

Школа - Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 01.03.02 Прикладная математика и информатика
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение информационных технологий

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Исследование алгоритма динамической кластеризации на примере климатических данных

УДК 004.021-047.37:004.93'14:5:551.583

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Б51	Пальцев Демид Михайлович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Шевелев Геннадий Ефимович	Доцент, к.ф.- м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Подопригора Игнат Валерьевич	Доцент, к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООТД	Мезенцева Ирина Леонидовна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Шевелев Геннадий Ефимович	Доцент, к.ф.-м.н.		

Томск – 2019 г.

Результаты обучения по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Код Результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, Критерии АИОР
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Применять <i>глубокие математические и профессиональные знания</i> для решения задач научно-исследовательской, проектной, производственной и технологической деятельности в области системного и прикладного программирования.	Требования ФГОС (ОК-11, 12, ПК-3, 10), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> Требования профессиональных стандартов Ассоциации предприятий компьютерных и информационных технологий Требования работодателей: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академика Е.И. Забабахина», ООО НАЦ «Недра», ИХН СО РАН
P2	Умение использовать знания по естественнонаучным дисциплинам при определении задач математического моделирования объектов и явлений в различных предметных областях	Требования ФГОС (ПК-3,9) Критерий 5 АИОР (п.5.2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> Требования работодателей: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академика Е.И. Забабахина», ООО «НАПО им. В.П. Чкалова», ИХН СО РАН
P3	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.	Требования ФГОС (ОК-5, 11, 12,14,15, ПК-2, 6), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> Требования профессиональных стандартов Ассоциации предприятий компьютерных и информационных технологий Требования работодателей: Контек, ОАО «Газпром переработка», ООО Нижневартговскэнергонефть».
P4	Выполнять <i>инновационные проекты</i> с применением <i>глубоких профессиональных знаний</i> и <i>эффективных методов</i> проектирования для достижения	Требования ФГОС (ОК-14, ПК- 7, 9,14), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

	<i>новых результатов, обеспечивающих конкурентные преимущества в условиях экономических, экологических, социальных и других ограничений.</i>	Требования профессиональных стандартов Ассоциации предприятий компьютерных и информационных технологий. Требования работодателей: Контек, ОАО «Газпром переработка», ИХН СО РАН.
P5	<i>Демонстрировать знание о формах организации образовательной и научной деятельности в высших учебных заведениях, иметь навыки преподавательской работы.</i>	Требования ФГОС (ОК-1, 10, 16, ПК-1, 14, 15), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P6	Способность осуществлять организационно-управленческую и социально-ориентированную деятельность с соблюдением профессиональной этики	Требования ФГОС (ОК-5,13,16, ПК-11-13,16) Критерий 5 АИОР (п.5.2.12-13) согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Универсальные компетенции</i>		
P7	<i>Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, включая разработку документации и представление результатов инновационной деятельности. Толерантность в восприятии социальных и культурных различий.</i>	Требования ФГОС (ОК-2, 3,4, 7, ПК-8). Критерий 5 АИОР (п. 5.2.11), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> и Требования профессиональных стандартов Ассоциации предприятий компьютерных и информационных технологий
P8	Эффективно работать индивидуально, в качестве <i>члена и руководителя группы</i> , состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность <i>следовать корпоративной культуре</i> организации	Требования ФГОС (ОК-1,4, 6, ПК-8,11,12), Критерий 5 АИОР (пп. 5.2.9,5.2.13), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> и Требования профессиональных стандартов Ассоциации предприятий компьютерных и информационных технологий. Требования работодателей: Контек, ОАО «Газпром переработка», ООО Нижневартговскэнергонефть».
P9	<i>Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности. Способность к интеллектуальному, культурному, нравственному и профессиональному саморазвитию.	Требования ФГОС (ОК-8,9,16, ПК-5, 11), Критерий 5 АИОР (5.2.14), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> . Требования работодателей: Контек, ОАО «Газпром переработка», ООО Нижневартговскэнергонефть».

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

Школа - Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 01.03.02 Прикладная математика и информатика
 Уровень образования – Бакалавриат
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

дипломной работы

Студенту:

Группа	ФИО
8Б51	Пальцев Демид Михайлович

Тема работы:

Исследование алгоритма динамической кластеризации на примере климатических данных	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 2766/с от 12.02.2019 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объектом исследования является алгоритм кластеризации температурных данных
--	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Обзор методов группировки 2) Анализ температурных сигналов 3) Исследование алгоритма климатической кластеризации с помощью математической модели 4) Результаты натурального эксперимента
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(если необходимо, с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Доцент ОСГН ШБИП ТПУ Подопригора Игнат Валерьевич</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Ассистент ООТД ТПУ Мезенцева Ирина Леонидовна</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>05.02.2016 г.</p>
--	----------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Шевелев Геннадий Ефимович	Доцент, к.ф.-м.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Б51	Пальцев Демид Михайлович		

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

Школа - Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 01.03.02 Прикладная математика и информатика
 Уровень образования – Бакалавриат
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение информационных технологий

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Б51	Пальцев Демид Михайлович

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	Информационных технологий
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Прикладная математика и информатика

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Человеческие ресурсы – 2 человека (руководитель и студент-дипломник).
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Необходимо составить календарный план НИ и рассчитать затраты НИ.
2. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет интегральных показателей эффективности исследования, выбор наилучшего исполнения.

Перечень графического материала:

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Подопригора Игнат Валерьевич	Кандидат экономических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Б51	Пальцев Демид Михайлович		

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

Школа - Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 01.03.02 Прикладная математика и информатика
 Уровень образования – Бакалавриат
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение информационных технологий

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Б51	Пальцев Демид Михайлович

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	Информационных технологий
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Прикладная математика и информатика

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	1. Объектом исследования является алгоритм кластеризации температурных данных. Рабочим местом для проведения исследования является кабинет с персональным компьютером.
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности. 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: – термические опасности; – электробезопасность.	1.1 Рассмотрены вредные факторы: – отклонение показателей микроклимата; – недостаточная освещенность; – монотонный режим работы. 1.2 Рассмотрены опасные факторы: – повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; – возгорание эксплуатируемого оборудования
2. Экологическая безопасность: 2.1 Анализ воздействия объекта на окружающую среду; 2.2 Разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	2.1 Рассмотрены негативно влияющие на экологию факторы при эксплуатации компьютера. 2.2 Решения по обеспечению экологической безопасности согласно нормативным документам.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	3.1 Перечень возможных ЧС, которые могут

3.1 Перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; 3.2 Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	возникнуть при работе в помещении офиса. 3.2 Способы защиты от пожара и ликвидация последствий.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: 4.1 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	4.1 Организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся за персональным компьютером.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООТД ШБИП	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Б51	Пальцев Демид Михайлович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 59 с., 9 рис., 18 табл., 17 источников.

Ключевые слова: математическая модель, температурные сигналы, аналитический сигнал, классификация климата, климатическая кластеризация.

Объектом исследования является алгоритм климатической кластеризации.

Цель работы – реализация и применение алгоритма на реальных климатических данных.

В процессе исследования проводился натурный эксперимент по исследованию алгоритма климатической группировки с использованием математической модели.

В результате исследования показана применимость огибающих и фаз температурных сигналов для построения климатических кластеров. Представлена математическая модель температурного сигнала в форме колебания, модулированного по амплитуде и фазе. Вычисление амплитуды и фазы реализовано на основе теории аналитического сигнала. Амплитуда и фаза температурных сигналов применены в качестве критериев выделения климатических кластеров. Описан алгоритм климатической кластеризации. В результате анализа показано, что спектр температурного сигнала, полученного на метеостанции, расположенной вблизи экватора, не имеет достаточно выраженной спектральной компоненты на несущей частоте.

