состоит в

применении P2P-технологий (Peer-to-Peer) и объединении исполнительных компьютеров в одноранговые сети; третий подход характеризуется системами с централизованным управлением; четвёртый подход представлен частными разработками корпоративных систем.

Так, платформа BOINC, предназначенная для поддержки проектов, не предусмотрена для запуска приложений, т.к. для каждого нового приложения необходимо создавать свою программно-аппаратную инфраструктуру.

Слабыми местами систем, реализующих подход с централизованным управлением (например, X-Com), является планирование, которое не позволяет обеспечить выполнение задания в заранее указанный пользователем срок. Необходимость предварительной подготовки задания в X-Com также сужает область применения этой системы. Кроме того, в этих разработках, а также в системах CCOF и OurGrid, представляющих P2P-подход, не используются ставшие фактическими стандартами протоколы грида. Это приводит к тому, что такого рода разработки не являются интероперабельными с другими грид-системами. То же самое можно сказать практически обо всех корпоративных решениях.

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СОДЕРЖАНИЯ ОСНОВНЫХ КЛАССОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

3.1 Обоснование построения предварительной структуры среды

Научно-технический прогресс ведёт к резкому увеличению количества информации, которой должен оперировать человек в процессе своей жизнедеятельности. С появлением ЭВМ возможности человека в области обработки информации значительно возросли. И чем дальше, тем большую часть информации человек вынужден доверять машине, тем больше он должен доверять результатам компьютерной обработки. Однако, не существует абсолютно надёжного компьютера. Сбои, приводящие к потере данных, могут возникать либо по вине аппаратуры, либо по вине программного обеспечения. И чаще всего они возникают именно по второй причине, ибо программы обычно выполняют весьма сложные задачи по сравнению с аппаратурой, которая реализует лишь некоторые примитивные операции.

Надёжность работы компьютера – это, прежде всего, надёжность выполняющихся на нём программ. Но написать надёжную программу непросто. Из-за высокого быстродействия аппаратуры появилась возможность делать очень большие программы, с огромным количеством возможностей и режимов работы. Но возможности человека ограничены. Он не может держать в голове все детали обширного программного комплекса, точно так же, как не может объять необъятное. И как следствие – множество ошибок и недочётов, надёжность программы снижается.

Единственное, что можно сделать, чтобы помочь человеку справиться с большой задачей – это разбить её на несколько маленьких[4]. Аналогично следует поступить и с большой программой – разбить её на несколько небольших самостоятельных модулей. Грамотное разбиение может помочь

решить даже некоторые другие не менее важные проблемы, такие как параллельная разработка проекта и повторное использование кода. Действительно, достаточно поручить написание каждого модуля отдельному человеку, и время разработки всей программы будет сравнимо со временем разработки одного модуля. Кроме того, готовые модули можно будет использовать без изменений в других проектах.

Однако, на самом деле, не всё так просто. Большую программу необходимо не только разбить на части, но и определить способы взаимодействия этих частей. Поэтому, кроме собственно разработки модулей, необходим ещё и этап сборки всех этих модулей в одну работающую программу. Здесь также могут встретиться существенные трудности. Предположим, мы изменили один из модулей. Тогда в общем случае может потребоваться пересборка, или даже пересмотр всех остальных модулей программы. В идеальном случае хотелось бы, чтобы этап сборки всех модулей в работающую программу заключался бы в простом копировании готовых модулей в место, откуда запускается программа.

Задачу можно поставить следующим образом:

Есть проект программного комплекса, который можно разбить на несколько небольших модулей, способных разрабатываться отдельно.

Требуется разработать архитектуру взаимодействия модулей, удовлетворяющую условиям:

1. Модули независимы по интерфейсу.
2. Модули независимы по обрабатываемым данным.

На этапе проектирования программы должно быть задано разбиение на модули, примерные структуры данных и примерные интерфейсы модулей. При появлении этих деталей может потребоваться изменение отдельных модулей и используемых ими структур данных. Первое условие означает, что небольшое изменение интерфейса одного модуля не должно сказаться на работе программы, то есть замена одного модуля программы на

модифицированный не должна приводить к невозможности работы программы. Самое большее, она может приводить к тому, что добавленная в модуль возможность не будет полностью реализована до того, как будут исправлены остальные модули. Второе условие означает, что изменение формата данных в одном из модулей также не должно влиять на работоспособность программы, даже если изменённые данные использовались и другими модулями. Другие модули должны "понять" новый формат без их модификации.

Если таким образом поставленная задача будет решена, это даст возможность каждому человеку, участвующему в разработке программы, решать только задачи, связанные со своим модулем и мало заботиться о проблемах их взаимодействия.

3.2 Структура метеорологических параметров с ультразвуковых термоанемометров

В научно-прикладных знаниях о свойствах земной атмосферы важную роль играют различные метеорологические измерения. Именно данные этих измерений позволяют получить знания о физико-химических процессах в атмосфере, определить состав и строение атмосферы, выявить ее тепловой режим и влагообмен, выяснить условия формирования различных оптических и акустических явлений в атмосфере.

Получение метеоданных данных осуществляется с помощью совокупности различных приборов для метеорологических измерений. Одним из самых современных приборов метеостанций является ультразвуковой анемометр. Типовая реализация автоматической ультразвуковой метеостанции позволяет измерять такие параметры как температуру окружающей среды, различные компоненты скорости ветра, давление, влажность[5].

В настоящей работе осуществляется математическая обработка всех метеорологических величин получаемых с типовой ультразвуковой

метеостанции. Исходными данными для обработки являлись массивы измерений указанных величин, структурированные в десятиминутные периоды наблюдения с интервалом измерения метеопараметров равным 12.5 мс.

С учетом требований Всемирной метеорологической организации и Росгидромета статистической обработке подвергается совокупность измерений, ограничиваемая по времени их регистрации двумя параметрами: сроком наблюдений и интервалом статистического анализа (усреднения) данных. Конечной целью этой обработки является формирование информативной для исследователя совокупности временных рядов различных атмосферных параметров, отражающих статистически устойчивые тренды их значений за более долгосрочные по сравнению с исходным периодом (сутки, месяц, год).

В начале файла получаемым ультразвуковым анемометром записываются байты, несущие информацию о дате и времени регистрации первого отсчета данных изделия, записываемого в файл, (ниже они описываются парами: наименование числового параметра – размер его записи в байтах):

- Год – 2 байта.
- Месяц – 2 байта.
- День – 2 байта.
- Час – 2 байта.
- Минута – 2 байта.
- Секунда – 2 байта.
- Миллисекунда – 2 байта.

Далее – высота измерений z_i , умноженная на 100 и округленная до целого – 2 байта, номер типа подстилающей поверхности (выбирается из таблицы) $p^{\wedge}$ – 1 байт.

После этого записываются мгновенные значения метеорологических параметров для каждого цикла измерений, повторяющихся через интервал $\Delta t_{\text{и}} = 1/f_{\text{и}} = 12,5 \text{ мс}$:

- Температуры воздуха T в $^{\circ}\text{C}$, умноженной на 100 и округленной до целого – 2 байта.
- Южной компоненты вектора горизонтальной скорости ветра v_s в м/с, умноженной на 100 и округленной до целого – 2 байта.
- Восточной компоненты вектора горизонтальной скорости ветра v_e в м/с, умноженной на 100 и округленной до целого – 2 байта.
- Вертикальной компоненты полного вектора скорости ветра w в м/с, умноженной на 100 и округленной до целого – 2 байта.
- Атмосферного давления P в мм.рт.ст., умноженного на 10 и округленного до целого – 2 байта.
- Относительной влажности воздуха r в %, умноженной на 100 и округленной до целого – 2 байта.
- Признак ошибки егг – 1 байт.

По завершению записи каждого бинарного файла в его конец дописываются дата и время регистрации последнего отсчета данных изделия, записываемого в файл:

- Год – 2 байта.
- Месяц – 2 байта.
- День – 2 байта.
- Час – 2 байта.
- Минута – 2 байта.
- Секунда – 2 байта.
- Миллисекунда – 2 байта.

Двухбайтовые параметры записываются младшим байтом вперед, т.е. сначала младший байт числа, затем старший байт.

Возможные значения признака ошибки err - в пределах от 0 до 9. Во всех записях данных, помеченных значением $err > 0$, значения при математической обработке должны учитываться как сомнительные в их достоверности.

3.3. Описание разработанных классов

В настоящей работе было создано 5 классов, mainClass, FileManager, Calculus, weatherRecord и Visualisation. Блок схема работы классов отображена на рисунке 3.1.

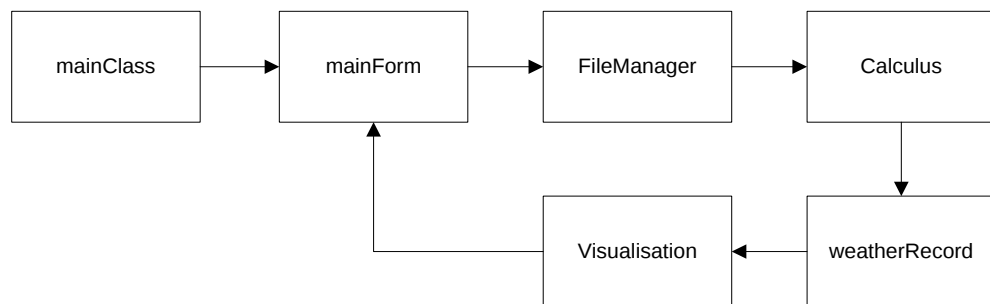


Рисунок 3.1 – Общая блок схема программы

Первый класс mainClass запускается с запуском программы. В свою очередь mainClass запускает основную форму mainForm, которая демонстрирует пользователю все возможности программы. В связи с тем, что задача была усреднить данные по заданному интервалу, то были созданы 6 методов класса. Такие как buttonChoose, hourField, minField, secField, buttonLoad, buttonSave. Блок схема класса mainClass отображена на рисунке 3.2.

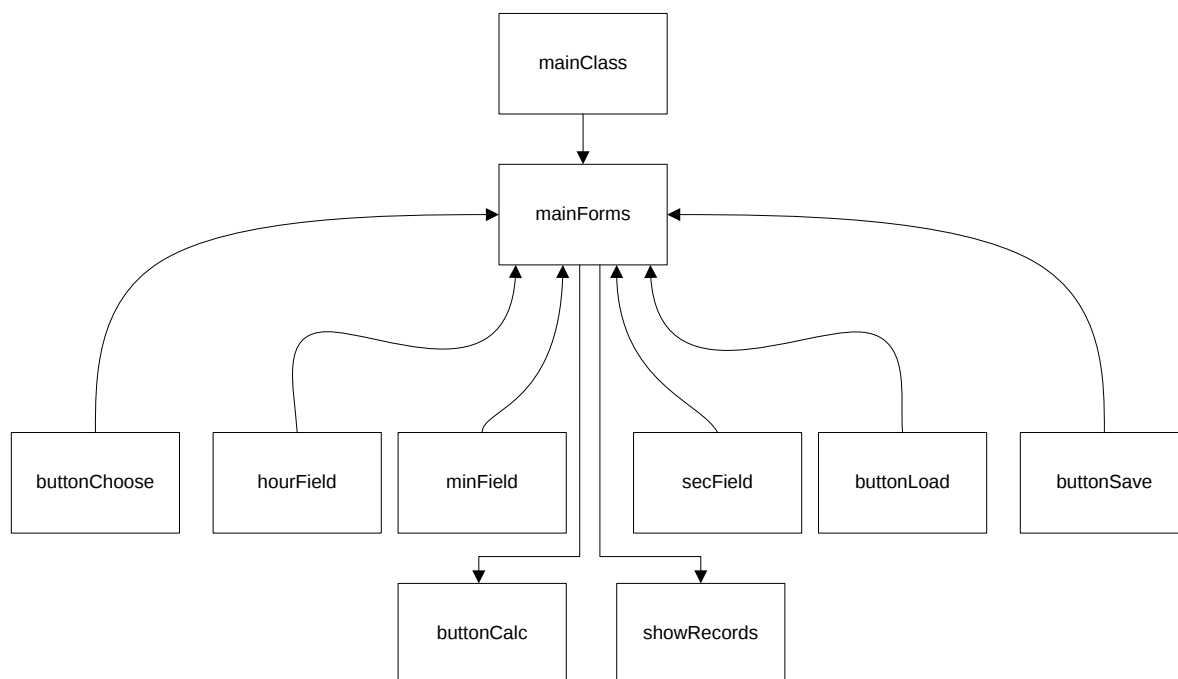


Рисунок 3.2 – Блок схема класса mainClass

Метод `buttonChoose` выполняет роль выбора каталога с нужными для исследователя данными. Выбор каталога позволяет исследователю хранить данные за разные промежутки времени в разных каталогах, это упрощает работу исследователю и позволяет ускорить процесс исследования. Метод `hourField` выполняет роль текстового окна, в который исследователь записывает количество часов, требуется для усреднения данных. Метод `minField` выполняет роль текстового окна, в который исследователь записывает количество минут, требуемое для усреднения данных. Метод `secField` выполняет роль текстового окна, в который исследователь записывает количество секунд, требуемое для усреднения данных. Метод `buttonLoad` позволяет пользователю загружать ранее усредненные данные, метод `buttonLoad` использует метод `loadFile` класса `FileManager` (рисунок 3.3). Метод `buttonSave` позволяет исследователю сохранять в текстовый файл усредненные данные, метод `buttonSave` использует метод `saveFile` класса `FileManager` (рисунок 3.3). Метод `buttonCalc` запускает загрузку файлов с заранее выбранного каталога методом `buttonChoose` и начинает усреднять и вычислять полученные данные в зависимости от ранее заданных параметров час, минута, секунда с помощью класса `Calculus` (рисунок 3.4). Метод

showRecords выполняет визуализацию полученной таблицы и графики усредненных данных с помощью класса Visualisation

Следующим классом является FileManager. Файловый менеджер представляет собой класс, который будет осуществлять всю работу загружаемыми и сохраняемыми данными. В классе FileManager существует три метода, таких как ReadFile, SaveToFile и loadFile. Блок схема класса FileManager отображена на рисунке 3.3.

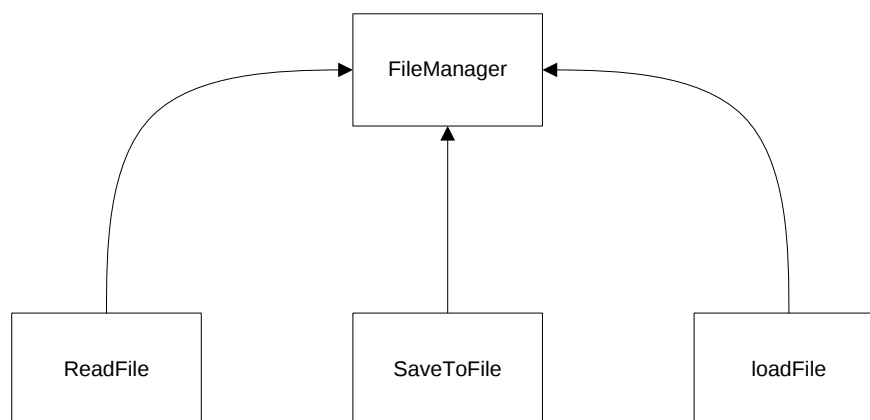


Рисунок 3.3 – Блок схема класса FileManager

Метод ReadFile позволяет из побитовых данных полученных ультразвуковым анемометром получить привычный вид данных для метеоролога. Метод SaveToFile позволяет исследователю сохранять в текстовый файл усредненные данные, так же в этом методе описывается табуляция записываемых данных в документ, что позволяет метеорологу просматривать результат без дополнительного программного обеспечения. Метод loadFile позволяет загружать ранее полученные данные метеорологом, при загрузке данных сразу используется метод showRecords класса MainClass.

Следующий класс Calculus, который содержит в себе метод calcAverage. Блок схема класса Calculus отображена на рисунке 3.4. Метод CalcAverage выполняет усреднение загруженных данных. Так же в методе CalcAverage запускаются функции вычисления всех данных требуемые метеорологу, начиная от dispersionCalc до GRCalc.

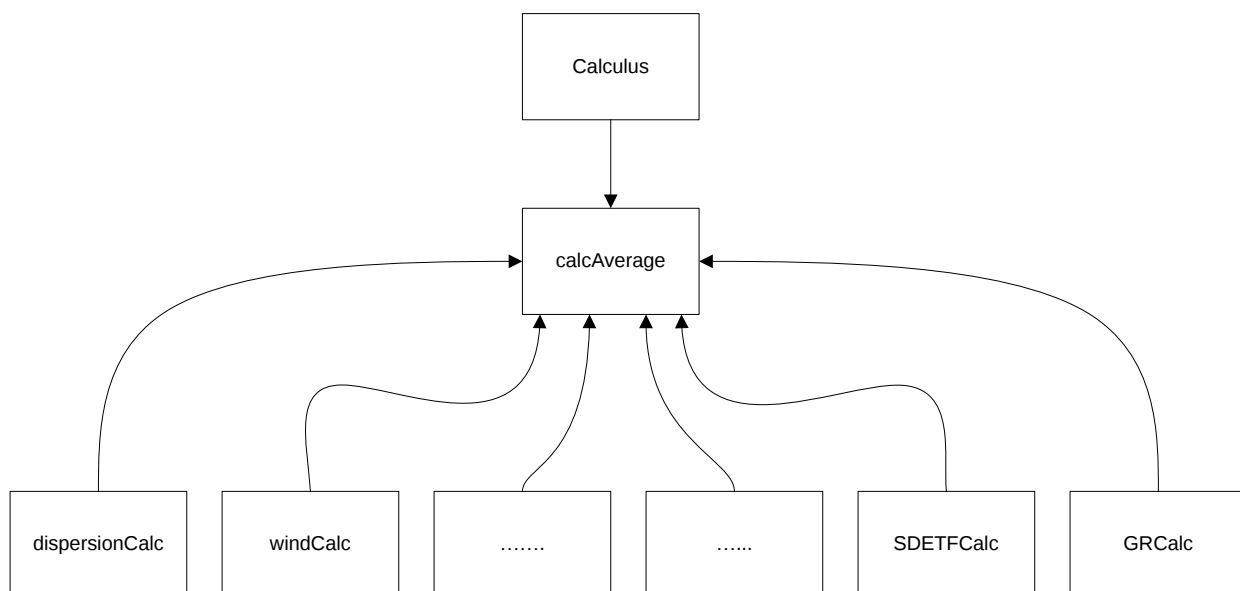


Рисунок 3.4 – Блок схема класса Calculus

Класс weatherRecord является хранилищем всех данных, объявления всех переменных. Блок схема класса weatherRecord отображена на рисунке 3.5.