Значимость работы заключается в возможности создания основ мониторинга качественных изменений в климатической системе

Оглавление

Введение.....	12
1. Обзор методов группировки.....	13
1.1. Кластерный анализ	13
1.2. Метод главных компонент.....	13
1.3. Многофакторный анализ	14
2. Построение математической модели.....	16
2.1. Предварительный анализ данных инструментальных измерений.....	16
2.2. Математическая модель.....	19
2.3. Аналитический сигнал.....	20
2.4. Анализ расчетных данных.....	21
3. Алгоритм климатической кластеризации.....	23
4. Результаты натурального эксперимента	26
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	28
5.1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала научных исследований.....	28
5.1.1. Потенциальные потребители результатов исследований	28
5.1.2. Анализ конкурентных технических решений	29
5.1.3. SWOT – анализ	29
5.2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.....	31
5.3. Планирование научно-исследовательских работ.....	31
5.3.1. Структура работ в рамках научного исследования.....	31
5.3.2. Определение трудоемкости выполнения работ	32
5.3.3. Разработка графика проведения научного исследования	33
5.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	35
5.4.1. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.....	35
5.4.2. Основная заработная плата исполнителей темы.....	36
5.4.3. Дополнительная заработная плата	36
5.4.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	37
5.4.5. Накладные расходы	38

5.4.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта ..	38
5.5. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	39
6. Социальная ответственность	42
Введение.....	42
6.1. Производственная безопасность.....	42
6.2. Вредные производственные факторы.....	44
6.2.1. Отклонение показателей микроклимата	44
6.2.2. Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	46
6.3. Опасные производственные факторы.....	49
6.3.1. Опасность поражения электрическим током	49
6.3.2. Опасность возникновения пожара	51
6.4. Экологическая безопасность	51
6.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	52
6.6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	53
6.6.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства	53
6.6.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей	54
Выводы по разделу.....	55
Заключение.....	57
Список использованных источников.....	58

Введение

Изучение изменений в климатической системе Земли в целом или отдельных её регионов с течением времени является актуальной задачей. Наличие в этой системе глобальных процессов, способных кардинально изменять условия жизни биологических объектов, делают эту задачу наиболее значимой. Сложность исследования и прогнозирования изменений в климатической системе заключается в ее многокомпонентности. Количественная оценка вклада каждого климаторегулирующего фактора в изменения климата – это задача, не имеющая на данный момент времени однозначного решения [1].

Энергия Солнца является источником вынуждающего воздействия и «модулятором» различных изменений параметров геосферы Земли. Она инициирует и синхронизирует природно-климатические процессы [2]. Поля параметров трансформируются в приземном слое Земли в зависимости от географического положения местности и условий подстилающей поверхности [3].

Изучение климатической системы основано на выделении статистически достоверных отклонений, характеризующих ее параметров. Востребованы исследования характеристик физических процессов, происходящих в климатической системе, на основе создания новых эффективных методов анализа данных [4-6]. Важной задачей является кластеризация климата, установление границ между классами и оценка их изменчивости.

Анализ изменений климата, включающий выявление закономерностей, проведен на основе данных инструментальных измерений климатических параметров. В основу исследования положен принцип синхронности изменений климатических параметров, обусловленный циклическими движениями в Солнечной системе. Синхронность представляется как фундаментальное свойство климатических кластеров.

1. Обзор методов группировки

В разных научных областях существует потребность в обработке больших массивов данных, уменьшения объема данных и выделения важной информации. При работе с большими объемами данных используются методы кластерного анализа многофакторный анализ, метод главных компонент и другие.

1.1. Кластерный анализ

Кластеризация (или кластерный анализ) — это задача классификации объектов на основе их сходства друг с другом, когда принадлежность объектов каким-либо классам не задается. Кластерный анализ – это многомерная статистическая процедура, которая выполняет сбор данных, содержащих информацию о выборке объектов, и затем упорядочивающая объекты в сравнительно однородные группы (кластеры). Кластеры – группа элементов, характеризуемых общим свойством, главная цель кластерного анализа – нахождение групп схожих объектов в выборке. Результат применения кластерного анализа – набор пространственных областей (кластеров), обладающих похожим поведением изучаемого параметра или целого набора параметров. Главное отличие кластеризации от классификации состоит в том, что перечень групп четко не задан и определяется в процессе работы алгоритма [7].

1.2. Метод главных компонент

Метод главных компонент – один из способов понижения размерности, который заключается в преобразования данных из многомерного атрибутивного пространства в новое многомерное атрибутивное пространство, оси которого повернуты по отношению к осям исходного пространства. Оси (атрибуты) в новом пространстве некоррелированы. Дисперсия максимальна вдоль первой оси, вторая ось максимизирует дисперсию при условии ортогональности первой, последняя ось имеет минимальную дисперсию.

Главная причина преобразования данных при выполнении анализа по методу главных компонент – сжатие данных путем исключения избыточности, существующей в данных.

1.3. Многофакторный анализ

Целью дисперсионного анализа является проверка значимости различия между средними в разных группах с помощью сравнения дисперсий этих групп. Разделение общей дисперсии на несколько источников (связанных с различными эффектами в плане) позволяет сравнить дисперсию, вызванную различием между группами, с дисперсией, вызванной внутригрупповой изменчивостью. Проверяемая гипотеза состоит в том, что различий между группами нет. Если нулевая гипотеза истинна, тогда оценка дисперсии, связанной с внутригрупповой изменчивостью, должна быть близкой к оценке межгрупповой дисперсии. Если ложна – гипотеза отклоняется. [8]

Задача многофакторного дисперсионного анализа возникает тогда, когда нужно определить влияние двух или большего количества условий на определенную случайную величину. Исследование предусматривает наличие одной зависимой случайной величины, измеренной в шкале разницы или отношений, и нескольких независимых величин, каждая из которых выражена в шкале наименований или в ранговой. Дисперсионный анализ данных является достаточно развитым разделом математической статистики, который имеет массу вариантов. Концепция исследования общая как для однофакторного, так и для многофакторного. Сущность ее состоит в том, что общую дисперсию разбивают на составляющие, что соответствует определенной группировке данных. Каждой группировке данных соответствует своя модель [9].

Основная проблема, возникающая при проведении факторного анализа, заключается в необходимости рационально интерпретировать полученные макрокатегории. Так как данная проблема не имеет универсального решения,

она нуждается в отдельном анализе в каждом конкретном случае. Еще одним ограничением применения факторного анализа является ситуация, когда одна и та же переменная относится сразу к нескольким факторам, то есть переменную нельзя однозначно классифицировать [10]. В таком случае следует либо отказаться от использования факторного анализа и попытаться применить другие статистические методики (например, кластерный анализ), либо заново пересчитать факторную модель без данной переменной, а затем вручную отнести неоднозначную переменную к тому или иному фактору на основании логических соображений.

2. Построение математической модели

2.1. Предварительный анализ данных инструментальных измерений

В ходе работы использованы среднемесячные значения приземной температуры – температурные сигналы $T_0(\tau)$, полученные на 818 метеостанциях Северного полушария за период с 1955 по 2010 гг., интервал наблюдений составляет 55 лет [11]. Первый сигнал (рисунок 2.1) получен на метеостанции «Tomsk» (г. Томск, Россия, синоптический индекс 29430; широта $56,5^\circ\text{N}$; долгота $84,9^\circ\text{E}$; высота над уровнем моря 139 метров), расположенной в умеренных широтах, второй (рисунок 2.2) на метеостанции «Ciudad Bolivar» (г. Сьюдад-Боливар, Венесуэлла; синоптический индекс 80444; широта $8,2^\circ\text{N}$; долгота $63,6^\circ\text{W}$; высота над уровнем моря 48 метров), расположенный в тропических широтах.

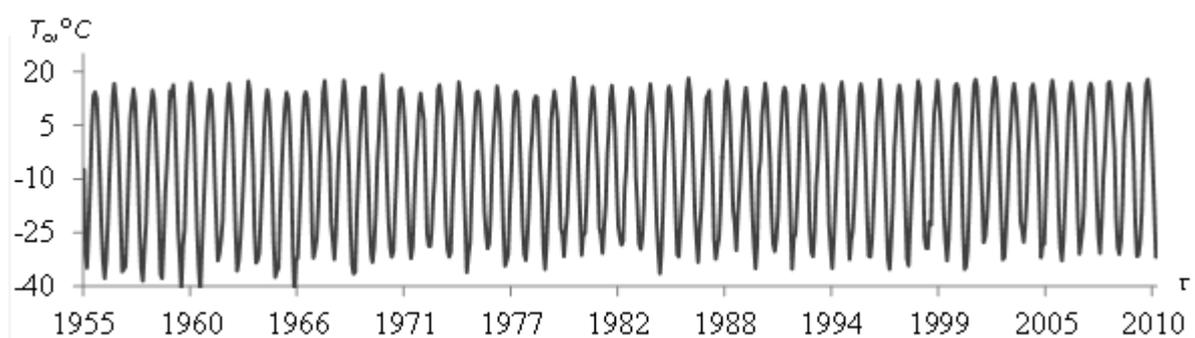


Рисунок 2.1 – Температурный сигнал за период 1955-2010 гг., полученный на метеостанции «Tomsk» (Россия; синоптический индекс 29430; широта $56,5^\circ\text{N}$; долгота $84,9^\circ\text{E}$; высота над уровнем моря 139 метров)

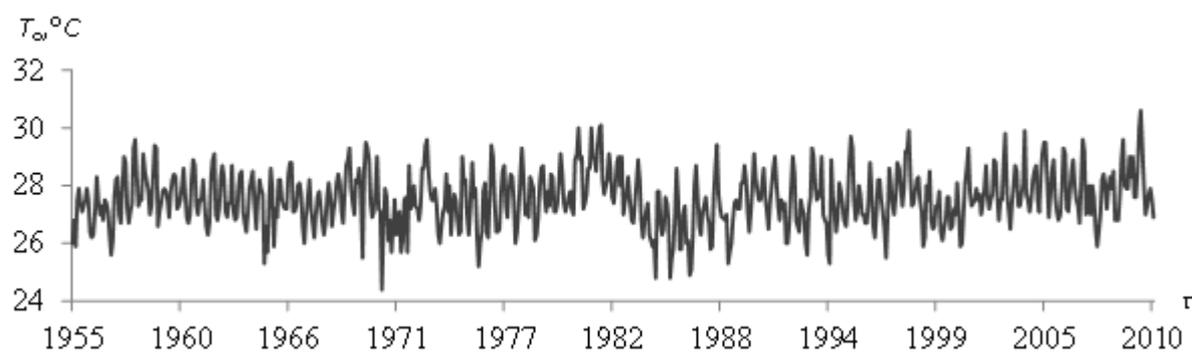


Рисунок 2.2 – Температурный сигнал за период 1955-2010 гг., полученный на метеостанции «Ciudad Bolívar» (г. Сьюдад-Боливар, Венесуэлла; синоптический индекс 80444; широта $8,2^{\circ}\text{N}$; долгота $63,6^{\circ}\text{W}$; высота над уровнем моря 48 метров)

Численная реализация оператора Фурье-преобразования F осуществлялась применением алгоритма быстрого преобразования Фурье, который предназначен для периодических сигналов. Для температурных сигналов, характерен период в один год. Сигналы были периодически продолжены за пределы интервала наблюдения. Дополнительно 660 отсчетов температуры интерполировались сплайнами до 2048. Данные действия выполнялись для минимизации погрешностей реализации быстрого преобразования Фурье. Расчет быстрого преобразования Фурье был реализован в программе «Mathcad». В ходе исследования была проведена оценка отклонения сигнала, подвергнутого прямому и обратному быстрому преобразованию Фурье, от исходного температурного сигнала. Максимальное абсолютное значение погрешности составило $2,9 \cdot 10^{-14}$.

В частотном спектре температурного сигнала умеренных широт (рисунок 2.3) наиболее выражен модуль на частоте, равной 55, соответствующей несущей частоте колебания с периодом в один год на всем интервале наблюдения. Менее выражены модули на кратных частотах, которые могут быть следствием нелинейных искажений некоторого начального колебания, как результат наличия модулирующих процессов. Несущая частота

в частотном спектре сигнала тропических широт (рисунок 2.4) выражена слабо. В частотных спектрах обоих сигналов (рисунки 2.3, 2.4) присутствуют также значительные постоянные составляющие на нулевой частоте. Имеется широкополосный частотный фон, величина которого для сигнала, характеризующего умеренные широты, не более 10% от уровня несущей частоты (рисунок 2.3). Сравнительный анализ сигналов разных метеостанций показывает, что в умеренном поясе в спектре температурного сигнала преобладает несущая частота (рисунок 2.3), тогда как в спектре сигналов тропического пояса несущая частота выделяется не более чем на 8% от фоновых частот (рисунок 2.4).

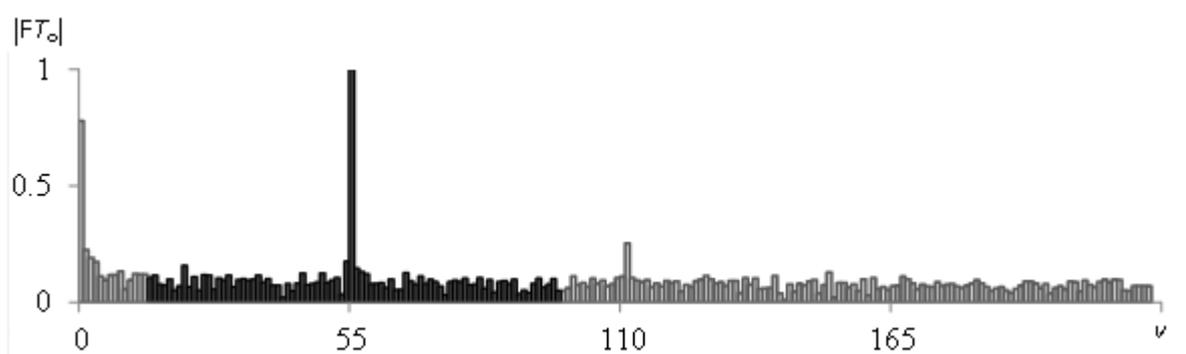


Рисунок 2.3 – Нормированный модуль температурного сигнала преобразования Фурье за период 1955-2010 гг., полученный на метеостанции «Tomsk» (Россия; синоптический индекс 29430; широта 56,5°N; долгота 84,9°O; высота над уровнем моря 139 метров). Спектральные частоты представлены в долях интервала наблюдения, показаны первые 224 отсчета из 2048