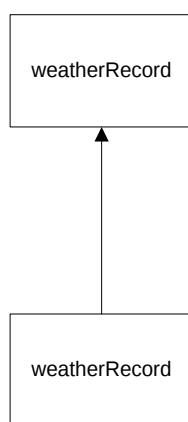


Рисунок 3.5 – Блок схема класса WeatherRecord

Последним классом является класс Visualisation, он является основой графической составляющей программы. Блок схема класса Visualisation отображена на рисунке 3.6.

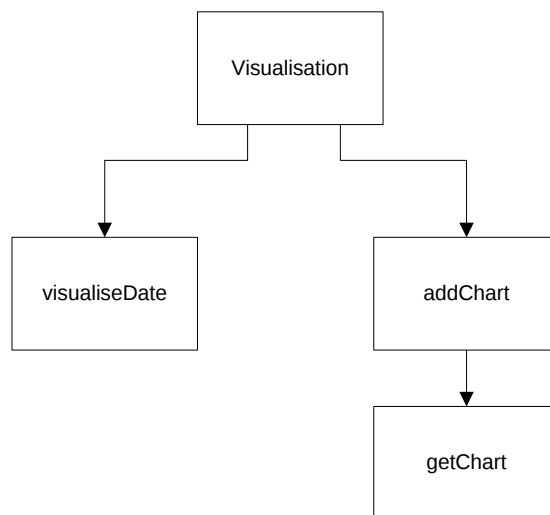


Рисунок 3.6 – Блок схема класса Visualisation

Класс Visualisation содержит в себе три метода. Метод VisualisationDate выполняет графическую реализацию таблицы полученных усредненных данных. Метод addChart выполняет инициализацию тех графических элементов которые требуются метеорологу, а метод getChart уже выполняет графическую реализацию графиков.

4 РАЗРАБОТКА ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Для проведения параллельных вычислений на независимых вычислительных узлах была разработана вычислительная среда, которая представляет собой горизонтально масштабируемый кластер распределенных в пространстве серверов исследователей со своими вычислительными узлами-агентами обработки.

Разработанная грид система состоит из двух основных частей: центр управления, отвечающий за организацию всех вычислительных процессов в среде, и клиентское приложение, отвечающее за выполнение задач, полученных от центра управления.

4.1 Центр управления

Центр управления представляет собой совокупность графического (оконного) интерфейса, с помощью элементов которого можно запустить сервер, просматривать доступные узлы вычислений, а также запустить задачу, и консольного интерфейса, с помощью которого можно сконфигурировать задачу для выполнения в распределенной среде. В консольный вывод также поступают все сервисные сообщения о текущей задаче. Графический интерфейс центра управления представлен на рисунке 4.1.

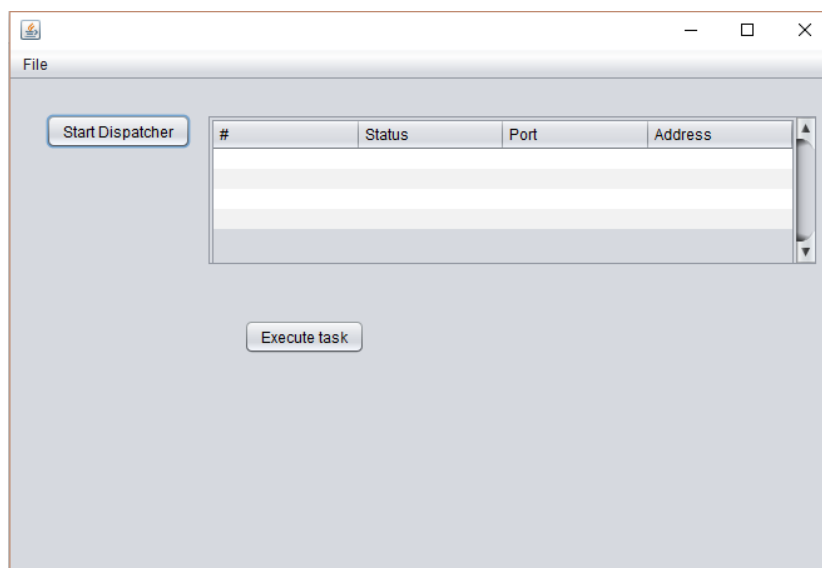
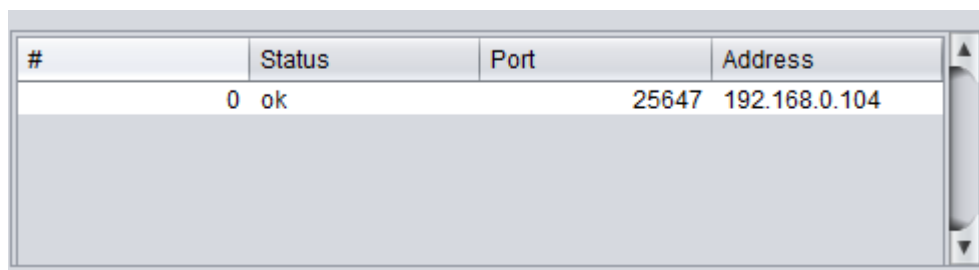


Рисунок 4.1 – Графический интерфейс центра управления грид системой

4.1.1. Начало работы

Для начала работы в грид системе необходимо запустить менеджер подключений (Connection Manager) с помощью кнопки Start Dispatcher в графическом интерфейсе центра управления.

После начала своей работе менеджер подключений постоянно прослушивает порт, на который вычислительные узлы посылают служебное сообщение с информацией о начале своей работе (IP адрес и порт). Если такое сообщение поступило, менеджер заносит подключенный узел в список узлов, который отображается в таблице графического интерфейса (рис. 4.2).



#	Status	Port	Address
0	ok	25647	192.168.0.104

Рисунок 4.2 – Список подключенных вычислительных узлов

Для хранения информации о подключенных узлах используется список элементов класса Node, реализующий методы отправки специальных сообщений (проверки состояния, начала передачи файла) и состоящих из следующих характеристик: прослушивающий порт, порт файлового трансфера, IP-адрес и статус.

```
public class Node {  
    public int port;  
    public int transferPort;  
    public String address;  
    public String status;  
}
```

После того, как в списке появился подключенный узел менеджер начинает постоянный мониторинг статуса узла. На сообщенный узлом адрес и порт посылается сообщение с запросом о статусе узла, если ответ не получен – узел считается отключенным и удаляется из списка, если ответ получен, то статус меняется на полученный. Возможно два варианта статуса

узла – «ок» когда узел подключен и готов получить задачу на выполнение, «busy» – узел занят вычислением задачи.

Исходный код мониторинга подключенных узлов:

```
@Override
    public void run() {
        while (works) {
            ArrayList<Integer> disconnected = new ArrayList<Integer>();
            for (Node n : nodes) {
                try (Socket socket = new
Socket(InetAddress.getBy_name(n.address), n.port)) {
                    System.out.println("Asking node number " + nodes.indexOf(n));
                    InputStream sin = socket.getInputStream();
                    DataInputStream in = new DataInputStream(sin);
                    OutputStream sout = socket.getOutputStream();
                    DataOutputStream out = new DataOutputStream(sout);

                    out.writeUTF("status");
                    out.flush();
                    String line = in.readUTF();
                    n.status = line;
                    refreshNodesTable();
                } catch (Exception x) {
                    System.out.println("Error while asking for node's status " + x);
                    disconnected.add(nodes.indexOf(n));
                }
            }
            for (int i = disconnected.size() - 1; i >= 0; i--) {
                int index = disconnected.get(i);
                nodes.remove(index);
                System.out.println("Node #" + index + " disconnected");
                refreshNodesTable();
            }
            try {
                Thread.sleep(5000);
            } catch (InterruptedException ex) {
                Logger.getLogger(ConnectionManager.class.getName()).log(Level.SEVERE,
null, ex);
            }
        }
    }
}
```

4.1.2. Создание вычислительной задачи

В процессе подготовки задачи к вычислению с помощью грид системы пользователь формирует карту задач в виде графа, на которой указываются задачи и их зависимости между собой. Так, пользователь указывает связи тех задач, которым необходимо дождаться выполнения предыдущего этапа вычислений. Все задачи хранятся в виде списка элементов класса Task состоящих из следующих характеристик: имя java-файла для выполнения, имя главного метода, тип задачи, имя класса и id-номер задачи.

```
public class Task {  
    public String javaFileName;  
    public String startingMethodName;  
    public String type;  
    public String className;  
    public int nodeNumber;  
}
```

Существует три типа вычислительных задач:

- Вычислительная задача – задача, которая распределяется для вычисления по подключенным узлам.
- Файловая задача – задача, которая собирает полученные данные от узлов.
- Глобальная файловая задача – задача, которая подготавливает входные данные для распределения по подключенным узлам.

Для хранения всего графа задач создается класс Matrix, которая хранит матрицу связей всех узлов, а также список всех задач. Данный класс реализует метод мастера создания:

```
public TaskMatrix(){  
    System.out.println("Task matrix forming process...");  
    System.out.println("Enter number of nodes:");  
    Scanner sc = new Scanner(System.in);  
    int dimension = sc.nextInt();  
    matrix = new int[dimension][dimension];  
    tasks = new Task[dimension];  
    for (int i = 0; i < dimension; i++){  
        for (int j = 0; j < dimension; j++){
```

```

        matrix[i][j] = 0;
    }
}
for (int i = 0; i < dimension; i++){
    System.out.println("Forming node #" + (i+1));
    System.out.println("Enter type of node. If it's calculation node - enter
\"calc\");
    System.out.println("If it's data input forming node - enter \"data\");
    System.out.println("If it's global data merging node - enter \"global\");
    String type = sc.next();
    System.out.println("Enter connections, when done enter \"!\");
    while(sc.hasNextInt()){
        int temp = sc.nextInt();
        matrix[i][temp-1] = 1;
    }
    sc.next();
    System.out.println("Enter java file name");
    String javaFile = sc.next();
    System.out.println("Enter class name");
    String className = sc.next();
    System.out.println("Enter method name to execute");
    String methodName = sc.next();
    tasks[i] = new Task(javaFile, methodName, type, className, i);
}
System.out.println("Forming done");
System.out.println("Please put all java files to \"javaFiles\" folder");
}

```

Выстраивая диалог с пользователем, программа полностью формирует список задач и матрицу связей между ними. Также класс Matrix реализует метод, возвращающий задачи, которые могут быть выполнены на текущий момент, в процессе выполнения задачи в матрице помечаются уже выполненные узлы.

Все указанные java-файлы для каждого узла должны быть помещены в папку «javaFiles», а входные данные для первой задачи помещаются в папку «localInput».

4.1.3. Запуск выполнения задачи

После того, как сервер запущен, сформирована вычислительная задача и подготовлены все файлы для вычисления пользователь может начать выполнение задачи с помощью кнопки «Execute task» (рис. 4.1).

После начала выполнения задачи запускается менеджер задачи (Execute Manager) который итеративно получает список доступных для выполнения задач, после чего, в зависимости от типа задачи:

- Глобальная файловая задача – запускает на выполнение связанный с задачей java-файл локально, назначая ей папку входных данных – localInput (папка общих входных данных), папкой выходных данных – inputData (папка входных данных для вычислительной задачи).
- Вычислительная задача – получает список файлов в папке inputData, после чего каждый файл отправляется свободному для вычислений узлу вместе со связанным java-файлом и назначается на выполнение. Параллельно создается файловый поток, который ожидает ответа от узла с выходными данными, которые помещаются в папку outputData в подпапке с номером узла (выходные данные, полученные с узлов).
- Файловая задача – запускает на выполнение связанный с задачей java-файл локально, назначая ей папку входных данных – outputData в подпапке с номером предыдущей вычислительной задачи, папкой выходных данных – localInput, для запуска дальнейшей итерации распределения по узлам.

Исходный код работы менеджера задач:

```
@Override
public void run() {
    boolean taskDone = matrix.getTaskDone();
    while (!taskDone) {
        ArrayList<Task> tasks = matrix.getTaskQueue();
        for (Task t : tasks) {
            if (t.type.equals("calc")) {
                File input = new File(System.getProperty("user.dir") +
"\\inputData\\");
```

```

        File[] files = input.listFiles();
        for (File f:files){
            Node n = null;
            while (n == null ){
                n = connectionManager.getFreeNode();
            }
            distributionManager.distributeFile(f, n, "input");
            File jFile = new File(System.getProperty("user.dir") +
"\\javaFiles\\" + t.javaFileName);
            distributionManager.distributeFile(jFile, n, "javaInput");
            ClassExecuteThread exThread = new ClassExecuteThread(n,
t.className, t.startingMethodName, t.nodeNumber, t.nodeNumber);
            exThread.start();
            //classExecute(n, t.className, t.startingMethodName,
t.nodeNumber);

            n.status = "busy";
            connectionManager.refreshNodesTable();
        }
    }
    else if(t.type.equals("data")){
        File jFile = new File(System.getProperty("user.dir") +
"\\javaFiles\\" + t.javaFileName);
        String classPath = System.getProperty("user.dir") +
"\\javaFiles\\";
        String inputPath = System.getProperty("user.dir") +
"\\outputData\\" + t.nodeNumber + "\\";
        String outputPath = System.getProperty("user.dir") +
"\\localInput\\";
        LocalJavaExecution.executeJava(jFile, t.className,
t.startingMethodName, classPath, inputPath, outputPath);
    }
    else if(t.type.equals("global")){
        File jFile = new File(System.getProperty("user.dir") +
"\\javaFiles\\" + t.javaFileName);
        String classPath = System.getProperty("user.dir") +
"\\javaFiles\\";
        String inputPath = System.getProperty("user.dir") +
"\\localInput\\";
        String outputPath = System.getProperty("user.dir") +
"\\inputData\\";
        LocalJavaExecution.executeJava(jFile, t.className,
t.startingMethodName, classPath, inputPath, outputPath);
    }
}

boolean turnDone = false;
while(!turnDone){
    int counter = 0;

```

```

        for (Task t:tasks){
            if (t.type.equals("calc")){
                File f = new File(System.getProperty("user.dir") +
"\\nodesData\\" + t.nodeNumber + "\\");
                File input = new File(System.getProperty("user.dir") +
"\\outputData\\");

                int inFiles = input.listFiles().length;
                File files[] = f.listFiles();
                if (files.length == inFiles) counter++;
            }
            else{
                counter++;
            }
        }
        if (counter == tasks.size()) turnDone = true;
    }
    for (Task t:tasks){
        matrix.setTaskDone(t.nodeNumber);
    }
    taskDone = matrix.getTaskDone();
}
}

```

4.2. Клиентское приложение

Клиентская часть выполнена в виде полностью консольного приложения. Никакого управления со стороны пользователя не подразумевается, он лишь предоставляет свои вычислительные ресурсы системе.

4.2.1. Начало работы

После запуска приложения пользователю необходимо ввести IP-адрес сервера центра управления, после чего приложение направит ему все необходимую информацию для дальнейшей работы и начнет прием команд. За отправку и прием всех сообщений отвечает менеджер соединения (Connection Manager):

```

public void run() {
    try{
        ServerSocket server = new ServerSocket(0);
        transferSocket = new ServerSocket(0);
        System.out.println("Node started");
        port = server.getLocalPort();
        address = InetAddress.getLocalHost().getHostAddress();
    }
}

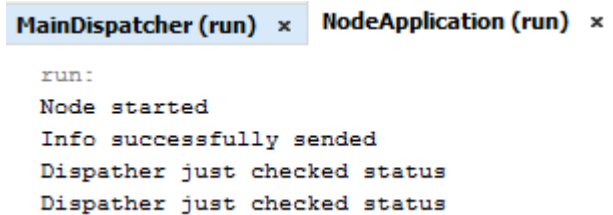
```

```

        sendInfo(6758, "192.168.0.105");
        status = "ok";
        while(true){ getMessage(server); }
    } catch (Exception x){
        System.out.println(x);
    }
}

```

Все события, происходящие на клиентской машине, отражаются в консоли в виде системных сообщений (рис. 4.3).



```

run:
Node started
Info successfully sended
Dispathther just checked status
Dispathther just checked status

```

Рисунок 4.3 – Консоль клиентского приложения

Клиентское приложение может получить от сервера несколько команд:

- Status – проверка статуса узла, клиент может ответить «ok» в случае если он свободен для выполнения задачи, «busy» если он занят выполнением задачи. Если клиент не отвечает на запрос статуса, сервер считает клиента утерянным.
- fileSending – старт отправки файла. Команду сервер сопровождает информацией о типе файла и его названии.
- classExecute – старт выполнения задачи. Сопровождается информацией об имени класса и необходимого метода, а также порт, на который необходимо направить полученный результат.

4.2.2. Выполнение задачи

Каждая направленная узлу задача состоит из следующих этапов:

1. Прием входных данных – клиенту направляется команда для приема данных с указанием типа данных как «входные данные» и соответствующим названием файла. Файл помещается в папку «inputData».
2. Прием java-файла – клиенту направляется команда для приема java-файла с указанием типа данных как «java-файл» и названием файла. Файл помещается в папку «javaInput».

3. Выполнение – клиенту направляется команда для выполнения направленной задачи с указанием класса для запуска и необходимого метода. Все выходные данные помещаются в папку «javaOutput».

4. Все файлы, хранящиеся в папке «javaOutput» передаются на указанный сервером порт.