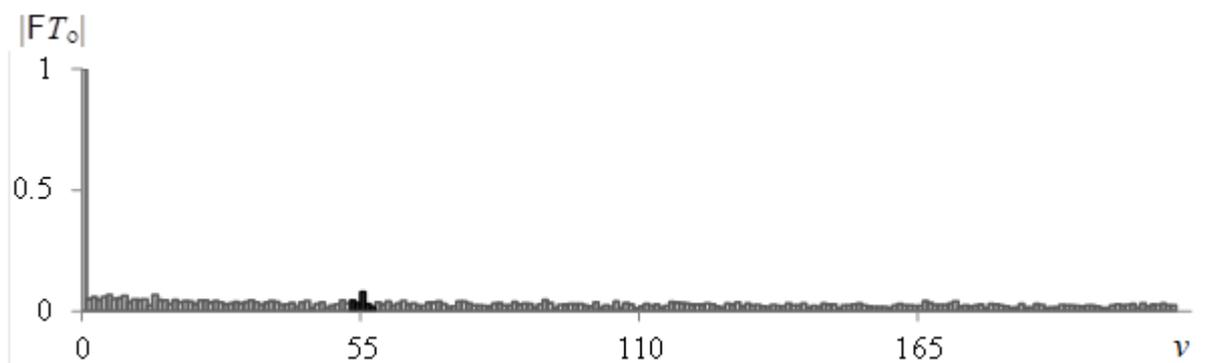


Рисунок 2.4 – Нормированный модуль температурного сигнала преобразования Фурье за период 1955-2010 гг., полученный на метеостанции «Ciudad Bolivar» (г. Сьюдад-Боливар, Венесуэлла; синоптический индекс 80444; широта $8,2^{\circ}\text{N}$; долгота $63,6^{\circ}\text{W}$; высота над уровнем моря 48 метров). Спектральные частоты представлены в долях интервала наблюдения, показаны первые 224 отсчета из 2048

2.2. Математическая модель

Сигнал, описывающий изменение температуры, можно построить в виде квазипериодического колебания, обусловленного глобальным ежегодным циклом вращения Земли, модулированного по амплитуде и фазе в результате влияния процессов различной природы. Формальная математическая модель такого сигнала представляется в виде:

$$T_0(\tau) = a_0 \cdot [1 + m \cdot a_m(\tau)] \cdot \cos[2\pi\nu_c\tau + n\varphi_m(\tau)], \quad (2.1)$$

где τ – время, a_0 – амплитуда несущего колебания, m , n – индекс амплитудной, фазовой модуляции, $a_m(\tau)$ – сигнал модулирующий амплитуду, $\varphi_m(\tau)$ – сигнал, модулирующий фазу, ν_c – несущая частота.

Несущее колебание имеет период равный одному календарному году. Функции, описывающие модулирующие воздействия, в реальных температурных сигналах имеют сложную форму. Наибольшая часть информации, для реальных сигналов, содержится в симметричном частотном интервале шириной $\Delta\nu$, в котором нет иных выраженных спектральных составляющих кроме несущей частоты ν_c , относительно которой интервал центрирован (рисунки 2.3, 2.4). Если справедливо неравенство $\Delta\nu/\nu_c \gg 1$, то спектр на этом интервале соответствует узкополосному гармоническому колебанию, модулированному по амплитуде и фазе. Данное условие выполняется только для температурного сигнала метеостанции умеренных широт (рисунок 2.1). Преобразованный модулированный по амплитуде и фазе

температурный сигнал $T(\tau)$ может быть выделен из исходного температурного сигнала $T_0(\tau)$, путем применения спектрального окна $\Omega(\nu)$ с эффективной шириной $\Delta\nu$. Данное преобразование можно представить таким образом:

$$T(\tau) = F^{-1}\{\Omega \cdot [FT_0(\tau)]\} = A(\tau)\cos\Phi(\tau),$$

где F – оператор преобразования Фурье, $\Phi(\tau), A(\tau)$ – модулированная полная фаза, амплитуда.

2.3. Аналитический сигнал

Законы изменения амплитуды и фазы в выражении (2.1) требуют определения, которое должно поддерживаться вычислительным алгоритмом. Непротиворечивое определение амплитуды и фазы дается на основе аналитического сигнала (АС), введенного в 1946 г. Д. Габором [12]. Аналитический сигнал $W(\tau)$ является комплексной функцией, которая представляет колебание температуры $T(\tau)$ во времени как естественное обобщение гармонических колебаний:

$$W(\tau) = T(\tau) + iV(\tau), V(\tau) = \frac{1}{\pi} \text{v.p.} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{T(s)}{\tau-s} ds, \quad (2.2)$$

где несобственный интеграл определен в смысле главного значения по Коши (v.p.) в тех случаях, когда $s \rightarrow \pm\infty$ и при $\tau = s$. Мнимая составляющая аналитического сигнала – $V(\tau)$ является Гильберт-трансформантой [13,14] его действительной части $T(\tau)$. Введение комплексного представления $W(\tau)$ позволяет определять амплитуду и фазу известным способом:

$$A(\tau) = \sqrt{T^2(\tau) + V^2(\tau)}, \Phi(\tau) = \text{arctg} \frac{V(\tau)}{T(\tau)}, \quad (2.3)$$

Функция $A(\tau)$ для сигнала описывает закон изменения его амплитуды, более точным будет обозначать данную функцию, как ее огибающую.

Величина $\Phi(\tau)$ – есть полная фаза, которая определена как главное значение функции arctg и может быть сшита при выполнении условия

непрерывности. Для узкополосного сигнала непрерывная фаза $\Phi(\tau)$ всегда реализуется и изменяется монотонно.

С вычислительной точки зрения преобразование Гильберта эквивалентно умножению в частотной области (ν) на функцию $isgn(\nu)$, поэтому АС, соответствующий данной действительной функции $T(\tau)$, получается путем обнуления одной половины Фурье-спектра этой функции. Такой односторонний спектр называют причинным или каузальным. Эта операция использует свойства преобразования Гильберта и справедлива не только для узкополосных сигналов, но и в более общих случаях, когда $T(\tau)$ по своей природе является двухполосным сигналом, т.е. когда несущая частота ν_c высока лишь настолько, что спектры функций $\exp(i2\pi\nu_c\tau)$ и $A(\tau)\exp(i\Phi(\tau))$ не пересекаются. Для реальных сигналов это условие выполняется приближенно. В нашем случае сигнал $T(\tau)$ формируется искусственно, для него всегда можно подобрать спектральное окно таким, что фаза $\Phi(\tau)$ будет монотонной [15]. Однако для сохранения полезной информации размер спектрального окна нужно выбирать максимально широким при выполнении условия монотонности фазы.

2.4. Анализ расчетных данных

Расчитанные, в соответствии с формулами (2.3) для двух характерных сигналов $T(\tau)$, огибающие (рисунки 2.5, 2.6) имеют разный характер поведения. Огибающая, характеризующая сигнала умеренных широт (рисунок 2.5), на выбранном интервале времени изменяется больше, чем огибающая сигнала экваториальной зоны (рисунок 2.6). Подобные отличия имеют также и преобразованные фазовые функции, полученные путем вычитания из полных фаз прямых, характеризующих фазу несущего колебания (рисунок 2.7). Данный результат является следствием применения малого размера спектрального окна при фильтрации частотного спектра экваториального сигнала с целью соблюдения условия монотонности фазы. Огибающая и фаза сигнала

экваториальных широт содержат недостаточное для дальнейшего анализа количество информации. Пригодными для дальнейшего анализа являются огибающая и фаза сигнала умеренных широт. В частотных спектрах, как фазы, так и огибающей сигнала, наиболее выражены частоты в интервале от 0 до 40, что соответствует колебаниям с периодами более одного года. В полученных частотных комбинациях содержится информация, которую можно использовать для оценки сходства между сигналами разных метеостанций и построения алгоритма климатической кластеризации.