5. Все служебные директории очищаются.

Описанные выше этапы развертывания программной среды для решения задач усреднения месячной температуры полученный с частотой 80Гц ультразвуковым анемометром, а также для решения задач оценки средних и дисперсий для случайного процесса значений метеорологических величин и вычисления параметров атмосферной турбулентности.

5 РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ СРЕДНИХ И ДИСПЕРСИЙ ДЛЯ ЗНАЧЕНИЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН И ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРНОЙ ТУРБУЛЕНТНОСТИ

5.1 Модуль формирования метеорологических параметров с заданным интервалом представления их мгновенных значений и визуализация данных с графическим представлением

Основное окно программы отображено на рисунке 5.1. В программе возможен выбор интервала усреднения. Указывается количество часов, минут и секунд усреднения.

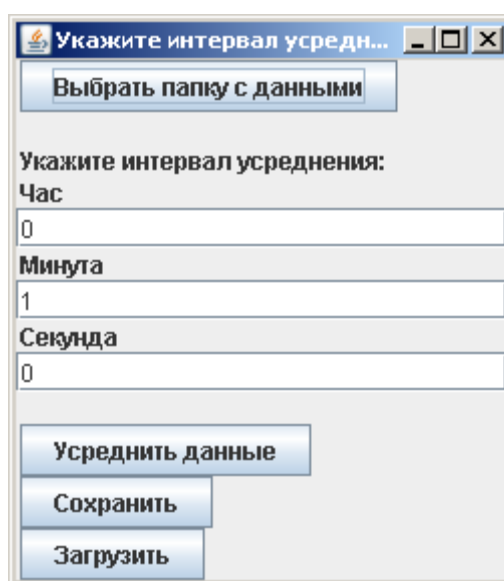


Рисунок 5.1 – Главное окно программы

В программе возможен выбор каталога с данными. Для выбора директории следует нажать на кнопку «Выбрать папку с данными». Выбор позволяет исследователю хранить данные с разными периодами в разных директориях. На рисунке 5.2 отображен выбор нужной директории.

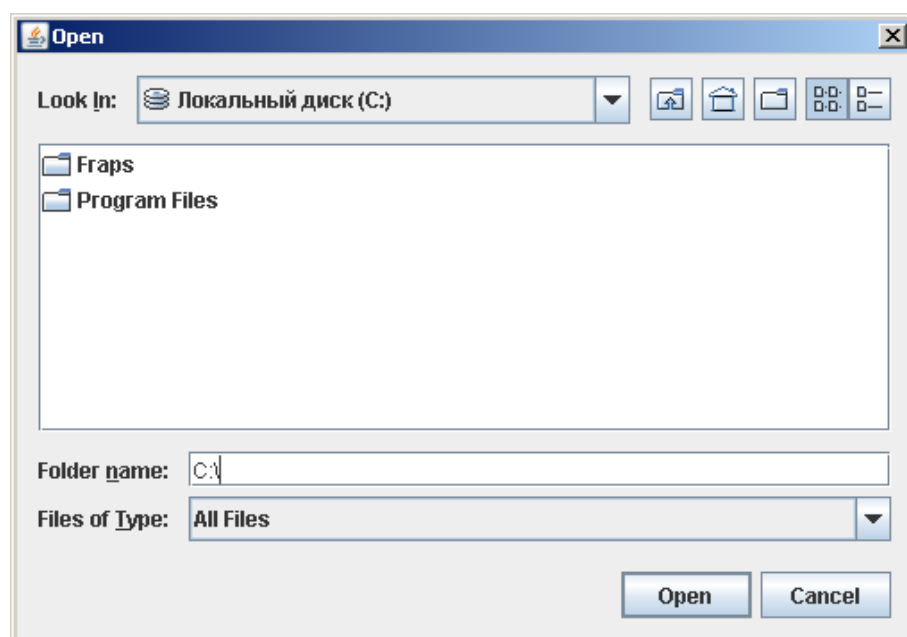


Рисунок 5.2 – Окно выбора каталога данных

После того как исследователь укажет нужную директорию и укажет интервалы усреднения, то требуется нажать на кнопку «Усреднить данные» (рис. 5.1), это позволит исследователю получить таблицу усредненных данных и графики усредненных данных (рис. 5.3). Для визуализации полученных величин пользователю предоставляется набор графиков изображающих каждую из них. В качестве примера на рисунке 5.3 отображен график температуры. На оси абсцисс отображены номера отсчетов времени в зависимости от интервала усреднения заданных пользователем (интервал усреднения, умноженный на номер отсчета, соответствует текущему времени). На оси ординат отображены значения температуры воздуха. Для реализации вывода графиков использовались бесплатная Java библиотека JFreeChart [6]. Для получения более компактного кода визуализации результатов отдельные модули библиотеки были модифицированы.

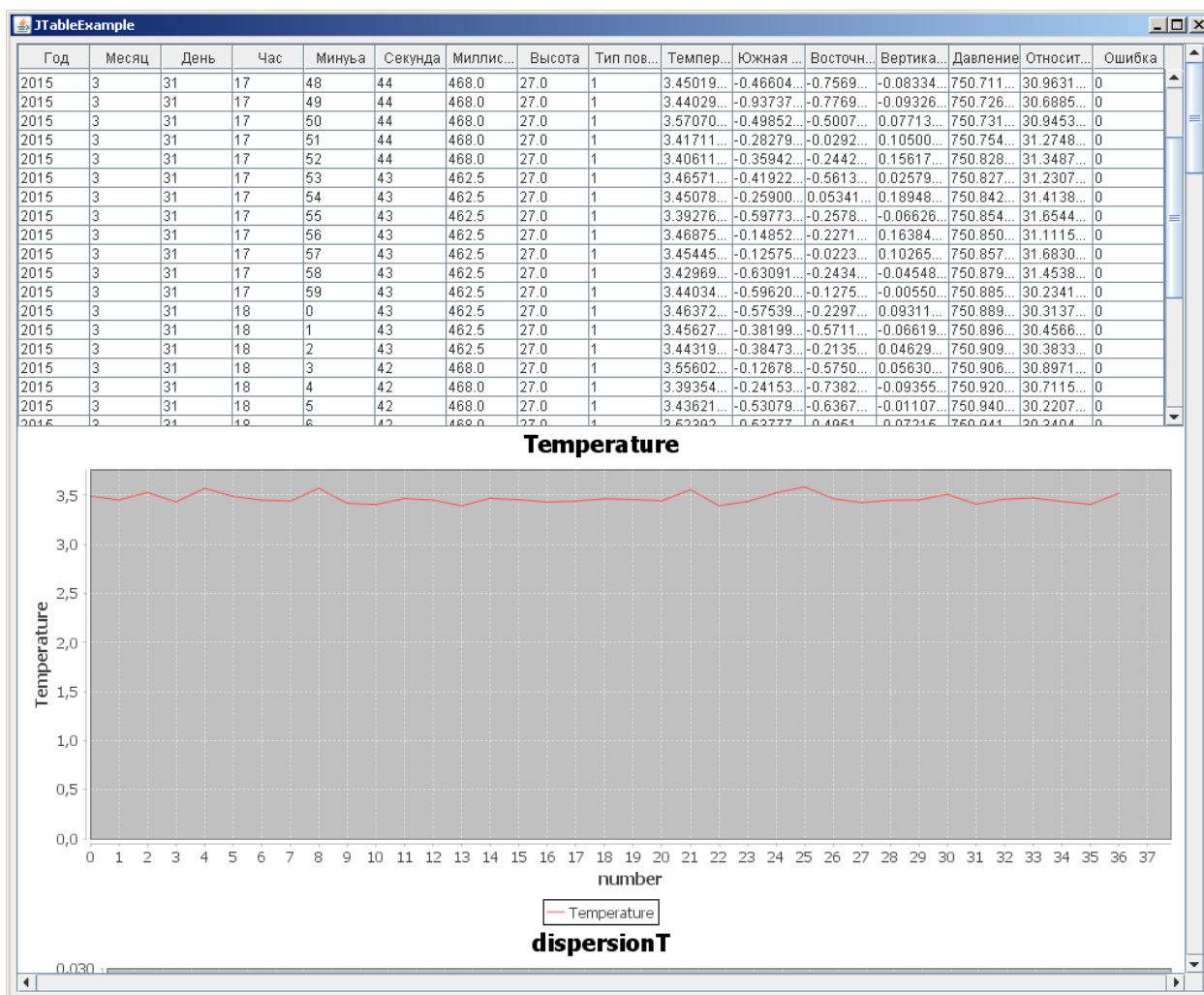


Рисунок 5.3 – Отображение графиков и таблицу усредненных данных

В программе используются современный пакет библиотек JFreeChart, который упрощают отображать графическую информацию исследователю. Возможно масштабирование графика, сохранения и печать (рис. 5.4). Для отображения настроек требуется нажать правой клавишей механического манипулятора (компьютерная мышь).

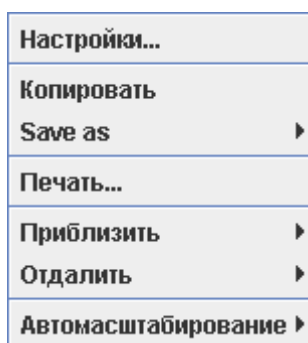


Рисунок 5.4 – Параметры отображения графика

Программа позволяет осуществить сохранение полученных данных. Сохранение происходит если нажать на кнопку «Сохранить» (рис. 5.1). Все полученные данные записываются в текстовый документ, который возможно посмотреть без дополнительного персонального обеспечения. Все полученные данные записываются с использованием табулирования, что позволяет исследователю легко видеть записанные данные и находить требуемый интервал усреднения (рис. 5.5).

Год	Месяц	День	Час	Минута	Секунда	Миллисекунда	Высота измерения	Тип подстилающей поверхности	Температура
2015	3	31	17	42	44	468	27	1	3.492995
2015	3	31	17	43	44	468	27	1	3.451381
2015	3	31	17	44	44	468	27	1	3.528831
2015	3	31	17	45	44	468	27	1	3.430866
2015	3	31	17	46	44	468	27	1	3.569910
2015	3	31	17	47	44	468	27	1	3.489092
2015	3	31	17	48	44	468	27	1	3.450200
2015	3	31	17	49	44	468	27	1	3.440296
2015	3	31	17	50	44	468	27	1	3.570704
2015	3	31	17	51	44	468	27	1	3.417119
2015	3	31	17	52	44	468	27	1	3.406111
2015	3	31	17	53	43	463	27	1	3.465720
2015	3	31	17	54	43	463	27	1	3.450787
2015	3	31	17	55	43	463	27	1	3.392768
2015	3	31	17	56	43	463	27	1	3.468752
2015	3	31	17	57	43	463	27	1	3.454453
2015	3	31	17	58	43	463	27	1	3.429696
2015	3	31	17	59	43	463	27	1	3.440350
2015	3	31	18	0	43	463	27	1	3.463724
2015	3	31	18	1	43	463	27	1	3.456278

Рисунок 5.5 – Таблица полученных данных

Загрузка сохраненных файлов осуществляется с помощью кнопки «Загрузить» (рис. 5.1). Окно загрузки отображено на рисунке 5.6.

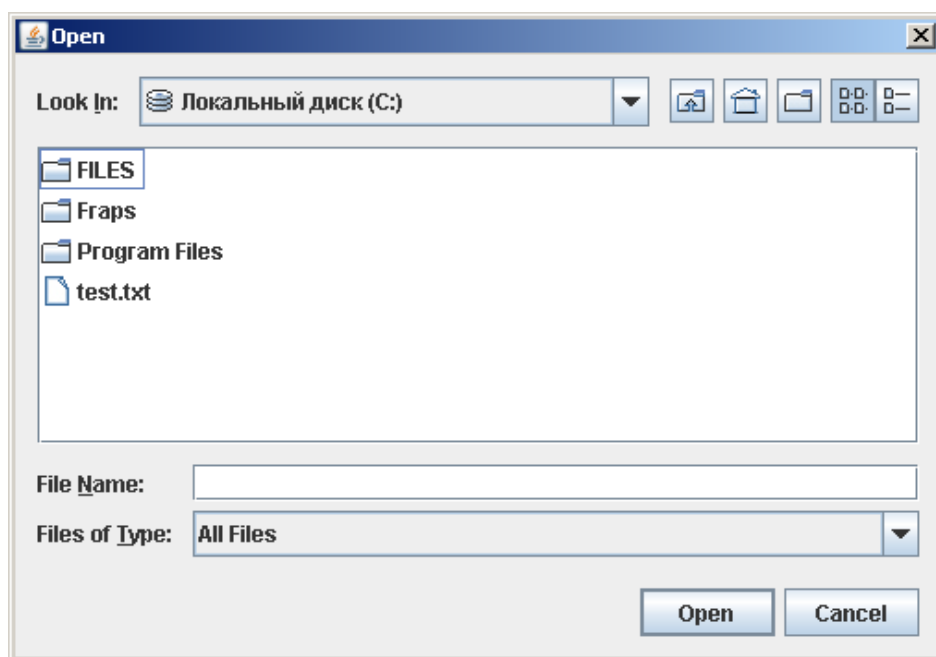


Рисунок 5.6 – Окно загрузки сохраненного файла

5.2. Выборка по сроку наблюдения и интервалу усреднения

В связи с тем, что исследователям нужно усреднять данные не только по интервалу усреднения а и по сроку наблюдения, то в настоящей работе так же реализован процесс усреднения по сроку наблюдения.

На рисунке 5.7 отображено начальное окно программы усреднения данных по сроку наблюдения. Для начала работы требуется нажать на кнопку «Продолжить работу», после этого запустится окно выбора каталога с файлами наблюдения (рис. 5.8).

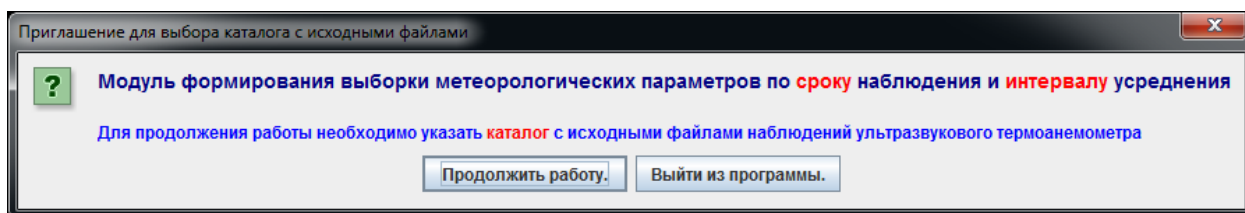


Рисунок 5.7 – Начальное окно программы

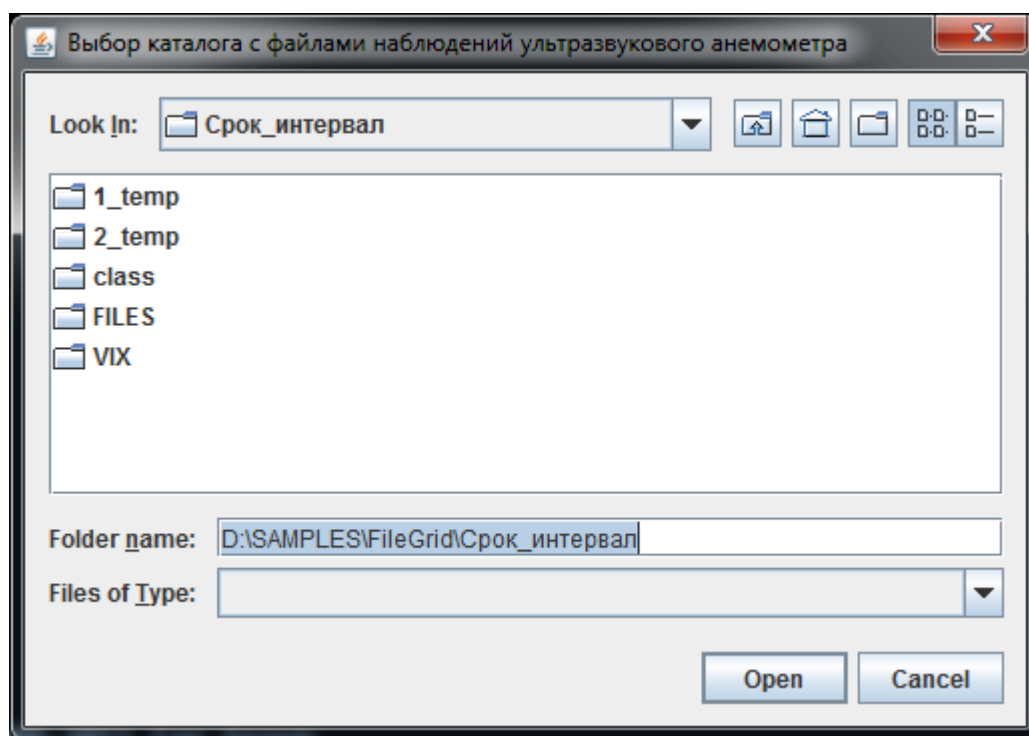


Рисунок 5.8 – Выбор каталога исследуемых данных

После выбора каталога запустится новое окно, программа уже сформировала период загружаемых данных и требуется указать какой срок требуется для усреднения(рис. 5.9). После того как исследователь выбрал нужный срок усреднения, требуется нажать на кнопку «Принять выбранный

срок наблюдений» для продолжения работы программы. Для облегчения выбора срока наблюдений был реализован привычный для исследователя календарный вид.



Рисунок 5.9 – Окно установки срока наблюдений

Последним этапом выбора параметров является выбор интервала усреднения. Для выбора интервала усреднения требуется указать время за которое требуется усреднить данные. Для облегчения выбора времени были представлены таблицы, с помощью которых не требуется вводить данные, а возможен визуальный выбор механическим манипулятором (рис. 5.10). Далее требуется нажать кнопку «Принять установленный интервал усреднения» для продолжения работы программы.