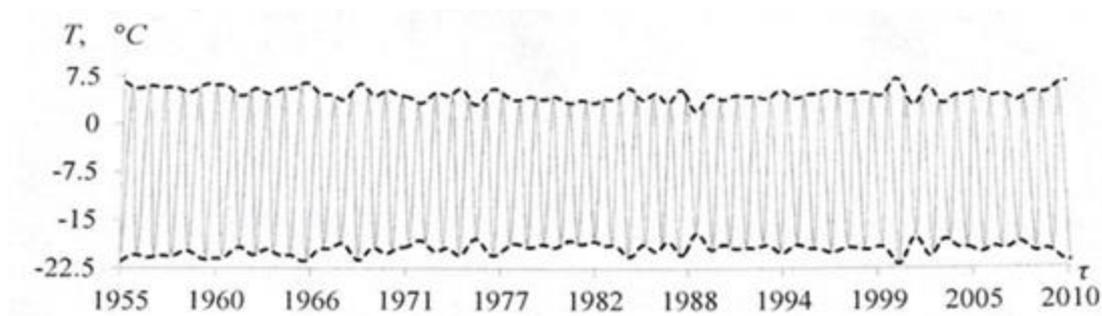


Рисунок 2.5 – Огибающая фильтрованного температурного сигнала, полученного на метеостанции «Tomsk»

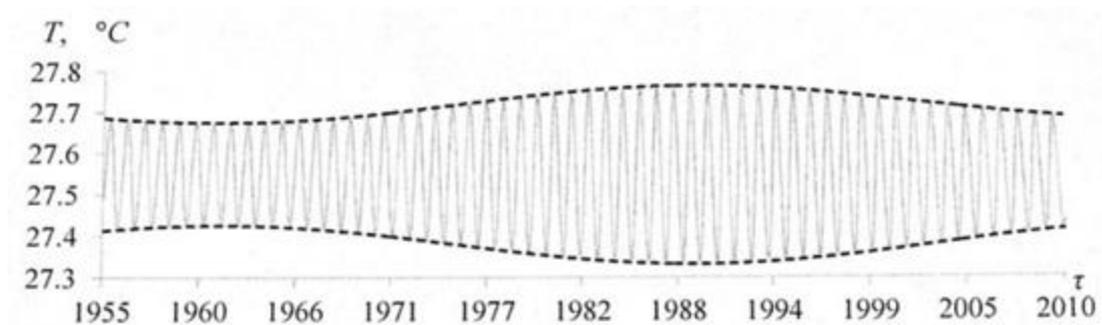


Рисунок 2.6 – Огибающая фильтрованного температурного сигнала, полученного на метеостанции «Ciudad Bolivar»

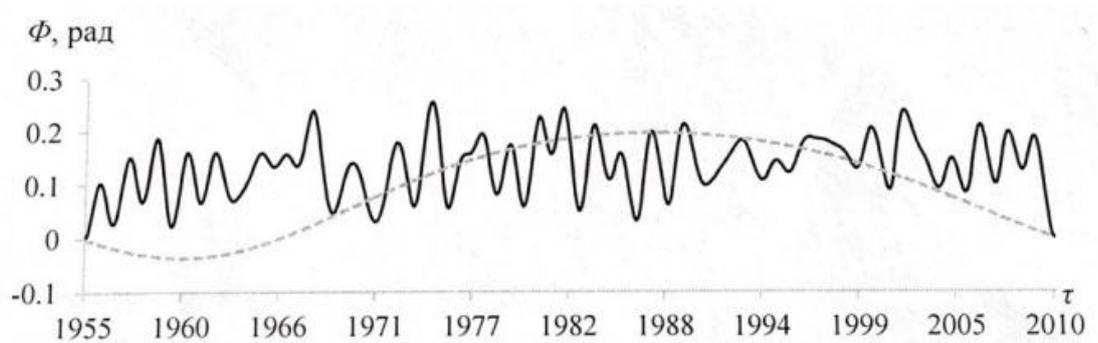


Рисунок 2.7 – Фазы температурных сигналов, полученные на метеостанциях «Tomsk» (сплошная линия) и «Ciudad Bolivar» (пунктирная линия)

3. Алгоритм климатической кластеризации

Вычисленные преобразованные фазы или огибающие образуют множество \mathcal{L}^i , номера элементов которого соответствуют метеостанциям с номерами $j=1,2,\dots,N$ или $k=1,2,\dots,N$, $N=818$, i – порядковый номер итерации. Процедура кластеризации состоит в вычислении корреляционной матрицы $\|r_{j,k}\|$ элементов множества и последующего разбиения этого множества на кластеры G^n с номерами n такими, что коэффициент корреляции его элементов внутри кластера $r_{j,k} = \langle \mathcal{L}_j^i, \mathcal{L}_k^i \rangle \geq r$, где r – заданный уровень корреляции.

Для элементов множества \mathcal{L}^i , попавших в один из кластеров G^i , определяется «текущая» огибающая или фаза, которая вычисляется как среднее значение всех элементов вошедших в кластер. Это действие выполняется для каждого кластера. Формируется новое множество \mathcal{L}^{i+1} с размерностью такой же, как и у множества \mathcal{L}^i , элементами которого являются рассчитанные «текущие» огибающие и фазы. Определяется уровень отличия между массивами путем расчета абсолютной разницы между элементами массивов \mathcal{L}^i и \mathcal{L}^{i+1} . В случае превышения максимального значения абсолютной разницы между элементами заданного уровня точности $\varepsilon = \pm 0,001$, вычисление матрицы $\|r_{j,k}\|$ повторяется для элементов массива \mathcal{L}^{i+1} , и заново формируются

кластеры G^{n+1} . Итерационный процесс останавливается тогда, когда значения элементов внутри выделенных кластеров текущей итерации отличаются от аналогичных значений предыдущей итерации на величину меньше заданной ε . Сходимость итерационного процесса следует из двух условий: конечности выборки (число метеостанций равно N) и справедливости неравенства $|\langle L_j^i \rangle| \leq \max |L_j^i|$. Число групп не может быть больше числа элементов. В итерационном процессе значения текущих элементов из любого подмножества выборки стремятся к предельному числу кластеров. Количество кластеров зависит от коррелированности участвующих в итерационном процессе исходных и «текущих» элементов, а также от заданного уровня корреляции r . Полученные «текущие» функции характеризуют климатические закономерности, вокруг которых формируются климатические кластеры (нужно расписать). В полученные кластеры включаются климатические станции, для которых уровень корреляций исследуемых характеристик температурных сигналов с «текущей» удовлетворяет заданному критерию r . Кластеры с одинаковым составом станций учитываются один раз.



Рисунок 3.1 – Блок-схема итерационного процесса группировки

4. Результаты натурального эксперимента

Применение алгоритма климатической кластеризации к множеству, состоящему из 818 температурных сигналов при заданном уровне корреляции $r=0.8$ и $\varepsilon=\pm 0.001$, привело к его сокращению до 17 кластеров по фазам (максимальное число итераций $i=11$) и до 16 кластеров по огибающим (максимальное число итераций $i=10$). Конечное число итераций при неизменном значении $\varepsilon=0.001$ является подтверждением наличия сходимости итерационного алгоритма. В распределении элементов выделенных кластеров по географическим координатам существует четкая географическая локализация. Каждый отдельный кластер характеризует географический район, где изменения температуры происходят синхронно [16]. Климатические кластеры соответствуют известным климатическим классификациям [17], что является подтверждением правильности разработанного формализованного подхода.