Рисунок 5.10 – Выбор интервала усреднения

После выбора всех параметров усреднения появляется окно, в котором отображены все выбранные параметры (рис. 5.11). Для продолжения работы программы следует нажать кнопку «Сохранить».

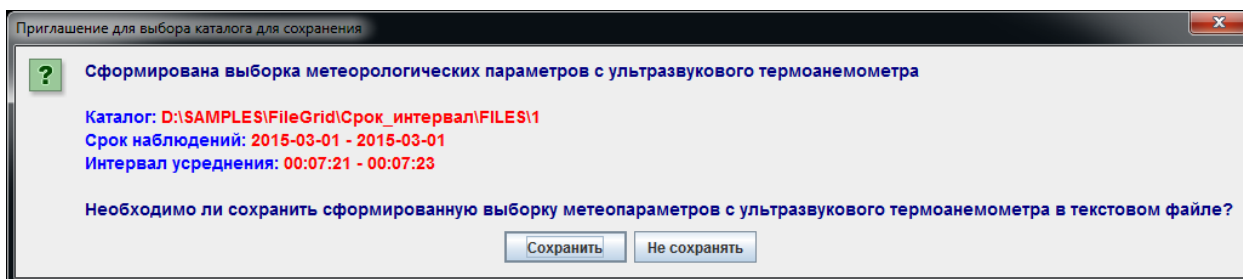


Рисунок 5.11 – Окно приглашения для выбора каталога сохранения

После нажатия кнопки «Сохранить» (рис. 5.11) появляется новое окно, в котором осуществляется выбор каталога сохранения и выбора названия нового файла.

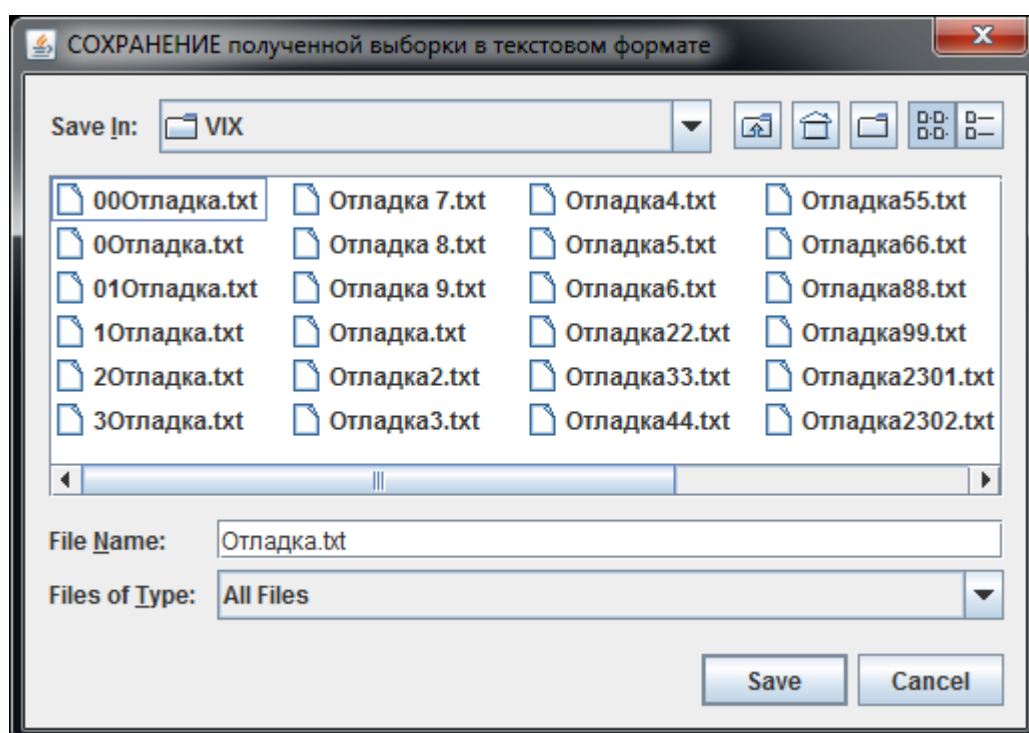


Рисунок 5.12 – Окно сохранения усредненных данных

Данные сохраняются в текстовый файл, в файле отображены все данные о выборе срока и интервала усреднения, так же отображены данные о потраченном времени работы программы и таблица с данными (рис. 5.13).

Выборка метеорологических параметров <наблюдения с ультразвуковых термоанемометров>

Каталог: D:\SAMPLES\FileGrid\Срок_интервал\FILES\1

Срок наблюдений: с 2015-03-01 по 2015-03-01

Интервал усреднения: с 00:07:21 по 00:07:23

Время обработки запроса = 191 мс

номер	Дата и время	Температура	Ю. комп. ветра	В. комп. ветра	Верт. комп. ветра	Давление	Влажность	Ошибка
п/п	год-месяц-день час:мин:сек,мс	град. Цельсия	м/сек	м/сек	м/сек	мм рт.ст.	%	код
1.	2015-03-01 00:07:21,001	-3.43	-2.93	0.28	-0.92	749.8	90.8	0.0
2.	2015-03-01 00:07:21,014	-3.43	-2.92	0.35	-0.92	749.8	90.79	0.0
3.	2015-03-01 00:07:21,026	-3.35	-3.09	0.25	-0.89	749.8	90.8	0.0
4.	2015-03-01 00:07:21,039	-3.4	-2.73	0.42	-0.92	749.8	90.8	0.0
5.	2015-03-01 00:07:21,051	-3.35	-2.74	0.43	-0.87	749.8	90.8	0.0
5.	2015-03-01 00:07:21,064	-3.39	-2.73	0.33	-0.86	749.8	90.8	0.0
7.	2015-03-01 00:07:21,076	-3.4	-2.8	0.4	-0.84	749.8	90.8	0.0
8.	2015-03-01 00:07:21,089	-3.4	-2.6	0.42	-0.94	749.8	90.81	0.0
9.	2015-03-01 00:07:21,101	-3.34	-2.81	0.35	-0.9	749.8	90.81	0.0
10.	2015-03-01 00:07:21,114	-3.41	-2.93	0.3	-0.88	749.8	90.81	0.0
11.	2015-03-01 00:07:21,126	-3.41	-2.89	0.28	-0.9	749.8	90.82	0.0
12.	2015-03-01 00:07:21,138	-3.39	-2.8	0.28	-0.87	749.8	90.82	0.0
13.	2015-03-01 00:07:21,151	-3.47	-2.84	0.23	-0.86	749.8	90.82	0.0
14.	2015-03-01 00:07:21,163	-3.45	-2.6	0.44	-1.0	749.8	90.82	0.0
15.	2015-03-01 00:07:21,176	-3.43	-2.63	0.25	-0.98	749.8	90.82	0.0
16.	2015-03-01 00:07:21,188	-3.32	-2.72	0.34	-0.93	749.8	90.82	0.0
17.	2015-03-01 00:07:21,201	-3.37	-2.8	0.18	-0.94	749.8	90.82	0.0
18.	2015-03-01 00:07:21,213	-3.33	-2.76	0.27	-1.0	749.7	90.82	0.0
19.	2015-03-01 00:07:21,226	-3.38	-2.64	0.36	-1.03	749.7	90.82	0.0
20.	2015-03-01 00:07:21,238	-3.41	-2.58	0.39	-1.05	749.8	90.81	0.0
21.	2015-03-01 00:07:21,251	-3.37	-2.52	0.51	-0.99	749.7	90.81	0.0
22.	2015-03-01 00:07:21,263	-3.36	-2.59	0.39	-0.94	749.7	90.81	0.0
23.	2015-03-01 00:07:21,276	-3.37	-2.52	0.42	-0.97	749.7	90.81	0.0
24.	2015-03-01 00:07:21,288	-3.34	-2.53	0.54	-1.0	749.7	90.81	0.0
25.	2015-03-01 00:07:21,301	-3.41	-2.58	0.36	-1.01	749.7	90.8	0.0
26.	2015-03-01 00:07:21,313	-3.44	-2.64	0.32	-1.0	749.7	90.79	0.0
27.	2015-03-01 00:07:21,326	-3.41	-2.59	0.39	-0.98	749.7	90.8	0.0
28.	2015-03-01 00:07:21,338	-3.47	-2.6	0.42	-1.0	749.7	90.8	0.0
29.	2015-03-01 00:07:21,350	-3.32	-2.8	0.25	-0.97	749.7	90.8	0.0
30.	2015-03-01 00:07:21,363	-3.44	-2.69	0.34	-0.99	749.7	90.8	0.0
31.	2015-03-01 00:07:21,375	-3.42	-2.6	0.31	-1.03	749.7	90.8	0.0
32.	2015-03-01 00:07:21,388	-3.38	-2.86	0.12	-1.0	749.7	90.8	0.0
33.	2015-03-01 00:07:21,400	-3.4	-2.91	0.07	-1.0	749.7	90.8	0.0
34.	2015-03-01 00:07:21,413	-3.4	-2.89	0.05	-0.95	749.7	90.8	0.0
35.	2015-03-01 00:07:21,425	-3.4	-2.83	0.1	-0.9	749.7	90.79	0.0
36.	2015-03-01 00:07:21,438	-3.33	-2.55	0.24	-0.93	749.7	90.78	0.0
37.	2015-03-01 00:07:21,450	-3.34	-2.73	0.19	-0.97	749.7	90.78	0.0
38.	2015-03-01 00:07:21,463	-3.43	-2.84	0.2	-0.97	749.7	90.79	0.0

Рисунок 5.13 – Таблица усредненных данных

5.3 Математическая обработка

5.3.1 Этап 1

Оценка средних и дисперсий для случайного процесса $\xi(t)$ значений метеорологических величин T , v_s , v_e , w , r и P , описывающих их квазиравновесное (за выбранный временной интервал $t_{\text{уср}}$) состояние в точке измерений в момент времени t_n .

На первом этапе математической обработки с помощью формулы (5.1) осуществляется вычисление дисперсии для температуры и составляющих ветра. Дисперсия – это среднее значение квадрата отклонения случайной величины от её среднего значения.

$$D_i = \frac{1}{N-1} \sum_{k=0}^{N-1} (\xi_{i,k} - \langle \xi_i \rangle)^2 \quad (5.1)$$

Код программы:

```
for (int i = first; i <= last; i++){
    if (records.get(i).err == 0) {
        dispersionT += (records.get(i).temperature - average.temperature)*
            (records.get(i).temperature - average.temperature);
        dispersionS_wind += (records.get(i).s_wind - average.s_wind)*
            (records.get(i).s_wind - average.s_wind);
    }
}
```

```

dispersionE_wind += (records.get(i).e_wind - average.e_wind)*
                    (records.get(i).e_wind - average.e_wind);
dispersionV_wind += (records.get(i).v_wind - average.v_wind)*
                    (records.get(i).v_wind - average.v_wind);
counter++;
}
}
average.dispersionT = dispersionT / counter;
average.dispersionS_wind = dispersionS_wind / counter;
average.dispersionE_wind = dispersionE_wind / counter;
average.dispersionV_wind = dispersionV_wind / counter;

```

Используя средние величины ортогональных компонентов скорости ветра $\langle v_s \rangle$ – южная компонента вектора горизонтальной скорости ветра, $\langle v_e \rangle$ – восточная компонента вектора горизонтальной скорости ветра и $\langle w \rangle$ – вертикальная компонента полного вектора скорости ветра, также вычисляются:

- Модуль среднего вектора скорости ветра по формуле (5.2).

$$\langle V \rangle = \sqrt{\langle v_s \rangle^2 + \langle v_e \rangle^2 + \langle w \rangle^2} \quad (5.2)$$

Код программы:

```

average.absWindVector = Math.sqrt(average.s_wind*average.s_wind + average.e_wind*average.e_wind
+ average.v_wind*average.v_wind);

```

- Средняя скорость горизонтального ветра по формуле (5.3).

$$\langle V_h \rangle = \sqrt{\langle v_s \rangle^2 + \langle v_e \rangle^2} \quad (5.3)$$

Код программы:

```

average.avWindH = Math.sqrt(average.s_wind*average.s_wind + average.e_wind*average.e_wind);

```

- Угол наклона к горизонту среднего вектора скорости ветра по формуле (5.4).

$$\psi = \arccos\left(\frac{\langle V_h \rangle}{\langle V \rangle}\right) \quad (5.4)$$

Код программы:

```

average.angleWind = Math.acos(average.avWindH/average.absWindVector);

```

- Направление средней скорости горизонтального ветра $\langle D \rangle$ по формуле (5.5), где $f = \arctg\left(-\frac{\langle v_e \rangle}{\langle v_s \rangle}\right)$.

$$\langle D \rangle = \begin{cases} \pi + f, \langle v_s \rangle > 0,01 \\ f, \langle v_s \rangle < -0,01; \langle v_e \rangle \geq 0 \\ 2\pi + f, \langle v_s \rangle < -0,01; \langle v_e \rangle < 0 \\ \frac{\pi}{2}, |\langle v_s \rangle| \leq 0,01; \langle v_e \rangle \geq 0 \\ \frac{3\pi}{2}, |\langle v_s \rangle| \leq 0,01; \langle v_e \rangle < 0 \end{cases} \quad (5.5)$$

Код программы:

```
double f = Math.atan(-average.e_wind/average.s_wind);
if (average.s_wind>0.01) average.AvNapWindH = Math.PI +f;
else if (average.s_wind<-0.01 && average.e_wind >= 0)
    average.AvNapWindH = f;
else if (average.s_wind<-0.01 && average.e_wind < 0)
    average.AvNapWindH = 2*Math.PI +f;
else if (Math.abs(average.s_wind)<=0.01 && average.e_wind >= 0)
    average.AvNapWindH = Math.PI/2;
else if (Math.abs(average.s_wind) <=0.01 && average.e_wind <0)
    average.AvNapWindH = 3*Math.PI/2;
```

Используя известные физические формулы, вычисляются:

Давление насыщенного пара (e_w , гПа) – это пар, находящийся в термодинамическом равновесии с жидкостью или твердым телом того же состава. Давление насыщенного пара вычисляется по формуле (5.6), где T – температура, p – атмосферное давление.

$$e_w = \left(6.112 * e^{\frac{17.62T}{243.12+T}} \right) * (1.0016 + 3.15 * 10^{-6}P - 0.074P^{-1}) \quad (5.6)$$

Код программы:

```
average.davNasPar = (1.0016+3.15*Math.pow(10, -6)*average.pressure -
0.074/average.pressure)*(6.112*Math.exp(17.62*average.temperature/(243.12+average.temperature)));
```

Средние значения в атмосфере для упругости (давления) водяного пара (e , гПа) вычисляется по формуле (5.7), где r – относительная влажность воздуха.

$$e = \frac{e_w * r}{100\%} \quad (5.7)$$

Код программы:

```
average.yprygost = (average.davNasPar*average.otnVlazhnost)/100;
```

Дефицит влажности (E_d , гПа) – это разность между давлением насыщенного водяного пара при данной температуре и фактическим

парциальным давлением. Максимальные значения отмечаются летом, минимальные – зимой. Вычисляется по формуле (5.8).

$$E_d = e_w - e \quad (5.8)$$

Код программы:

```
average.defVlazhnost = average.davNasPar - average.yprygost;
```

Абсолютная влажность воздуха (q , г/м³) – это масса водяного пара в единице объема воздуха. Вычисляется по формуле (9), где M – молярная масса сухого воздуха, R – универсальная газовая постоянная.

$$q = \frac{r \cdot P \cdot M}{R \cdot T \cdot 100\%} \quad (5.9)$$

Код программы:

```
average.absVlazhnost =
```

```
average.otnVlazhnost*average.pressure*average.M/100*(average.temperature+273.5)*average.R;
```

Плотность воздуха (ρ , г/м³) – масса газа атмосферы на единицу объема или удельная масса воздуха при естественных условиях, вычисляется по формуле (5.10).

$$\rho = \frac{P \cdot M}{R \cdot T} \quad (5.10)$$

Код программы:

```
average.plotnost = (average.pressure*average.M)/(average.R*(average.temperature+273.5));
```

5.3.2 Этап 2

Подготовка к вычислениям параметров атмосферной турбулентности: создание новых массивов обрабатываемых данных и вычисление физически значимых статистических моментов второго (и выше) порядка.

На этом этапе вначале выполняется расчет и формирование из мгновенных значений данных ультразвуковых измерений T , v_s , v_e и w новых временных рядов, описывающих их турбулентные пульсации:

Для температуры T' вычисляются по формуле (5.11).

$$T' = T - \langle T \rangle \quad (5.11)$$

Для вертикальных компонент скорости ветра w' вычисляются по формуле (12).

$$w' = w - \langle w \rangle \quad (5.12)$$

Для продольных компонент скорости ветра w' вычисляются по формуле (12).

$$u' = (\langle v_s \rangle * (v_s - \langle v_s \rangle) + \langle v_e \rangle * (v_e - \langle v_e \rangle)) / \langle V_h \rangle \quad (5.12)$$

Для поперечных компонент скорости ветра v' вычисляются по формуле (13).

$$v' = (-\langle v_s \rangle * (v_e - \langle v_e \rangle) + \langle v_e \rangle * (v_s - \langle v_s \rangle)) / \langle V_h \rangle \quad (5.13)$$

Код программы:

```
for (int i = first; i <= last; i++){
    if (records.get(i).err == 0) {
        turboT += records.get(i).temperature - average.temperature;
        turboWert_wind += records.get(i).v_wind - average.v_wind;
        turboProd_wind += (average.s_wind*(records.get(i).s_wind-
average.s_wind)+average.e_wind*(records.get(i).e_wind-average.e_wind))/average.AvNaprWindH;
        turboPoper_wind += (-average.s_wind*(records.get(i).e_wind-
average.e_wind)+average.e_wind*(records.get(i).s_wind-average.s_wind))/average.AvNaprWindH;
        counter++;
    }
}
average.turboT = turboT/counter;
average.turboWert_wind = turboWert_wind/counter;
average.turboProd_wind = turboProd_wind/counter;
average.turboPoper_wind = turboPoper_wind/counter;
```

При этом особую важность для анализа турбулентности в приземной атмосфере имеют оценки корреляционных статистических моментов второго порядка:

Моменты потока тепла $\langle T' * w' \rangle$ и моменты потока импульса $\langle u' * w' \rangle$.