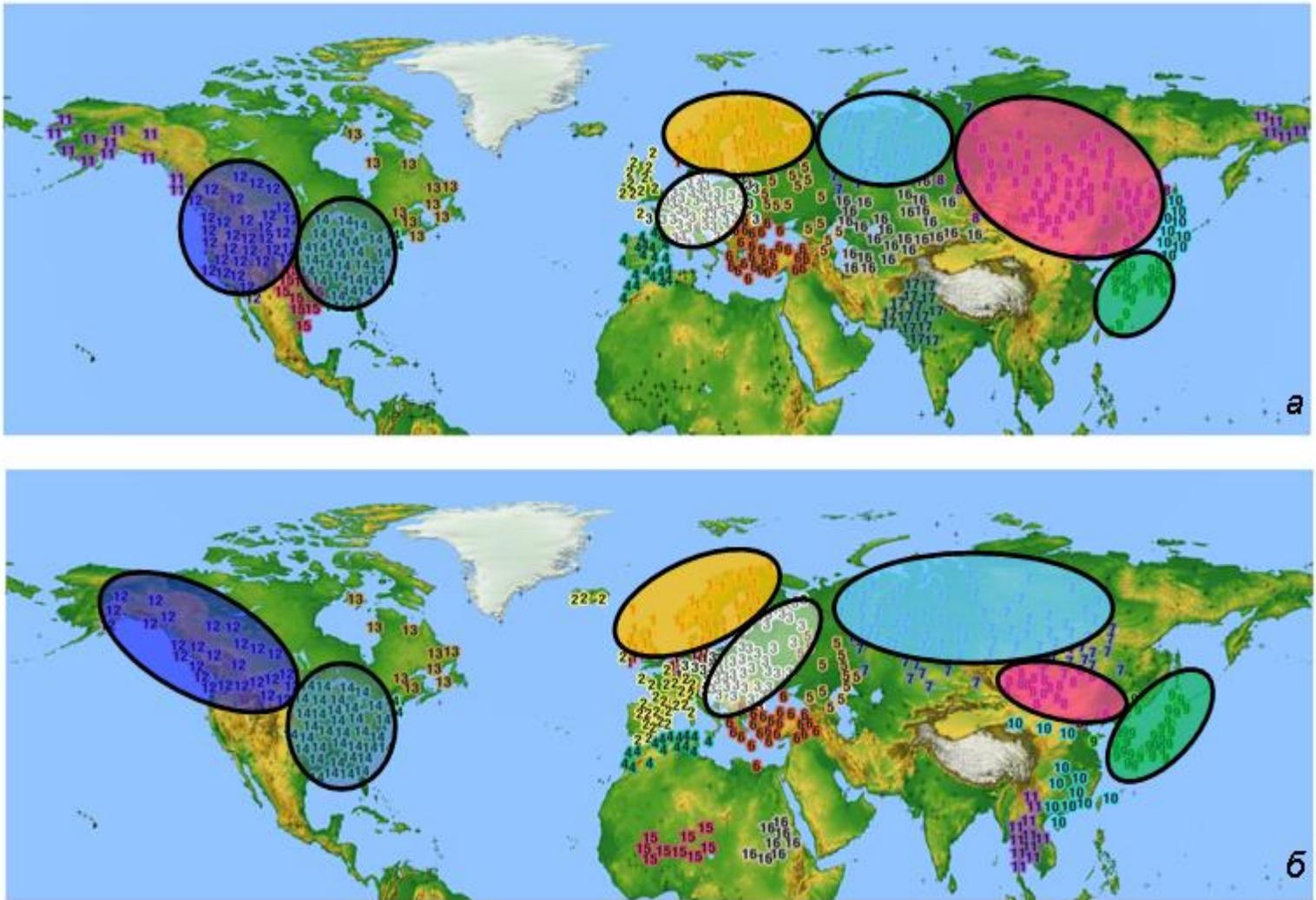


Рисунок 4.1 – Схема кластеризации поля приземной температуры Северного полушария (1955-2010 гг.) *а* – по фазам, *б* – по отгибающим. Каждый климатический класс обозначен номером от 1 до 17

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью написания раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

5.1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала научных исследований

5.1.1. Потенциальные потребители результатов исследований

Выполненная работа направлена на исследование алгоритма кластеризации температурных данных. Данный алгоритм позволяет проводить выделения климатических кластеров в различных пространственно-временных масштабах, используя описание температурных сигналов.

Данные исследования характеристик физических процессов, происходящих в климатической системе, на основе создания новых эффективных методов анализа данных являются востребованными. Информация о пространственно-временной изменчивости границ климатических процессов востребована в сферах экономики и рационального природопользования.

В таблице 5.1 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика и направление деятельности. Анализ рынка проводился на основе следующих компаний: DPD (крупная компания), Томские Транспортные Линии (средняя компания), ПЭК Томск (мелкая компания).

Таблица 5.1 – Карта сегментирования рынка

		Направление деятельности	
		Потребности	Запасы
к	О Крупная	+	+

	Средняя	+	-
	Мелкая	+	-

Согласно карте сегментирования рынка, выберем следующие сегменты: построение кластеров изображений для крупных компаний.

5.1.2. Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. Основным методом используемым в данной работе является метод нечеткой кластеризации. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений представлена в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _{осн}	Б _{см}	Б _{пп}	Б _{осн}	Б _{см}	Б _{пп}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Эффективность	0,3	4	4	4	1,2	1,2	1,2
Устойчивость	0,2	5	5	5	1	1	1
Временные затраты	0,2	5	4	4	1	0,8	0,8
Новизна метода	0,1	5	3	3	0,5	0,3	0,3
Простота реализации	0,1	5	4	5	0,5	0,4	0,5
Универсальность	0,1	4	4	4	0,5	0,4	0,4
Итого	1	29	24	25	4,7	4,1	4,2

По полученным результатам можно сделать вывод, что разрабатываемый алгоритм для оценки информативности является по конкурентоспособности наиболее эффективным.

5.1.3. SWOT – анализ

SWOT-анализ – это эффективный инструмент стратегического менеджмента. SWOT-анализ заключается в исследовании внешней и внутренней сред проекта.

Факторы разделяются на четыре категории:

- Strengths (сильные стороны),
- Weaknesses (слабые стороны),
- Opportunities (возможности),
- Threats (угрозы).

Разработанная для алгоритма поиска информативного атрибута матрица SWOT представлена в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – SWOT- анализ

	Сильные стороны: С1: Низкая стоимость С2: Минимальные затраты на производство С3: Удобство и простота эксплуатации	Слабые стороны: Сл1. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца Сл2: Несовременная технологическая база
Возможности: В1: Появление дополнительного спроса на новый продукт. В2: Повышение стоимости конкурентных разработок	Низкая стоимость и простота эксплуатации повышают конкурентность разработки на рынке. Минимальные затраты на производство разработки приводят к повышению стоимости разработок конкурентов.	Отсутствие оборудования для проведения испытаний способствует повышению цен на конкурентные разработки
Угрозы: У1: Отсутствие спроса на новые технологии производства. У2: Отсутствие денежных средств на реализацию проекта. У3: Появление аналогов.	Отсутствие средств на реализацию разработки приводит к снижению затрат на производство соответственно стоимости.	При отсутствии финансирования невозможно обновить техническую базу для создания разработки и проведения экспериментов. Появление аналогов при незащищенности разработки и несовременной технической базы может вытеснить разработку с рынка.

5.2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Для выявления возможных альтернатив разработки проекта и доработки результатов был использован морфологический подход. Он основан на подборе возможных решений для отдельных частей задачи и последующем систематизированном получении их сочетаний.

В таблице 5.4 в виде матрицы представлены возможные варианты реализации разработки.

Таблица 5.4 – Морфологическая матрица

	1	2	3
А. Количество языков программирования, для которых проводится анализ	1	2	Больше 2
Б. Платформа для анализа кода	Mathcad	C++	–

Путём комбинации различных параметров были определены два наиболее оптимальных варианта исполнения:

- А1Б1;
- А1Б2.

Для данной матрицы наиболее оптимальным вариантом исполнения является А1Б1.

5.3. Планирование научно-исследовательских работ

5.3.1. Структура работ в рамках научного исследования

Трудоемкость выпускной квалификационной работы определяется опытным путем в человеко-днях и имеет вероятностный характер, так как зависит от трудно учитываемых факторов. Для реализации проекта необходимо два человека: студент-дипломник (СД) и научный руководитель (НР). Основные этапы выполнения ВКР приведены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Основные этапы выполнения ВКР

№	Описание этапа	Исполнитель и	Загруженность исполнителей
1	Составление и утверждение задания	НР	НР – 100%
2	Анализ предметной области	С, НР	С – 50%, НР – 50%
3	Разработка календарного плана	С, НР	С – 10%, НР – 90%
4	Обзор литературы и интернет - источников	С, НР	С – 50%, НР – 50%
5	Обзор задач и методов решения задач ЛП	С	С – 100%
6	Математическая постановка задачи	С, НР	С – 10%, НР – 90%
7	Выбор метода решения поставленной задачи	С, НР	С – 10%, НР – 90%
8	Разработка алгоритмов решения задачи	С	С – 100%
9	Программная реализация компьютерной модели	С	С – 100%
10	Проведение исследований на модельных данных	С, НР	С – 80% НР – 20%
11	Проведение исследований на реальных данных	С, НР	С – 60% НР – 40%
12	Расчет экономической эффективности научно-технической продукции	С	С – 100%
13	Оценка социальной ответственности проекта	С	С – 100%
14	Написание пояснительной записки	С, НР	С – 90% НР – 10%

5.3.2. Определение трудоемкости выполнения работ

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

Ожидаемая продолжительность этапа рассчитывается по формуле:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (5.1)$$

где t_{min} – предположительно минимальная продолжительность этапа в рабочих днях, определяемая методом экспертной оценки;

t_{max} – предположительно максимальная продолжительность этапа в рабочих днях, определяемая методом экспертной оценки.

Продолжительность каждого этапа рассчитывается по формуле:

$$t_{раб} = t_{ож} \cdot k_{\partial}, \quad (5.2)$$

где $t_{раб}$ – длительность этапов в рабочих днях;

k_{∂} – коэффициент, учитывающий дополнительное время на консультации и согласование работ, $k_{\partial} = 1.2$.

5.3.3. Разработка графика проведения научного исследования

В данном пункте необходимо построить диаграмму Ганта – горизонтально-ленточный график, на котором работы представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения приведенных работ.

Линейный график строится на основании полученных значений $t_{раб}$, предварительно переведенных в календарные дни по формуле:

$$t_{к} = t_{раб} \cdot K_{н}, \quad (5.3)$$

где $t_{к}$ – длительность этапов работ в календарных днях;

$K_{н}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$K_{н} = \frac{T_{к}}{T_{к} - T_{в\partial} - T_{п\partial}}, \quad (5.4)$$

где $T_{к}$ – количество календарных дней, $T_{к} = 365$,

$T_{в\partial}$ – количество выходных дней, $T_{в\partial} = 108$,

$T_{п\partial}$ – количество праздничных дней, $T_{п\partial} = 10$,

$$K_{н} = \frac{365}{365 - 108 - 10} = 1.478. \quad (5.5)$$

Все расчеты сведены в таблицу 5.6.

Таблица 5.6 – Временные показатели проведенных работ

№	Исполнители	Продолжительность работ в днях			Трудоемкость	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	$t_{раб}$	t_k
1	НР	1	2	1,4	1,68	2,48
2	С, НР	2	3	2,4	2,88	4,26
3	С, НР	1	2	1,4	1,68	2,48
4	С, НР	3	5	3,8	4,56	6,74
5	С	2	5	3,2	3,84	5,68
6	С, НР	3	6	4,2	5,04	7,45
7	С, НР	5	8	6,2	7,44	11,00
8	С	3	6	4,2	5,04	7,45
9	С	4	6	4,8	5,76	8,51
10	С, НР	2	5	3,2	3,84	5,68
11	С, НР	2	4	2,8	3,36	4,97
12	С	5	7	5,8	6,96	10,29
13	С	4	5	4,4	5,28	7,80
14	С, НР	9	12	10,2	12,24	18,09
Итого				58	69,6	102,87

На основании таблицы 6 построим диаграмму Ганта (Рисунок 5.1).

№ работ	Вид работ	Исполнители	T _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				февр		март			апрель			май			июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер	3, 3	█													
2	Составление и утверждение научного задания	Руководитель	5	█													
3	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель, инженер	11, 11		█												
4	Календарное планирование работ по теме	Инженер	5			█											
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер	58			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
6	Анализ полученных результатов	Руководитель, инженер	8, 8										█	█			

▨ – инженер

█ – руководитель

Рисунок 5.1 – Диаграмма Ганта

5.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

5.4.1. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по конкретной теме. Все расчеты по приобретению спецоборудования сведены в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за единицу, руб.	Затраты на материалы, руб.
1. Персональный компьютер	шт.	1	17000	17000
Итого				17000

5.4.2. Основная заработная плата исполнителей темы

Основная заработная плата руководителя рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда (оклад, стимулирующие выплаты, районный коэффициент). Для студента-дипломника основную заработную плату составляет государственная стипендия с учетом районного коэффициента.

Для расчета основной заработной платы (табл. 5.9) необходимо привести действительный годовой фонд рабочего времени руководителя и студента (табл. 5.8).

Таблица 5.8 – Баланс времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент-дипломник
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней (выходные дни и праздничные дни)	52 и 10	108 и 10
Потери рабочего времени (отпуск, больничные), дни	48	24
Действительный годовой фонд рабочего времени, дни	255	223

Таблица 5.9 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель	Тарифная заработная плата, руб.	Районный коэффициент	Месячный должностной оклад работника, руб.	Среднемесячная заработная плата, руб.	Продолжительность работ, дни	Заработная плата основная, руб.
Руководитель	17540	1,3	22802	927,7	45	41744,9
Итого:						41744,9

5.4.3. Дополнительная заработная плата

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} * Z_{осн} = 0.15 * 41744,9 = 6261,7, \quad (5.6)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата, $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы на стадии проектирования, принимается равным 0,15.

5.4.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (5.7)$$

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

Для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2019г., водится пониженная ставка 28% (п. 6 ч. 1 ст. 58 Закона 212-ФЗ).

Расчет отчислений во внебюджетные фонды приведен в таблице 5.10.

Таблица 5.10 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	41744,9	6261,7
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды	11688,6	1753,3
Итого		13441,9

5.4.5. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии и т.д.

Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{ир}, \quad (5.8)$$

где $k_{ир}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, примем равным 16%.

5.4.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 5.11.

Таблица 5.11 – Расчет бюджета затрат

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Затраты на специальное оборудование	17000
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта	41744,9
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей проекта	6261,7
4. Отчисления во внебюджетные фонды	13441,9
5. Накладные расходы	10753,52
Бюджет затрат НИИ	89202

5.5. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{финр}^{испi} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (5.9)$$

где Φ_{pi} – стоимость варианта исполнения, Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Т.к. стоимость всех вариантов исполнения одинакова, интегральные финансовые показатели также будут одинаковы и равны 1.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (5.10)$$

где a_i – весовой коэффициент варианта исполнения разработки, b_i – балльная оценка варианта исполнения разработки.

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формулам:

$$\begin{aligned} I_{исп.1} &= \frac{I_{р-исп.1}}{I_{финр}^{исп.1}}, \\ I_{исп.2} &= \frac{I_{р-исп.2}}{I_{финр}^{исп.2}}. \end{aligned} \quad (5.11)$$

Так как интегральные финансовые показатели одинаковы и равны 1, то интегральные показатели эффективности вариантов исполнения разработки равны соответствующим интегральным показателям ресурсоэффективности.