Код программы:

```
average.MPT = average.turboT*average.turboWert_wind;
average.MPI = average.turboProd_wind*average.turboWert_wind;
```

После статистической обработки данных ультразвуковых метеостанций вычисляется из ее результатов следующая информация, описывающая параметры атмосферной турбулентности (усредненные за период времени от $t_n - t_{\text{уср}}$ до t_n):

Полная энергия турбулентных движений вычисляется по формуле (14), где, σ_u^2 , σ_v^2 , σ_w^2 – дисперсии турбулентных пульсаций трех компонент скорости ветра u' , v' , w' .

$$E_v = (\sigma_u^2 + \sigma_v^2 + \sigma_w^2)/2 \quad (5.14)$$

Код программы:

```
average.Ev =
(average.dispersionTurboWert_wind*average.dispersionTurboWert_wind+average.dispersionTurboProd_wind*average.dispersionTurboProd_wind +average.dispersionTurboPoper_wind*average.dispersionTurboPoper_wind)/2;
```

Относительная интенсивность флуктуаций скорости ветра вычисляется по формуле (5.15).

$$I_v = E_v/V_m^2 \quad (5.15)$$

Код программы:

```
average.Iv = average.Ev/(average.absWindVector*average.AvNapWindH);
```

Энергия температурных флуктуаций вычисляется по формуле (5.16), где σ_t^2 – дисперсия турбулентных пульсаций температуры T' .

$$E_t = \sigma_t^2/2 \quad (5.16)$$

Код программы:

```
average.Et = (average.dispersionTurboT*average.dispersionTurboT)/2;
```

Вертикальный поток импульса вычисляется по формуле (5.17), где ρ – плотность воздуха.

$$\tau = -\rho \langle u' * w' \rangle \quad (5.17)$$

Код программы:

```
average.VPI = average.plotnost*average.MPI;
```

Вертикальный поток тепла вычисляется по формуле (5.18), где c_p – удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении.

$$H = c_p * \rho * \langle T' * w' \rangle \quad (5.18)$$

Код программы:

```
average.VPT = average.C*average.plotnost*average.MPT;
```

Скорость трения (масштаб ветра) вычисляется по формуле (5.19).

$$v^* = \sqrt{-\langle u' * w' \rangle} \quad (5.19)$$

Код программы:

```
average.ST = Math.sqrt(-average.MPI);
```

Масштаб температуры вычисляется по формуле (5.20).

$$T^* = -\langle T' * w' \rangle / v^* \quad (5.20)$$

Код программы:

```
average.MT = -average.MPT/average.ST;
```

Масштаб Монина-Обухова вычисляется по формуле (5.21), где $\chi = 0,4$ и $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

$$L^* = \langle T \rangle * (v^*)^2 / \chi * g * T^* \quad (5.21)$$

Код программы:

```
average.MMO = average.temperature*average.ST*average.ST/(average.x*average.g*average.MT);
```

Коэффициент сопротивления потоку вычисляется по формуле (5.22).

$$C_d = (\frac{v^*}{\langle v \rangle})^2 \quad (5.22)$$

Код программы:

```
average.CSP = (average.ST/average.absWindVector)*(average.ST/average.absWindVector);
```

Структурная постоянная температурных флуктуаций вычисляется по формуле (23), где V – модуль среднего вектора скорости ветра; Δt – временной интервал между измерениями мгновенных метеовеличин.

$$C_T^2 = \langle [T'(t + \Delta t) - T'(t)]^2 \rangle * (\langle V \rangle \Delta t)^{-2/3} \quad (5.23)$$

Код программы:

```
for (int i = first; i <= last; i++){  
    if (records.get(i).err == 0) {  
        SPFT += (average.turboT-records.get(i).temperature -  
average.temperature)*Math.pow(average.absWindVector, -2/3);  
        counter++;  
    }  
}  
average.SPFT = SPFT/ counter;
```

Структурная постоянная ветровых флуктуаций вычисляется по формуле (5.24).

$$C_V^2 = \langle [u'(t + \Delta t) - u'(t)]^2 \rangle * (\langle V \rangle \Delta t)^{-2/3},$$

Код программы:

```
for (int i = first; i <= last; i++){
```

```

        if (records.get(i).err == 0) {
            SPFV += (average.turboProd_wind - ((average.s_wind*(records.get(i).s_wind-
average.s_wind)+average.e_wind*(records.get(i).e_wind-
average.e_wind))/average.AvNaprvWindH))*Math.pow(average.absWindVector, -2/3);
            counter++;
        }
    }
    average.SPFV = SPFV/counter;

```

Структурная постоянная флуктуаций акустического показателя преломления вычисляется по формуле (5.25), где T_k – температура воздуха в Кельвинах, c - скорость звука.

$$C_{na}^2 = \frac{c_T^2}{4\langle T \rangle^2} + \frac{c_V^2}{\langle c \rangle^2}, \quad (5.25)$$

Код программы:

```

average.SPFA =
average.SPFT/((2*average.temperature+273.15)*(2*average.temperature+273.15))+average.SPFV/(average.c*avera
ge.c);

```

Структурная постоянная флуктуаций оптического показателя преломления вычисляется по формуле (26), где P - атмосферное давление в гПа.

$$C_{no}^2 = \{8 * 10^{-5} * \langle P \rangle / \langle T \rangle^2\}^2 * C_T^2, \quad (5.26)$$

Код программы:

```

average.SPFO = (8*Math.pow(10,-5)*average.pressure)*(8*Math.pow(10,-
5)*average.pressure)*average.SPFT;

```

Перечисленных параметров достаточно для оценивания динамического режима турбулентности в приземном слое атмосферы, в том числе для определения класса устойчивости атмосферной стратификации.

Применяемые для приземного слоя атмосферы универсальные функции подобия Φ_V и Φ_{TOT} безразмерного параметра $\xi = z/L^*$ являются полуэмпирическими – их общий вид устанавливается из теоретического анализа приграничного (к земной поверхности) турбулентного потока и вычисляются по формулам (5.27, 5.28).

$$\Phi_V(\xi) = \begin{cases} 1 + 4,7\xi, & \dots \xi > 0 \\ (1 - 15\xi)^{-1/4}, & \dots \xi < 0 \end{cases}, \quad (5.27)$$

$$\varphi_T(\xi) = \begin{cases} 0,74 + 4,7\xi, \dots \xi > 0 \\ 0,74 * (1 - 9\xi)^{-1/2}, \dots \xi < 0 \end{cases}, (5.28)$$

Применяя теорию подобия Монина-Обухова, также выполнены прогностические оценки значений следующей группы:

Локальная градиента скорости ветра на высоте измерений z_m вычисляется по формуле (29).

$$\frac{du}{dz} = \frac{v^*}{\chi} \Phi_v\left(\frac{z_m}{L^*}\right), (5.29)$$

Код программы:

```
average.BRV = average.height/average.MMO;
if (average.MMO >= 0)
average.LGSV = (average.ST/average.x)*(1+4.7*average.BRV);
else
average.LGSV = (average.ST/average.x)*Math.pow(1-15*average.BRV,-1/4);
```

Локальная градиента потенциальной температуры на высоте z_m вычисляется по формуле (30).

$$\frac{d\theta}{dz} = \frac{T^*}{\chi} \Phi_T\left(\frac{z_m}{L^*}\right), (5.30)$$

Код программы:

```
average.BRV = average.height/average.MMO;
if (average.MMO >= 0)
average.LGPT = (average.MT/average.x)*(0.74+4.7*average.BRV);
else
average.LGPT = (average.MT/average.x)*0.74*Math.pow(1-9*average.BRV,-1/2);
```

Локальная градиента температуры на высоте z_m вычисляется по формуле (31).

$$\frac{dT}{dz} = \frac{d\theta}{dz} - 0,0098, (5.31)$$

Код программы:

```
average.LGT = average.LGPT-0.0098;
```

Коэффициент турбулентного обмена количества движения вычисляется по формуле (32).

$$K_m = v^{*2} / \frac{du}{dz}, (5.32)$$

Код программы:

average.KTOKD = average.ST*average.ST/average.LGSV;

Коэффициент турбулентного обмена тепла вычисляется по формуле (33).

$$K_h = v^* * T^* / \frac{d\theta}{dz}, (5.33)$$

Код программы:

average.KTOT = average.MT*average.ST/average.LGPT;

Внешний масштаб турбулентности вычисляется по формуле (5.34).

$$L_0 = \left(K_m / \left| \frac{du}{dz} \right| \right)^{1/2}, (5.34)$$

Код программы:

average.VMT = Math.sqrt(average.KTOKD*average.LGSV);

Скорость диссипации энергии ветровых флуктуаций вычисляется по формуле (5.35).

$$\varepsilon = K_m \left(\frac{du}{dz} \right)^2 - \left(\frac{g}{\langle T \rangle} \right) K_h \frac{d\theta}{dz}, (5.35)$$

Код программы:

average.SDEVF = average.KTOKD*average.LGSV*average.LGSV-
average.g/average.temperature*average.KTOT*average.LGPT;

Скорость диссипации энергии температурных флуктуаций (5.36).

$$N = K_h \left(\frac{d\theta}{dz} \right)^2, (5.36)$$

Код программы:

average.SDETF = average.KTOKD*average.LGPT*average.LGPT;

Градиентное числа Ричардсона вычисляется по формуле (5.37).

$$R_i = \left(\frac{g}{\langle T \rangle} \right) \left(\frac{d\theta}{dz} \right) / \left(\frac{du}{dz} \right), (5.37)$$

Код программы:

average.GR = average.g/average.temperature*average.LGPT/average.LGSV;

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕДИНЕНИЕ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8BM4Б	Рохмистрову Дмитрию Сергеевичу

Институт	кибернетики	Кафедра	ИПС
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	Информатика и вычислительная техника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИИ</i>	
2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	
3. <i>Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. <i>«Портрет» потребителя результатов НИИ</i> 2. <i>Сегментирование рынка</i> 3. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i> 4. <i>Диаграмма FAST</i> 5. <i>Матрица SWOT</i> 6. <i>График проведения и бюджет НИИ</i> 7. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИИ</i> 8. <i>Потенциальные риски</i>	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	3.03.2016
---	-----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Конотопский Владимир Юрьевич	К.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8BM4Б	Рохмистров Дмитрий Сергеевич		

6 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Данная работа посвящена разработке системы для сбора, обработки и передачи данных на метеорологической станции. Как и любой проект, вне зависимости от того какой характер он несет, научный или практический работа имеет экономическую составляющую, которую необходимо оценить с целью предоставления полной картины значимости осуществленной работы и ее вклада в заданную предметную область.

Целью данного раздела является оценка и анализ экономических аспектов данной работы. Основными критериями для оценки служат эффективность проекта, затраты на его выполнение, а также перспективы его внедрения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Организация и планирование работ над проектом.
- Расчет основных затрат и расходов на проект.
- Оценка экономической эффективности проекта.

6.1 Организация и планирование работы

Одной из составляющих успешной реализации проекта служит рациональное планирование занятости каждого из его участников, а также определение сроков выполнения определенных этапов работы над проектом. В данном разделе приводится перечень этапов работы, исполнителей, а также оценивается степень участия каждого из участников в том или ином этапе. Данные по перечню работ и продолжительности работ представлены в таблице 6.1 Число исполнителей данного проекта равно двум – непосредственный исполнитель и научный руководитель.

Таблица 6.1 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
постановка задачи		
1. Постановка задачи, определение целей	НР	НР - 100 %
анализ		
2. Выявлений требований к программе	НР, И	НР – 100 %, И – 30%
3. Подбор и обзор литературы, обзор существующих решений	НР, И	НР – 30%, И – 100%
4. Календарное планирование	НР, И	НР – 100%, И – 10 %
проектирование		
5. Разработка модели системы	НР, И	НР – 80 % , И – 100%
6. Разработка алгоритма реализации	НР, И	НР – 70 %, И – 100%
реализация		
7. Разработка приложения	И	И – 100%
тестирование		
8. Тестирование	НР, И	НР – 10%, И – 100%
9. Анализ результатов	И	И – 100%
документирование		
10.Расчет экономических показателей	И	И – 100%
11.Оценка показателей безопасности жизнедеятельности	И	И – 100%
12.Оформление пояснительной записки	И	И – 100%
13.Подведение итогов	НР, И	НР – 50%, И –100%

6.2 Продолжительность этапов работ

В данном разделе осуществляется расчет продолжительности работ с использованием опытно-статистического метода. Данный метод имеет 2 способа реализации - аналоговый и экспертный. Так как аналоговый способ подразумевает наличие некоторого идентичного выполняемой научно-исследовательской работе (по всем значительным параметрам) проекта, то, в

условиях отсутствия последнего, принято решение применять экспертный способ. Расчет продолжительности этапов работ приведен в таблице 6.2. Для построения таблицы используются следующие параметры:

- Ожидаемые (вероятные) значения продолжительности работ($t_{ож}$):

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \text{ где}$$

t_{min} – минимальная продолжительность работы, дни;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дни;

- Продолжительность выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$):

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{вн}} \cdot K_{д}, \text{ где}$$

$t_{ож}$ – продолжительность работы, дни;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения работ с учетом внешних факторов, влияющих на соблюдение предварительно определенных длительностей работы (в данном случае используется $K_{вн} = 1$);

$K_{д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ (принимает значения в интервале $[1; 1,2]$, для расчетов используется величина 1,2 с целью максимально учесть непредвиденные временные затраты).

- Продолжительность выполнения этапа в календарных днях ($T_{КД}$):

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К}, \text{ где}$$

$T_{К}$ – коэффициент календарности, служит для перехода от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях. Данный коэффициент имеет следующую формулу:

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}}, \text{ где}$$

$T_{КАЛ}$ – календарные дни (365 дней)

$T_{ВД}$ – выходные дни (52 или 104 дня, для шестидневной и пятидневной рабочей недели соответственно)

$T_{ПД}$ – праздничные дни (10 дней)

Таким образом, для шестидневной рабочей недели получаем следующий коэффициент календарности:

$$T_K = \frac{365}{365-52-10} = 1,205$$

Таблица 6.2 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.-дн.			
					Т _{РД}		Т _{КД}	
		t _{min}	t _{max}	t _{ож}	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка задачи, определение	НР	2	4	2,8	3,36	-	4,05	-
Выявлений требований к программе	НР, И	2	3	2,4	2,88	0,86	3,47	1,04
Подбор и обзор литературы, обзор существующих решений	НР, И	10	14	11,6	4,18	13,92	5,03	16,77
Календарное планирование	НР, И	2		2,8	3,36	0,34	4,05	0,4
Разработка модели системы	НР, И	5 ¹	0	17	16,32	20,40	19,66	24,57
Разработка алгоритма реализации	НР, И	0 ²	5	22	18,48	26,40	22,26	31,80
Разработка приложения	И	125	150	135	-	162,00	-	195,15
Тестирование	НР, И	1	2	1,4	0,17	1,68	0,20	2,02
Анализ результатов	И	10	15	12	-	14,40	-	17,35
Расчет экономических показателей	И	2	4	2,8	-	3,36	-	4,05
Оценка показателей безопасности жизнедеятельности	И	2	4	2,8	-	3,36	-	4,05
Оформление пояснительной записки	И	7	4	9,8	-	11,76	-	14,17
Подведение итогов	НР, И	3	5	3,8	2,28	4,56	2,75	5,49
Итого				226,2	51,02	263,04	61,46	316,86

На рисунке 6.1 представлена диаграмма Ганта для исполнителя проекта в календарных днях.

Диаграмма Ганта

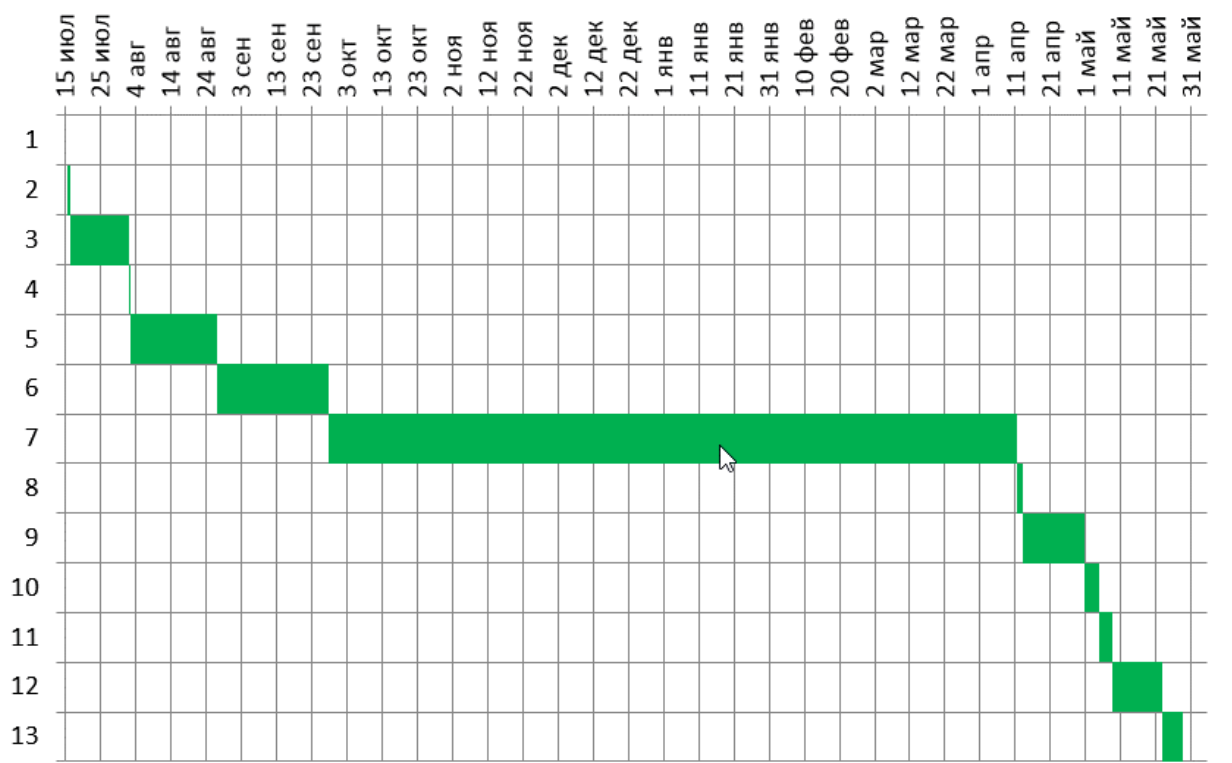


Рисунок 6.1 - Диаграмма Ганта для исполнителя проекта

6.3. Расчеты

6.3.1 Расчет накопления готовности проекта

В данном разделе производится оценка текущих состояний 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. Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого этапа представлены в таблице 6.3.

Для определения степени готовности проекта используется следующая формула:

$$CG_i = \frac{TP_i^H}{TP_{общ.}} = \frac{\sum_{k=1}^i TP_k}{TP_{общ.}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m TP_{km}}{\sum_{k=1}^I \sum_{j=1}^m TP_{km}}, \text{ где}$$

$TP_{\text{общ.}}$ – общая трудоемкость проекта;

$TP_i(TP_k)$ – трудоемкость i -го (k -го) этапа проекта;

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 данном случае $m = 2$, так как в проекте 2 исполнителя). Расчет данной величины производится на основании столбцов 6 и 7.

Таблица 6.3 – Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого этапа

№ п/п	Этап	TP_i , %	$СГ_i$, %
1	Постановка задачи, определение целей	1,07	1,07
2	Выявлений требований к программе	1,19	2,26
3	Подбор и обзор литературы, обзор существующих решений	5,76	8,02
4	Календарное планирование	1,18	9,20
5	Разработка модели системы	11,69	20,89
6	Разработка алгоритма реализации	14,29	35,18
7	Разработка приложения	51,58	86,76
8	Тестирование	0,59	87,35
9	Анализ результатов	4,59	91,94
10	Расчет экономических показателей	1,07	93,01
11	Оценка показателей безопасности жизнедеятельности	1,07	94,08
12	Оформление пояснительной записки	3,74	97,82
13	Подведение итогов	2,18	100

6.3.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

С учетом специфики проделанной работы для рассматриваемого проекта производится оценка следующих расходов:

- Заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);

- амортизационные отчисления;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие расходы.

Ввиду отсутствия привлечения помощи сторонних организаций, командировок, привлечения консалтинговых услуг, расходы по соответствующим статьям не оцениваются применительно к данной работе. Помимо вышеперечисленного, не рассматриваются также затраты на материалы ввиду их незначительности в масштабе данной работы.

6.3.3 Расчет заработной платы

В данном разделе расчет основной заработной платы производится на основе величины месячного оклада исполнителя и трудоемкости каждого этапа.

Расчет затрат на заработную плату представлен в таблице 6.4. Для расчета данной таблицы использовались следующие параметры:

- Месячный оклад исполнителей проекта (МО)

В данном случае рассматриваются следующие оклады:

- 1) научный руководитель: должность – доцент, степень – кандидат технических наук;
- 2) исполнитель: младший научный сотрудник, степень – нет (оклад согласно месту прохождения преддипломной практики).

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

$$ЗП_{дн-т} = \frac{МО}{24,83}, \text{ где}$$

МО – месячный оклад исполнителя,

Значение 24, 83 – количество рабочих дней при шестидневной рабочей неделе при условии 298 рабочих дней в году.

- Интегральный коэффициент ($K_{\text{и}}$)

– служит для перехода от базовой суммы заработной платы исполнителя, связанной с участием в проекте к полному заработку.

Рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{И}} = K_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{допЗП}} \cdot K_{\text{р}}, \text{ где}$$

$K_{\text{ПР}}$ – премиальный коэффициент ($K_{\text{ПР}} = 1,1$);

$K_{\text{допЗП}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы ($K_{\text{допЗП}} = 1,188$);

$K_{\text{р}}$ – коэффициент районной надбавки ($K_{\text{р}} = 1,3$).

Таким образом, получаем следующий интегральный коэффициент:

$$K_{\text{И}} = 1,1 \cdot 1,188 \cdot 1,3 = 1,699$$

Таблица 6.4 – Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб. дни	Кэф-т	Фонд з/платы, руб.
НР	23 264, 86	936,97	51	1,699	81 179,50
И	14 874, 45	599,05	263	1,699	267 653,19
Итого:					348 832,69

6.3.4 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН) включают в себя следующие отчисления:

- пенсионный фонд;
- социальное страхование;
- медицинское страхование.

ЕСН составляет 30% от полной заработной платы по проекту:

$$C_{\text{соц}} = C_{\text{зп}} \cdot 0,3$$

Таким образом, для разрабатываемого проекта получаем:

$$C_{\text{соц}} = 348\,832,69 \cdot 0,3 = 104\,649,8 \text{ руб.}$$

6.3.5 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, используемую оборудованием в ходе выполнения проекта и рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{эл.об}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot C_{\text{э}}, \text{ где}$$

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

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

$\Pi_э$ – тариф на 1кВт·час.

Значения параметров

1) $\Pi_э$ - для ТПУ составляет 5,257 руб/ кВт·час (с НДС)

2) $t_{об} = T_{рд} \cdot K_t$, где

- $T_{рд}$ – трудозатраты исполнителя из расчета на 8 часовой рабочий день;

- $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени (в данном случае используется значение 0,9).

3) $P_{об} = P_{ном} \cdot K_c$, где

- $P_{ном}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;
- $K_c \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависит от средней степени использования номинальной мощности. Для данного проекта используется значение 1.

Расчет затрат электроэнергии представлен в таблице 6.5

Таблица 6.5 – Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Тариф $\Pi_э$, руб/кВт·час	Затраты $\Delta_{об}$, руб.
Персональный компьютер	$8 \cdot 263 \cdot 0,9 = 1893$	0,3	5,257	2986,39
Персональный компьютер	$8 \cdot 51 \cdot 0,9 = 367$	0,3	5,257	579.11
Сервер непрерывной интеграции	$24 \cdot 316 \cdot 0,5$	0,75	5,257	14950.90
Лазерный принтер	10	0,1	5,257	5,26
Итого				18521,66

6.3.6 Расчет амортизационных расходов

Для расчета амортизационных расходов используется следующая формула:

$$C_{AM} = \frac{H_A * Ц_{ОБ} * t_{рф} * n}{F_D}, \text{ где}$$

H_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$Ц_{ОБ}$ – балансовая стоимость единицы оборудования;

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

n – число единиц задействованного оборудования;

F_D – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования.

Расчет амортизационных расходов представлен в таблице 6.6. Параметры расчета определяются следующим образом:

1) годовая норма амортизации единицы оборудования H_A

Величина H_A определяется как обратное значение величины $С_A$, где $С_A$ – рамочные значения сроков амортизации $\equiv С_A$ согласно постановлению правительства РФ «О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы».

2) балансовая стоимость единицы оборудования $Ц_{ОБ}$

Значение взято исходя из фактической стоимости ПК и принтера на момент разработки проекта.

3) фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта $t_{рф}$

4) действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования F_D .

Величина берется на основании фактического режима использования оборудования в текущем календарном году

- $t_{рф}$: для ПК – 2104 и 408, для принтера – 10, для сервера – 7584

Таблица 6.6 - Амортизационные расходы

	Н _А	Ц _{ОБ} , руб.	t _{рф} , часов	n, шт	F _д , час	C _{АМ} , руб
ПК	0,4	60 000	2104	1	2384	21181,21
ПК	0,4	60 000	408	1	2384	4107,38
Сервер	0,4	300 000	7584	1	8640	131666,67
принтер	0,5	15 000	10	1	596	125,84
Итого						157081, 10

6.3.7 Расчет прочих расходов

В данном разделе производится оценка расходов на выполнение проекта, которые не были учтены в предыдущих статьях. Величина прочих расходов составляет 10% от суммы всех предыдущих расходов. Таким образом:

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

Для данного проекта получаем:

$$C_{\text{проч.}} = (348\,832,69 + 104\,649,80 + 18\,521,66 + 157\,081,10) \cdot 0,1 = 62\,908,52 \text{ руб.}$$

6.3.8 Расчет общей себестоимости разработки

Общая себестоимость разработки представляет суммарное значение затрат по всем статьям сметы затрат на разработку. Расчет общей себестоимости разработки представлен в таблице 6.7

Таблица 6.7 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Основная заработная плата	$C_{зп}$	348 832,69
Отчисления в социальные фонды	$C_{соц}$	104 649,80
Расходы на электроэнергию	$C_{эл.}$	18 521,66
Амортизационные отчисления	$C_{ам}$	157 081,10
Прочие расходы	$C_{проч}$	62 908,52
Итого		691993, 77

6.3.9 Расчет прибыли

Одним из вариантов приблизительной оценки прибыли является определение ее размера в пределах от 5 % до 20% от полной себестоимости проекта. Приведем для данной проекта расчет минимальной и максимальной прибыли исходя из заданных пределов.

Таким образом:

Максимальная прибыль = $0,2 \cdot 691\,993,77 = 138\,398,75$ руб.

Минимальная прибыль = $0,05 \cdot 691\,993,77 = 34\,599,68$ руб.

6.3.10 Расчет НДС

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

Таким образом, для данного проекта получаем:

$НДС_{мин} = (691\,993,77 + 34\,599,68) = 130\,786,82$ руб.

$НДС_{max} = (691\,993,77 + 138\,398,75) = 149\,470,65$ руб.

6.3.11 Цена разработки НИР

Данный параметр представляет сумму полной себестоимости, прибыли и НДС. Таким образом, получаем:

$Ц_{НИР_МИН} = (691\,993,77 + 34\,599,68 + 130\,786,82) = 857\,380,28$ руб.

$$\Pi_{\text{НИР_МАКС}} = (691\,993,77 + 138\,398,75 + 149\,470,65) = 979\,863,17$$

руб.

6.4 Оценка экономической эффективности проекта

Экономический эффект от внедрения разработанного проекта в количественном отношении выразить сложно. Для этого требуется провести специальное трудоемкое исследование, что невозможно в рамках данной работы, поскольку, во-первых, предполагает объём равный всей дипломной работе, во-вторых, исполнитель не обладает компетенцией для выражения полного экономического эффекта в количественном отношении. Однако в качественном отношении внедрение разработанной системы окажет влияние на многие аспекты производственного процесса.

При измерении метеорологических данных используются различные технологии, в данном случае используется ультразвуковой анемометр. Для этого применяют различные датчики, системы управления и мониторинга процесса измерения. Полученные с этих систем данные используются не только для непосредственного мониторинга и контроля, но также в системах метеорологического моделирования природных явлений. Проблема в том, что эти системы как правило от разных производителей и форматы данных не совпадают, поскольку производители редко беспокоятся об интеграции своих систем со сторонними разработками, тем более, когда это специализированное ПО.

В конечном итоге все измерения, все данные нужно связать друг с другом, чтобы получить сводные отчеты, статистику, выявить закономерности и т.д. Естественно это решается конвертацией данных из одного формата в другой, при этом происходят как потери точности, так и потери самой информации. К тому же велика вероятность трудно-устраняемых ошибок программистов, когда часть данных просто «теряется» и обнаруживается это только после некоторого времени эксплуатации.

6.5 Оценка научно-технического уровня НИР

Научно-технический уровень характеризует влияние проекта на уровень и динамику обеспечения научно-технического прогресса в данной области. Для данной оценки используется метод балльных оценок, сущность которого заключается в присвоении каждому из показателей НИР определенного количества баллов по соответствующей для данного показателя шкале.

Научно-технический уровень определяется на основании его интегрального показателя, который выражается следующей формулой:

$$I_{НТУ} = \sum_{i=1}^3 R_i \cdot n_i, \text{ где}$$

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

R_i - весовой коэффициент i -го признака научно-технического эффекта;

n_i - количественная оценка i -го признака научно-технического эффекта в баллах;

Оценка научно-технического уровня представлена в таблице 6.8.

Таблица 6.8 – Оценка научно технического уровня НИР

Значимость	Фактор НТУ	Уровень фактора	Выбранный балл	Обоснование выбранного балла
0,4	Уровень новизны	Принципиально новая	8	Новый способ организации информационной инфраструктуры, новый стандарт передачи данных
0,1	Теоретический уровень	Разработка способа	6	Разработка нового способа объединения информации
0,5	Возможность реализации	В течение первых лет	10	Реализуется на основе хорошо известных технологий

Таким образом, для данного проекта получаем следующий показатель научно-технического уровня:

$$I_{НТУ} = 0,4 \cdot 8 + 0,1 \cdot 6 + 0,5 \cdot 10 = 3,2 + 0,6 + 5 = 8,8$$

В таблице 6.9 приводится оценка качественных уровней НИР.

Таблица 6.3 – Качественная оценка показателей НИР

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

На основании таблицы 6.9 данная работа относится к высокому уровню научно технического эффекта. Высокий уровень НТЭ обусловлен тем, что данная работа представляет принципиально новый подход в организации информационной метеорологической станции.

Вывод

В данном разделе была произведена оценка различных экономических аспектов разработанного проекта. На основании полученных результатов проекту можно дать следующую характеристику:

- по времени разработки (10 месяцев) проект относится к краткосрочному виду проектов;
- по масштабности (с учетом себестоимости и времени разработки) проект можно отнести к категории малых проектов;

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ4Б	Рохмистров Дмитрий Сергеевич

Институт	ИК	Кафедра	ИПС
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	Информатика и вычислительная техника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

- | | |
|--|--|
| <p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.</p> | <p>1. Программное обеспечение для усреднения метеорологических данных, и вычисления других метеорологических параметров, полученных с помощью ультразвукового анемометра. Программный проект будет использоваться метеорологами.</p> |
|--|--|

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

- | | |
|--|--|
| <p>1. Профессиональная социальная 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>1.1 Вредные производственные факторы, создаваемые объектом исследования:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Электромагнитные излучения. <p style="text-align: center;">Опасные производственные факторы, создаваемые объектом исследования:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Поражение электрическим током. <p>1.2 Вредные производственные факторы, возникающие на рабочем месте:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Микроклимат; – Освещенность; – Монотонность работы. <p style="text-align: center;">Опасные производственные факторы, возникающие на рабочем месте:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Возникновение пожара. <p>1.3 Мероприятия по защите от вредных факторов согласно нормативным документам:</p> <ul style="list-style-type: none"> – СанПиН 2.2.4.548-96; – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; – СП 52.13330.2011. <p style="text-align: center;">Мероприятия по защите от опасных факторов согласно нормативным документам:</p> <ul style="list-style-type: none"> – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; – ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ; – СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. |
| <p>2. Экологическая безопасность.</p> <p>2.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду.</p> <p>2.2 Анализ влияния процесса исследования на</p> | <p>1.1 Влияние объекта исследования на окружающую среду:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Утилизация аккумуляторных батарей. |

окружающую среду. 2.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.	1.2 Влияние процесса исследования на окружающую среду: – Утилизация люминесцентных ламп. 1.3 Мероприятия по защите окружающей среды согласно нормативным документам: – СанПиН 2.1.7.1322-03; – Постановление Правительства РФ от 03.09.2010 N 681 (ред. от 01.10.2013).
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. 3.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований. 3.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований. 3.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.	3.1 Вероятные ЧС, инициируемые объектом исследования: – Пожар. 3.2 Вероятные ЧС, возникающие на рабочем месте: – Пожары и взрывы; – Обрушение зданий; – Ураганы, ливни, заморозки; – Наводнения, паводки; – Эпидемии; 3.3 Мероприятия по предотвращению наиболее типичной ЧС – пожара, согласно нормативным документам: – НПБ 105-03; – ППБ 01-03.
4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. 4.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства. 4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	4.1 Описание правовых норм для работ, связанных с работой за ПЭВМ согласно следующим документам: – Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 30.12.2015). 4.2 Влияние реализации проекта на организацию рабочего места метеоролога, как пользователя системы.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент каф. ЭБЖ	Акулов П.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ4Б	Рохмистров Д.С.		

7 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

7.1 Введение

Разработанный в рамках магистерской диссертации проект является математическим и программным обеспечением, предназначенным для усреднения данных, полученных с помощью ультразвукового анемометра, и вычисления новых метеорологических параметров. Разработка программы велась исключительно при помощи компьютера. Пользователями данного программного обеспечения являются компании занимающиеся получением и анализом метеоданных. Независимо от конкретного применения, взаимодействие пользователя с разработанной программой в любом случае производится с помощью программных и аппаратных средств ПЭВМ, а также с помощью периферийных устройств, подключенных к ПЭВМ.

Данный раздел посвящен анализу вредных и опасных факторов производственной среды для операторов ПЭВМ и, в частности, для метеорологов, которые будут использовать продукт в наиболее перспективном направлении его применения.

7.2 Производственная безопасность

Для обеспечения производственной безопасности необходимо проанализировать воздействия на человека вредных и опасных производственных факторов, которые могут возникать при разработке или эксплуатации проекта.

Производственный фактор считается вредным, если воздействие этого фактора на работника может привести к его заболеванию. Производственный фактор считается опасным, если его воздействие на работника может привести к его травме [7].

Все производственные факторы классифицируются по группам элементов: физические, химические, биологические и психофизические. Для данной работы целесообразно рассмотреть физические и психофизические вредные и опасные факторы производства, характерные как для рабочей зоны программиста, как разработчика рассматриваемой в данной работе

системы, так и для рабочей зоны пользователя готового продукта – метеоролога-оператора ПЭВМ. Выявленные факторы представлены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Вредные и опасные производственные факторы при выполнении работ за ПЭВМ [8]

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Работа за ПЭВМ	1) Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; 2) Повышенный уровень электромагнитных излучений 3) Недостаточная освещенность рабочей зоны. 4) Монотонный режим работы	1) Опасность поражения электрическим током; 2) Опасность возникновения пожара.	1) СанПиН 2.2.4.548-96; 2) СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; 3) СП 52.13330.2011; 4) ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ; 5) СНиП 21-01-97.

7.2.1 Вредные производственные факторы

7.2.1.1 Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей среды

Данный фактор является вредным производственным фактором и является фактором микроклимата рабочей среды, параметры которого регулируются СанПиН 2.2.4.548-96. Он больше характерен для рабочей среды программиста-разработчика системы. К параметрам, характеризующим микроклимат в производственных помещениях, относятся:

- Температура воздуха (t , °C);
- Температура поверхностей (t , °C);
- Относительная влажность воздуха (ϕ , %);
- Скорость движения воздуха (v , м/с);
- Интенсивность теплового облучения (I , Вт/м²).

В производственных помещениях для работы с ПЭВМ происходит постоянное выделение тепла самой вычислительной техникой, вспомогательными приборами и средствами освещения. Поскольку оператор расположен в непосредственной близости с источниками выделения тепла, то данный фактор является одним из важнейших вредных факторов производственной среды оператора ПЭВМ, а высокая температура воздуха способствует быстрому перегреву организма и быстрой утомляемости [9].

Влажность оказывает большое влияние на терморегуляцию организма. Так, например, высокие показатели относительной влажности (более 85 %) затрудняют терморегуляцию снижая возможность испарения пота, низкие показатели влажности (менее 20 %) вызывают пересыхание слизистых оболочек человека [10].

Санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые значения величин показателей микроклимата рабочих мест для различных категорий работ в теплый и холодный периоды года. Для программиста или оператора ПЭВМ категория работ является лёгкой (1а), т.к. работа проводится сидя, без систематических физических нагрузок. Оптимальные параметры микроклимата в офисных помещениях приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Оптимальные параметры микроклимата производственных помещений оператора ПЭВМ

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	22–24	21–25	60–40	0,1
Теплый	23–25	22–26	60–40	0,1

Холодный период года – среднесуточная температура воздуха 10 °С и ниже, теплый период года – среднесуточная температура воздуха выше 10 °С.

В таблице 7.3 приведены допустимые показатели микроклимата для офисных помещений.

Таблица 7.3 – Допустимые показатели микроклимата производственных помещений оператора ПЭВМ [11]

Период года	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность, воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с, для диапазона температур воздуха	
	ниже оптимальных величин	выше оптимальных величин			ниже оптимальных величин, не более	выше оптимальных величин, не более
Холодный	20,0–21,9	24,1–25,0	19–26	15–75	0,1	0,1
Теплый	21,0–22,9	25,1–28,0	20–29	15–75	0,1	0,2

7.2.1.2 Повышенный уровень электромагнитных излучений

Уровень электромагнитных излучений на рабочем месте оператора ПЭВМ является вредным фактором производственной среды, величины параметров которого определяются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Основными источниками электромагнитных излучений в помещениях для работы операторов ПЭВМ являются дисплеи компьютеров и мобильных устройств, сеть электропроводки, системный блок, устройства бесперебойного питания, блоки питания.

Излучения, применительно к дисплеям современных ПЭВМ, можно разделить на следующие классы:

- Переменные электрические поля (5 Гц – 400 кГц);
- Переменные магнитные поля (5 Гц – 400 кГц).

Воздействие данных излучений на организм человека носит необратимый характер и зависит от напряженности полей, потока энергии, частоты колебаний, размера облучаемого тела. При воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения нервной системы, кровеносной сердечно-сосудистой системы, органов пищеварения и половой системы [12].

В таблице 7.4 приведены допустимые уровни параметров электромагнитных полей

Таблица 7.4 – Временные допустимые уровни электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах [13]

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

7.2.1.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Недостаточная освещенность рабочей зоны является вредным производственным фактором, возникающим при работе с ПЭВМ, уровни которого регламентируются СП 52.13330.2011.

Причиной недостаточной освещенности являются недостаточность естественного освещения, недостаточность искусственного освещения, пониженная контрастность.

Работа с компьютером подразумевает постоянный зрительный контакт с дисплеем ПЭВМ и занимает от 80 % рабочего времени. Недостаточность освещения снижает производительность труда, увеличивает утомляемость и количество допускаемых ошибок, а также может привести к появлению профессиональных болезней зрения.

Разряд зрительных работ программиста и оператора ПЭВМ относится к разряду III и подразряду г (работы высокой точности). В таблице 7.5 представлены нормативные показатели искусственного освещения при работах заданной точности.

Таблица 7.5 – Требования к освещению помещений промышленных предприятий для операторов ПЭВМ [14]

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение		
						Освещённость, лк		
						При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения
						всего	В том числе от общего	
Высокой точности	От 0,3 до 0,5	III	г	Средний, большой	Светлый, средний	400	200	200

7.2.1.4 Монотонный режим работы

При работе с ПЭВМ основным фактором, влияющим на нервную систему программиста или пользователя является огромное количество информации, которое он должен воспринимать. Это является сложной задачей, которая очень сильно влияет на сознание и психофизическое состояние из-за монотонности работы. Поэтому меры, позволяющие снизить воздействие этого вредного производственного фактора, которые регулируются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, являются важными в работе оператора ПЭВМ. Они позволяют увеличить производительность труда и предотвратить появление профессиональных болезней.

Организация работы с ПЭВМ осуществляется в зависимости от вида и категории трудовой деятельности. Виды трудовой деятельности разделяются на 3 группы: группа А – работа по считыванию информации с экрана с предварительным запросом; группа Б – работа по вводу информации; группа В – творческая работа в режиме диалога с ПЭВМ. Работа программиста-разработчика рассматриваемой в данной работе системы относится к группам А и Б, в то время, как деятельность врача-специалиста, который будет использовать систему в профессиональной деятельности, относится к

группе В. Категории туровой деятельности различаются по степени тяжести выполняемых работ. Для снижения воздействия рассматриваемого вредного фактора предусмотрены регламентированные перерывы для каждой группы работ – таблица 7.6.

Таблица 7.6 – Суммарное время регламентированных перерывов в зависимости от продолжительности работы, вида категории трудовой деятельности с ПЭВМ [13]

Категория работы с ПЭВМ	Уровень нагрузки за рабочую смену при видах работ с ПЭВМ			Суммарное время регламентированных перерывов, мин.	
	группа А, количество знаков	группа Б, количество знаков	группа В, ч	при 8- часовой смене	при 12- часовой смене
I	до 20 000	до 15 000	до 2	50	80
II	до 40 000	до 30 000	до 4	70	110
III	до 60 000	до 40 000	до 6	90	140

7.2.2 Опасные производственные факторы

7.2.2.1 Опасность поражения электрическим током

Поражение электрическим током является опасным производственным фактором и, поскольку оператор ПЭВМ имеет дело с электрооборудованием, то вопросам электробезопасности на его рабочем месте должно уделяться много внимания. Нормы электробезопасности на рабочем месте регламентируются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, вопросы требований к защите от поражения электрическим током освещены в ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ.

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Опасность поражения электрическим током усугубляется тем, что человек не в состоянии без специальных приборов обнаружить напряжение дистанционно.

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

Для оператора ПЭВМ при работе с электрическим оборудованием обязательны следующие меры предосторожности:

- Перед началом работы нужно убедиться, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей;
- При обнаружении неисправности оборудования и приборов необходимо, не делая никаких самостоятельных исправлений, сообщить человеку, ответственному за оборудование [13, 15].

7.2.2.2 Опасность возникновения пожара

Возникновение пожара является опасным производственным фактором, т.к. пожар на предприятии наносит большой материальный ущерб, а также часто сопровождается травмами и несчастными случаями. Регулирование пожаробезопасности производится СНиП 21-01-97.

В помещениях с ПЭВМ повышен риск возникновения пожара из-за присутствия множества факторов: наличие большого количества электронных схем, устройств электропитания, устройств кондиционирования воздуха; возможные неисправности электрооборудования, освещения, или неправильная их эксплуатация может послужить причиной пожара.

Возможные виды источников воспламенения:

- Искра при разряде статического электричества;
- Искры от электрооборудования;

- Искры от удара и трения;
- Открытое пламя [16].

7.2.3 Мероприятия и рекомендации по устранению и минимизации

Для поддержания нормальных значений параметров микроклимата на рабочих местах рекомендуется оснащать их системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Также, в некоторых случаях, целесообразно обеспечить питьевое водоснабжение. В помещениях для работы с ПЭВМ должна производиться ежедневная влажная уборка, а также систематическое проветривание после каждого часа работы [11].

Для защиты операторов ПЭВМ от негативного воздействия электромагнитных полей в первую очередь необходимо, чтобы используемая техника удовлетворяла нормам и правилам сертификации. При работе с ПЭВМ установлены регламентированные перерывы, а также иногда предусмотрено использование экранов и фильтров в целях защиты оператора [13].

Для создания и поддержания благоприятных условий освещения для операторов ПЭВМ, их рабочие места должны соответствовать санитарно-эпидемиологическим правилам СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Рабочее помещение должно иметь естественное и искусственное освещение, соответствующее показателям, представленным в таблице 7.. Для рассеивания естественного освещения следует использовать жалюзи на окнах рабочих помещений. В качестве источников искусственного освещения должны быть использованы люминесцентные лампы, лампы накаливания – для местного освещения [14].

Для предупреждения преждевременной утомляемости пользователей ПЭВМ рекомендуется организовывать рабочую смену путем чередования работ с использованием ПЭВМ и без него. В случаях, когда характер работы требует постоянного взаимодействия с компьютером (работа программиста-разработчика) с напряжением внимания и сосредоточенности, при

исключении возможности периодического переключения на другие виды трудовой деятельности, не связанные с ПЭВМ, рекомендуется организация перерывов на 10–15 мин. через каждые 45–60 мин. работы. При высоком уровне напряженности работы рекомендуется психологическая разгрузка в специально оборудованных помещениях [13].

К мероприятиям по предотвращению возможности поражения электрическим током относятся:

- При производстве монтажных работ необходимо использовать только исправный инструмент, аттестованный службой КИПиА;
- С целью защиты от поражения электрическим током, возникающим между корпусом приборов и инструментом при пробое сетевого напряжения на корпус, корпуса приборов и инструментов должны быть заземлены;
- При включенном сетевом напряжении работы на задней панели должны быть запрещены;
- Все работы по устранению неисправностей должен производить квалифицированный персонал;
- Необходимо постоянно следить за исправностью электропроводки [13, 15].

Для профилактики организации действий при пожаре должен проводиться следующий комплекс организационных мер: должны обеспечиваться регулярные проверки пожарной сигнализации, первичных средств пожаротушения; должен проводиться инструктаж и тренировки по действиям в случае пожара; не должны загромождаться или блокироваться пожарные выходы; должны выполняться правила техники безопасности и технической эксплуатации электроустановок; во всех служебных помещениях должны быть установлены «Планы эвакуации людей при пожаре и других ЧС», регламентирующие действия персонала при возникновении пожара.

Для предотвращения пожара помещение с ПЭВМ должно быть оборудовано первичными средствами пожаротушения: углекислотными огнетушителями типа ОУ-2 или ОУ-5; пожарной сигнализацией, а также, в некоторых случаях, автоматической установкой объемного газового пожаротушения [16].

7.3 Экологическая безопасность

В данном разделе рассматривается воздействие на окружающую среду деятельности по разработке проекта, а также самого продукта в результате его реализации на производстве.

Разработка программного обеспечения и работа за ПЭВМ не являются экологически опасными работами, потому объект, на котором производилась разработка продукта, а также объекты, на которых будет производиться его использование операторами ПЭВМ относятся к предприятиям пятого класса, размер селитебной зоны для которых равен 50 м [17].

Программный продукт, непосредственно разработанный в ходе выполнения магистерской диссертации, не наносит вреда окружающей среде. Но в связи с тем, что получаемые данные вычисляются программным комплексом, и осуществляется усреднение данные, то велика вероятность незначительных погрешностей вычислений. Эти погрешности могут привести к неправильному анализу данных метеорологом. Программист, разрабатывающий проект, может неправильно реализовать функции вычислений, что приведет к некорректности вычисляемых данных. Поэтому требуется тщательная проверка адекватности всех вычислений программного продукта метеорологом.

Средства, необходимые для разработки и эксплуатации программного комплекса могут наносить вред окружающей среде.

Современные ПЭВМ производят практически без использования вредных веществ, опасных для человека и окружающей среды. Исключением являются аккумуляторные батареи компьютеров и мобильных устройств. В аккумуляторах содержатся тяжелые металлы, кислоты и щелочи, которые

могут наносить ущерб окружающей среде, попадая в гидросферу и литосферу, если они были неправильно утилизированы. Для утилизации аккумуляторов необходимо обращаться в специальные организации, специализировано занимающиеся приемом, утилизацией и переработкой аккумуляторных батарей [18].

Люминесцентные лампы, применяющиеся для искусственного освещения рабочих мест, также требуют особой утилизации, т.к. в них присутствует от 10 до 70 мг ртути, которая относится к чрезвычайно-опасным химическим веществам и может стать причиной отравления живых существ, а также загрязнения атмосферы, гидросферы и литосферы. Сроки службы таких ламп составляют около 5-ти лет, после чего их необходимо сдавать на переработку в специальных пунктах приема. Юридические лица обязаны сдавать лампы на переработку и вести паспорт для данного вида отходов [18-20].

7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В рабочей среде оператора ПЭВМ возможно возникновение следующих чрезвычайных ситуаций техногенного характера:

- Пожары и взрывы в зданиях и на коммуникациях;
- Внезапное обрушение зданий.

Среди возможных стихийных бедствий можно выделить метеорологические (ураганы, ливни, заморозки), гидрологические (наводнения, паводки, подтопления), природные пожары.

К чрезвычайным ситуациям биолого-социального характера можно отнести эпидемии, эпизоотии, эпифитотии.

Экологические чрезвычайные ситуации могут быть вызваны изменениями состояния, литосферы, гидросферы, атмосферы и биосферы в результате деятельности человека [10].

Наиболее характерной для объекта, где размещаются рабочие помещения, оборудованные ПЭВМ, чрезвычайной ситуацией является пожар.

Помещение для работы операторов ПЭВМ по системе классификации категорий помещений по взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории Д (из 5-ти категорий А, Б, В1-В4, Г, Д), т.к. относится к помещениям с негорючими веществами и материалами в холодном состоянии [21].

Каждый сотрудник организации должен быть ознакомлен с инструкцией по пожарной безопасности, пройти инструктаж по технике безопасности и строго соблюдать его.

Запрещается использовать электроприборы в условиях, не соответствующих требованиям инструкций изготовителей, или имеющие неисправности, которые в соответствии с инструкцией по эксплуатации могут привести к пожару, а также эксплуатировать электропровода и кабели с поврежденной или потерявшей защитные свойства изоляцией. Электроустановки и бытовые электроприборы в помещениях по окончании рабочего времени должны быть обесточены (вилки должны быть вынуты из розеток). Под напряжением должны оставаться дежурное освещение и пожарная сигнализация. Недопустимо хранение легковоспламеняющихся, горючих и взрывчатых веществ, использование открытого огня в помещениях офиса.

Перед уходом из служебного помещения работник обязан провести его осмотр, закрыть окна, и убедиться в том, что в помещении отсутствуют источники возможного возгорания, все электроприборы отключены и выключено освещение. С периодичностью не реже одного раза в три года необходимо проводить замеры сопротивления изоляции токоведущих частей силового и осветительного оборудования.

Повышение устойчивости достигается за счет проведения соответствующих организационно-технических мероприятий, подготовки персонала к работе в ЧС [10].

Работник при обнаружении пожара или признаков горения (задымление, запах гари, повышение температуры и т.п.) должен:

- Немедленно прекратить работу и вызвать пожарную охрану по телефону «01», сообщив при этом адрес, место возникновения пожара и свою фамилию;
- Принять по возможности меры по эвакуации людей и материальных ценностей;
- Отключить от сети закрепленное за ним электрооборудование;
- Приступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения;
- Сообщить непосредственному или вышестоящему начальнику и оповестить окружающих сотрудников;
- При общем сигнале опасности покинуть здание согласно «Плану эвакуации людей при пожаре и других ЧС».

Для тушения пожара применять ручные углекислотные огнетушители (типа ОУ-2, ОУ-5), находящиеся в помещениях офиса, и пожарный кран внутреннего противопожарного водопровода. Они предназначены для тушения начальных возгораний различных веществ и материалов, за исключением веществ, горение которых происходит без доступа воздуха. Огнетушители должны постоянно содержаться в исправном состоянии и быть готовыми к действию. Категорически запрещается тушить возгорания в помещениях офиса при помощи химических пенных огнетушителей (типа ОХП-10) [22].

7.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

7.5.1 Правовые нормы трудового законодательства для рабочей зоны оператора ПЭВМ

Регулирование отношений между работником и работодателем, касающихся оплаты труда, трудового распорядка, особенности регулирования труда женщин, детей, людей с ограниченными способностями и проч., осуществляется законодательством РФ, а именно трудовым кодексом РФ.

Продолжительность рабочего дня не должна быть меньше указанного времени в договоре, но не больше 40 часов в неделю. Для работников до 16 лет – не более 24 часов в неделю, от 16 до 18 лет и инвалидов I и II группы – не более 35 часов.

Возможно установление неполного рабочего дня для беременной женщины; одного из родителей (опекуна, попечителя), имеющего ребенка в возрасте до четырнадцати лет (ребенка-инвалида в возрасте до восемнадцати лет). Оплата труда при этом производится пропорционально отработанному времени, без ограничений оплачиваемого отпуска, исчисления трудового стажа и других прав.

При работе в ночное время продолжительность рабочей смены сокращается на один час. К работе в ночную смену не допускаются беременные женщины; работники, не достигшие возраста 18 лет; женщины, имеющие детей в возрасте до трех лет, инвалиды, работники, имеющие детей-инвалидов, а также работники, осуществляющие уход за больными членами их семей в соответствии с медицинским заключением, матери и отцы-одиночки детей до пяти лет.

Организация обязана предоставлять ежегодный отпуск продолжительностью 28 календарных дней. Дополнительные отпуска предоставляются работникам, занятым на работах с вредными или опасными условиями труда, работникам имеющими особый характер работы, работникам с ненормированным рабочим днем и работающим в условиях Крайнего Севера и приравненных к нему местностях.

В течение рабочего дня работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается. Всем работникам предоставляются выходные дни, работа в выходные дни осуществляется только с письменного согласия работника.

Организация-работодатель выплачивает заработную плату работникам. Возможно удержание заработной платы только в случаях

установленных ТК РФ ст. 137. В случае задержки заработной платы более чем на 15 дней, работник имеет право приостановить работу, письменно уведомив работодателя.

Законодательством РФ запрещена дискриминация по любым признакам и принудительный труд [23].

7.5.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

К мероприятиям, относящимся к компоновке рабочей зоны относятся работы по организации рабочего места пользователя, позволяющие наилучшим образом организовать деятельность работника, делая его работу максимально удобной и безопасной.

Основным направлением применения разработанного продукта является демонстрация данных полученных ультразвуковым анемометром и усреднение этих данных, что позволяет метеорологам делать определенные метеорологические прогнозы, осуществлять анализ полученных данных, моделировать и создавать базу данных за большой промежуток времени. Сам продукт не влияет на организацию рабочей зоны, но работа с продуктом позволит реорганизовать работу специалистов, что в свою очередь повлияет на организацию рабочей зоны. Это может быть охарактеризовано с помощью следующих факторов:

- Повышение производительности математических вычислений метеорологических данных, что позволит метеорологу быстрее получать запрашиваемые данные;
- Сокращение умственных и зрительных нагрузок метеоролога за счет автоматизации анализа данных;

Все перечисленные факторы повышают и облегчают работу, а так же положительно сказываются на производительности труда.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был проведен сравнительный обзор и анализ основных концепций в сборе, систематизации и хранении данных метеорологических наблюдений. Основное внимание было уделено терминам и определениям в метеорологии, кластерным вычислительным системам и Grid-системам.

Были получены данные с ультразвукового анемометра. Была спроектирована структура и содержание основных классов инфраструктуры распределенной вычислительной среды. Были разработаны основные компоненты распределенной вычислительной системы. Было спроектировано программное обеспечение позволяющее решить задачу усреднения месячной температуры полученной с частотой 80Гц ультразвуковым анемометром, а также решена задача оценки средних и дисперсий для случайного процесса значений метеорологических величин и вычисления параметров атмосферной турбулентности.

В связи с полученным программным комплексом, исследователи будут иметь колоссальные преимущества:

- Повышение производительности математических вычислений метеорологических данных, что позволит метеорологу быстрее получать запрашиваемые данные.
- Сокращение умственных и зрительных нагрузок метеоролога за счет автоматизации анализа данных.

Кроме того, в выпускной квалификационной работе рассмотрены вопросы финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения, а также идентифицированы основные опасные и вредные производственные факторы, мероприятия по их устранению, и правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА

1. Сорокин В.А., Рохмистров Д.С., Ботыгин И.А. Разработка и исследование итеративного параллельного алгоритма формирования скрытых функционально-детерминированных структур для классификации и анализа метеорологических данных // Технологии Microsoft в теории и практике программирования: Сборник трудов XIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 22-23 марта 2016. – Томск: Изд-во ТПУ.
2. Численная реализация алгоритма фазовой группировки на примере температурных рядов В.А. Сорокин, Д.С. Рохмистров, Ю.В. Волков, П.Б. Завьялов // Молодежь и современные информационные технологии: Сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 9-13 ноября 2015. – Томск: Изд-во ТПУ.
3. Ботыгин И.А., Гордов Е.П., Зензин А.С., Рохмистров Д.С., Сорокин В.А. Математическое и программное обеспечение мультиагентной универсальной децентрализованной масштабируемой информационно-вычислительной системы // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине: Сборник трудов III международной научной конференции, Томск, 23-26 мая 2016. – Томск: Изд-во ТПУ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1) Метеорология // <http://studopedia.org/> URL: <http://studopedia.org/9-57941.html> (дата обращения: 03.06.2016).
- 2) Метеорология это // <http://dic.academic.ru/> URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/Метеорология> (дата обращения: 03.06.2016).
- 3) Кастер // <https://ru.wikipedia.org> URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Кластер> (дата обращения: 03.06.2016).
- 4) Разработка многомодульных программных комплексов // <http://cognitive.ru> URL: <http://cognitive.ru/assets/docs/scienwork/sbornic1/khlebut.doc> (дата обращения: 03.06.2016).
- 5) Метеорология // <http://www.booksite.ru/> URL: <http://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/075/990.htm> (дата обращения: 03.06.2016).
- 6) JFreeChart // JpGraph URL: <http://jpgraph.ru/index.php?sel=charts&id=7> (дата обращения: 03.06.2016).
- 7) Охрана труда. Основы безопасности жизнедеятельности // www.Grandars.ru. 2016. URL: <http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/ohrana-truda.html> (дата обращения: 22.04.2016).
- 8) ГОСТ 12.0.003-74. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация // Библиотека ГОСТов. 2016. URL: <http://vsegost.com/Catalog/41/41131.shtml> (дата обращения: 22.04.2016).
- 9) Ефремова О. С. Требования охраны труда при работе на персональных электронно-вычислительных машинах. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство «Альфа-Пресс», 2008. – 176 с.
- 10) Назаренко О. Б. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / О. Б. Назаренко, Ю. А. Амелькович; Томский политехнический университет. – 3-е изд., перераб. и доп. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 178 с.

11) СанПиН 2.2.4.548-96. Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений // Библиотека гостей и нормативов. 2016. URL: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5225/ (дата обращения: 23.04.2016).

12) Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник / С. В. Белов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2011. – 680 с.

13) СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы // Библиотека гостей и нормативов. 2016. URL: http://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/39/39082/#i72870 (дата обращения: 23.04.2016).

14) СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 // Докипедия. 2016. URL: <http://dikipedia.ru/document/5147250> (дата обращения: 23.04.2016).

15) ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. 2010. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-12-1-019-2009-ssbt> (дата обращения: 24.04.2016).

16) СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений // Библиотека гостей и нормативов. 2016. URL: http://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/2/2107/ (дата обращения: 24.04.2016).

17) СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и других объектов // Библиотека гостей и нормативов. 2016. URL:

http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/11/11774/ (дата обращения: 24.04.2016).

18) СанПиН 2.1.7.1322-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления. 2.1.7. Почва, очистка населённых мест, бытовые и промышленные отходы, санитарная охрана почвы // Библиотека гостов и нормативов. 2016. URL: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/11/11774/ (дата обращения: 02.05.2016).

19) Постановление Правительства РФ от 03.09.2010 N 681 (ред. от 01.10.2013) "Об утверждении Правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств, электрических ламп, ненадлежащие сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде // Консультант Плюс. 2015. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_104420/e1b31c36ed1083efeb6cd9c63ed12f99e2ca77ed/#dst100007 (дата обращения: 02.05.2016).

20) Энергосбережение в компьютерном мире // НWP. 2008. URL: http://www.hwp.ru/articles/Energoberezhenie_v_kompyuternom_mire_CHast_1___osnovnie_tendentsii/?SHOWALL_1=1 (дата обращения: 24.04.2016).

21) НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. 2016. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200032102> (дата обращения: 24.04.2016).

22) ППБ 01–03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2003.

23) Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 30.12.2015) // Консультант Плюс. 2015. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_34683/?utm_campaign=law_doc&utm_source=google.adwords&utm_medium=cpc&utm_content=Labor%20Code&gclid=CjwKEAjwgPe4BRCB66GG8PO69QkSJAC4EhHhU-5yAFZCJfmzkTLNGnrpgHHAyFPhhPzRo-sZGWmqnBoCPynw_wcB (дата обращения: 25.04.2016).

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Раздел 1

***ОБЗОР И АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ КОНЦЕПЦИЙ В СБОРЕ,
СИСТЕМАТИЗАЦИИ И ХРАНЕНИИ ДАННЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ
НАБЛЮДЕНИЙ***

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ4Б	Рохмистров Дмитрий Сергеевич		

Консультант кафедры ИПС:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ботыгин И.А.	к.т.н.		

Консультант – лингвист кафедры ИПС:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сидоренко Т.В.	к.п.н.		

The Processes occurring in the atmosphere, are studied by the various sciences related to a wide range fields of knowledge to different scientific knowledge. This is atmospheric physics and its Aeronomy section devoted to the study of the upper atmosphere; aerology – the domain of methods investigating physical processes in the free atmosphere; meteorology and climatology studying the processes and phenomena that occur mainly in the lower layer of the atmosphere – the troposphere. Atmospheric air – an essential element of the environment, so it is difficult to overestimate the role of meteorology and climatology when solving environmental problems.

Meteorology is the science about the atmosphere, its composition, structure, properties and physical and chemical processes. Meteorology refers to a set of geophysical sciences, because the study of the processes in the atmosphere is based on the general laws of physics. The main objective of meteorology is to describe the state of the atmosphere at a given physical point of a time and forecast its future state.

Climatology – the science about climate, that is, the aggregate of atmospheric conditions peculiar to this or that place, depending on its geographic situation. Climatology studies the regularities of the climate formation of, its changes in the past and future. Therefore, climatology, essentially, is the geographical science. it is closely related to meteorology, because understanding the laws of the climate formation of is possible only on the basis of the concepts and laws of meteorology.

The ongoing processes in the atmosphere is constantly changing its state. The physical state of the atmosphere at the Earth's surface and in the lower 30-40 km at a given time is called the weather. The weather is characterized by the meteorological variables, and atmospheric phenomena.

In addition to observing the processes occurring in the atmosphere, natural experiment and mathematical modeling methods are used in meteorology. The observation results are applied to the synoptic charts, whereas the results of

statistical processing of observations and results of mathematical modeling and forecasting are applied to the climatic maps.

Thus, the meteorological observations – is a measurement of meteorological variables and qualitative assessments of the atmospheric phenomena. There are the following basic meteorological quantities.

Atmosphere pressure. Each gas produces a pressure on it's limiting walls. The Pressure is a resultant force of the blows of the molecules on the wall, the force is directed normally. The Pressure is the force per unit area, directed perpendicular to it. The numerical value (module) of this force F divided by the area S is called the pressure:

$$P = \frac{F}{S}$$

Since the pressure of the gas caused by the movements of its molecules, the bombardment, which they are subjected to the wall, it depends on the speed of molecular movements. It is known that as the temperature increases and the gas volume is kept unchanged the molecular motion rate increases and that caused the increase of the pressure..

The atmospheric pressure distribution along the height depends on the pressure at the earth's surface and the air temperature distribution from the height. The Pressure decays approximately exponentially in an arithmetic progression, if the height increases. Indeed, at 5 km the pressure is almost twice lower than at sea level, at the level of 10 km – almost four times, etc.

Temperature. Air, like anybody always has a temperature other than absolute zero. The air temperature at each point of the atmosphere continuously changes with time. In addition, in various places in the earth at the same time, it is also different. At the Earth's surface temperature varies widely: the highest temperature value measured so far, in the tropical deserts - slightly below 60 ° C, while the lowest air temperature observed in the Soviet station "Vostok" in Antarctica, about -90 ° C. Thus, the values of temperature sweep at the surface of the globe is 150 ° C.

Humidity. Very often, the air often contains water vapor less than required to saturate it at this temperature. The degree of how air is close to the saturation condition is characterized by a relative humidity. The Relative humidity is the ratio of the actual partial pressure of water vapor e , contained in the air, to the pressure of the saturated steam at a temperature E of the air, expressed as a percentage.

$$f = \frac{e}{E} \cdot 100\%$$

Wind direction and speed. The movement of air relative to the earth's surface is called the wind. Usually it refers to the horizontal component of the movement. It is sometimes said of ascending or descending wind, i.e. take into account the vertical component of this movement. The Wind is characterized by a velocity vector. We know that every vector is determined by the absolute value and direction. When people talk about a wind speed, they keep in mind it is only a numeric value, i.e. the path traveled by the individual volume of air per unit by certain period of time with respect to the earth's surface. The direction of the velocity vector is called a wind direction. For a wind direction the bearing points from where the wind blows is taken, and measured from the point north through east.

a wind speed is expressed in meters per second (m / s). When servicing the aviation the wind speed expressed in kilometers per hour (km / h), while serving the Navy – the nodes, i.e. in nautical miles per hour.

The wind speed is also estimated in points – the so-called Beaufort scale. On the scale the whole range of possible values of the wind speed is divided into 12 grades. Each unit connects the scale wind speed with its various effects, such as the degree of rough seas, swaying tree branches, the spread of smoke from the chimneys, etc.

There are smoothed wind speed, i.e. certain average velocity value for a certain period of time is usually small, for which observations are made, and the instantaneous wind speed at the moment (measured very low-inertia instrument). Instant wind speed gusts and noted the sudden weakening of the wind. It varies

greatly around the smoothed speed can sometimes be significantly smaller or larger than it. On meteorological stations typically measure smoothed wind velocity.

The average wind speed at the surface close to 5-10 m / s and rarely exceed 12-15 m / s. The strong atmospheric whirlwinds and storms temperate latitudes speed may exceed 30 m / s, and in some gusts as high as 60 m / s. In tropical hurricane wind speed reached 65 m / s, and some gusts, according to the destruction, is excess of 100 m / s. In small-scale vortices (whirlwinds, tornado) can speed and 100 m / s. In the upper troposphere in the so-called jet streams average wind speed over large areas can be up to 70-100 m / s.

For atmospheric motions are characterized by quasi-horizontal. This means that the horizontal transfer speed of 100-1000 times the vertical velocity. Only under special conditions of intensive development of convection and in limited areas vertical components of air velocity can reach several meters per second, i.e. about horizontal velocities.

In recent years, very much in demand measurement of wind speed at the surface ultrasonic anemometers. Figure 1 displays a three-dimensional ultrasonic anemometer. Devices for measuring wind on surface weather stations are installed at a height of 10-12 m above the ground. Measured wind called the wind near the earth's surface.



Fig. 1. A three-dimensional ultrasonic anemometer

Under the direction of the wind meant the direction from which it blows. Specify this direction can be by calling a point of the horizon from the wind blows, or the angle between the wind direction and the meridian of the place, i.e. azimuth. There are 8 basic rumbs of the horizon: the north, northeast, east, southeast, south, southwest, west, northwest. And 8 intermediate rumbs of the compass between the two: the north-northeast, east-northeast, east-south-east, south-south-east, south-south-west, west-south-west, west-north-west, north -northwest. Figure 2 displays the horizon's rumbs.

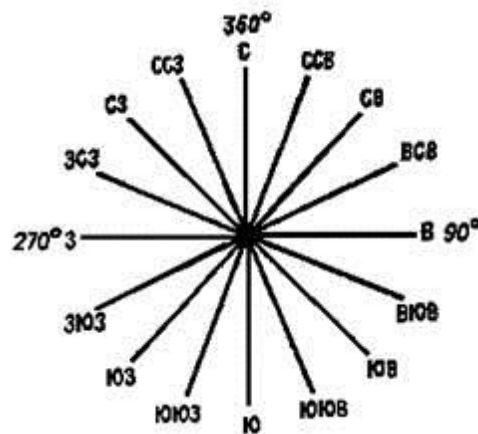


Fig. 2. Horizon's rumbs

The Meteorological Service of each country cooperates closely with the meteorological services of other countries, exchanging information and coordinating methodology for meteorological observations.

In the limited extent in applied meteorology is used natural experiment. The meteorological experiments are experiments and precipitation of clouds dissipate and fog diffusion by physical and chemical effects on them, the impact on the storm clouds to prevent hail precipitation.

In recent years, we began to apply some of the methods of mathematical modeling of atmospheric processes. Modeling is based on physico-mathematical analysis of atmospheric processes, which, being physical in nature, are described by the laws of general physics. Based on these laws, in particular, the laws of motion in a continuum, drawn up differential equations describing certain atmospheric processes. Then, using actual data as the primary, solve these

equations numerically by computer systems. At the same time take into account that because of the complexity of atmospheric processes, accurate descriptions of one system of equations is impossible, therefore, simplify alignment by constructing models of the atmosphere of varying complexity, which remain the main factors that determine the atmospheric processes. In this way, find quantitative laws of atmospheric processes and predict their development. The model is compared with the actual picture, and on this basis judging about the degree of accuracy of the description of the real atmosphere. This modeling technique is now widely purchased and used in weather forecasting, and climate theory.

Observations on large territories made at the same time applied to the card called synoptic. They allow to see how distributed weather conditions and, therefore, what were the properties of the atmosphere and the nature of atmospheric processes in this moment of time in a large area. Results of statistical processing of long-term observations applied to the cartographic basis called climatological map [1].

To monitor the state of the atmosphere the weather satellites, which provides the information about many meteorological values for the entire globe are used. For ground-based observations of clouds and precipitation the radar methods are used. To measure meteorological parameters in the surface layer automatic the weather stations are widely used. Use of automation in the meteorological observation and processing the data are of great demand. Studies in theoretical meteorology widely uses high-performance computing systems, the use of which has been of great importance to the development and improvement of numerical methods of the weather forecasts. Expanding the use of quantitative physical methods of a research in the fields of meteorology, climatology, agricultural meteorology, person biometeorology, where previously they were hardly used [2].

Computers process the incoming information about air pressure, air currents, temperature distribution and on this basis make the rough distribution of

pressure cards, which count the most likely in the future, the maximum and minimum daily temperature, wind direction and it's force, type and amount of clouds, where rainfall is expected and the most probable weather phenomena. Thus, the accumulated and incoming volume of meteorological measurements, the complexity of their mathematical treatment, of course, imply the use of computing clusters.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б CD-ДИСК
(обязательное)