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.i}}{I_{исп.1}}. \quad (5.12)$$

В пункте 4.2 было рассмотрено два варианта исполнения алгоритма. На основании этого необходимо провести сравнительную характеристику вариантов исполнения (табл. 5.12).

Таблица 5.12– Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Исп.1	Исп.2
1. Повышение производительности труда	0,3	5	5
2. Удобство в эксплуатации	0,2	4	3
3. Удобство в считывании исходных данных	0,2	5	2
4. Скорость работы	0,1	4	3
5. Простота эксплуатации	0,1	4	3
6. Техническая поддержка платформы	0,1	5	3
I_{pi}		4,6	3,4

На основании полученных показателей выполним сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки (табл. 5.13).

Таблица 5.13 – Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Исп.1	Исп.2
Интегральный финансовый показатель разработки	1	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,6	3,4
Интегральный показатель эффективности	4,6	3,4

Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,74
--	---	------

С позиции финансовой и ресурсной эффективности на основании таблицы, первый вариант исполнения системы наиболее выгодный. Данный вариант исполнения и используется в выпускной квалификационной работе.

6. Социальная ответственность

Введение

Целью работы является исследование алгоритма кластеризации температурных данных. Данный алгоритм позволяет проводить выделения климатических кластеров в различных пространственно-временных масштабах, используя описание температурных сигналов. Объектом исследования является алгоритм, осуществляемый с помощью персонального компьютера.

Работа выполняется в закрытом помещении (кабинет) на персональном компьютере, с помощью которого обрабатывается вся информация.

Исследования такого рода непосредственно связано с компьютером, а соответственно с дополнительными вредными воздействиями.

6.1. Производственная безопасность

В ходе трудовой деятельности на человека могут воздействовать опасные и вредные факторы.

Вредный производственный фактор — это производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его заболеванию, например, опасность снижения зрения при недостаточном уровне освещения рабочего места.

Опасный производственный фактор — производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его травме, например, опасность падения нахождения рабочего места на высоте.

В таблице 6.1 представлены возможные вредные и опасные факторы при выполнении работ за ПЭВМ.

Таблица 6.1 – Вредные и опасные производственные факторы при
выполнении работ за ПЭВМ

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные Документы
	Вредные	Опасные	
1) Работа за ПЭВМ	1) Отклонение Показателей Микроклимата (температуры и влажности воздуха) 2) Недостаточная Освещенность Рабочей зоны; 3) 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 52.13330.2016; 4) ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ; 5) Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123

6.2. Вредные производственные факторы

6.2.1. Отклонение показателей микроклимата

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей.

Сочетание неблагоприятных параметров микроклимата может вызвать резкое ухудшение самочувствия, снижение производительности, а также привести к заболеваниям. Причиной этого будет являться перегрев или переохлаждение.

Высокая температура воздуха может вызвать перегрев организма, что приводит к быстрой утомляемости работающего. Низкая температура воздуха может вызвать переохлаждение организма, что может привести к простудным заболеваниям.

Влажность воздуха оказывает влияние на терморегуляцию организма человека: низкая влажность может вызвать пересыхание слизистых оболочек работника, а высокая увеличивает теплопроводность воздуха, усиливает негативные факторы высокой и низкой температуры воздуха.

Подвижность воздуха также влияет на организм человека: способствует эффективной теплоотдаче при высоких температурах, а при низких может нанести вред.

Работа за ПЭВМ относится к категории Ia. К данной категории относятся работы с интенсивностью энерготрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.

Оптимальные микроклиматические условия обеспечивают ощущение теплового комфорта в течении восьмичасового рабочего дня с незначительным напряжением механизмов терморегуляции. На таблице 6.2 приведены оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах категории Ia производственных помещений согласно СанПиН 2.2.4.548-96.

Таблица 6.2 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах категории Ia производственных помещений

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

Допустимые микроклиматические условия в отличие от оптимальных могут привести к ощущению теплового дискомфорта, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности. Они не вызывают нарушения состояния здоровья. Допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются в случаях, когда по обоснованным причинам (по технологическим требованиям, техническим и экономическим) не могут быть обеспечены оптимальные величины. На таблице 3 приведены допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах категории Ia производственных помещений согласно СанПиН 2.2.4.548-96.

Таблица 6.3 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах категории Ia производственных помещений

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость Движения воздуха, м/с
Холодный	20 – 25	19 – 26	15 – 75	0,1
Теплый	21 – 28	22 – 29	15 – 75	0,1 – 0,2

Поддержание оптимальных параметров микроклимата поддерживается за счет: центрального отопления, вентиляции, проветривания помещения, влажной уборки, искусственного кондиционирования, увлажнителя воздуха.

6.2.2. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Работа с компьютером подразумевает постоянный зрительный контакт с монитором. Низкий уровень освещенности рабочей зоны может привести к быстрому утомлению, головным болям, снижению остроты зрения и концентрации внимания, что может привести к ухудшению производительности труда.

В зависимости от источника света освещение подразделяется на естественное, искусственное и совмещенное. Помещения для эксплуатации ПЭВМ должны иметь совмещенное освещение.

В процессе разработки программных продуктов инженеру-программисту приходится различать объекты на мониторе. Данный вид работ

относится к подразряду «Г» 3-го разряда зрительных работ (работы высокой точности).

Таблица 6.4 – Требования к освещению помещений промышленных предприятий для операторов ПЭВМ

Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение		
		Освещённость, лк		
		При системе комбинированног о освещения		
		Всего	В том числе от общего	
Средний, большой	Светлый, средний	400	200	200

Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк. Коэффициент пульсации при работе с ПЭВМ не должен превышать 5%. Также следует ограничивать прямую блескость от источников освещения, при этом яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м².

Для источников искусственного освещения следует применять люминесцентные лампы типа ЛБ, а при устройстве отраженного освещения – металлогалогенные лампы. В светильниках местного освещения допускается применять лампы накаливания. Для рассеивания естественного света на окнах должны быть установлены жалюзи (занавески, внешние козырьки и т.п.).

6.2.2. Монотонный режим работы

Работа за компьютером подразумевает однообразное и многократное повторение одних и тех же действий, а также малую физическую активность.

Монотонный режим работы может привести к сонливости, невнимательности, чувству усталости и т.п.

Виды трудовой деятельности разделяются на 3 группы: группа А - работа по считыванию информации с экрана ВДТ с предварительным запросом; группа Б - работа по вводу информации; группа В – творческая работа в режиме диалога с ПЭВМ. Для видов трудовой деятельности устанавливается 3 категории тяжести и напряженности работы с ПЭВМ, которые определяются: для группы А и Б по суммарному числу считываемых или вводимых знаков за рабочую смену для группы В - по суммарному времени непосредственной работы с ПЭВМ за рабочую смену.

Для предупреждения преждевременной усталости рекомендуется чередовать работу с ПЭВМ и без нее. Для повышения эффективности работы устанавливается суммарное время регламентированных перерывов (таблица 6.5).

Таблица 6.5 – Суммарное время регламентированных перерывов в зависимости от продолжительности работы, вида категории трудовой деятельности с ПЭВМ

	Уровень нагрузки за рабочую смену	Суммарное время Регламентированных
--	-----------------------------------	---------------------------------------

Категория работы с ПЭВМ	при видах работ с ПЭВМ			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

6.3. Опасные производственные факторы

6.3.1. Опасность поражения электрическим током

Работа с ЭВМ представляет собой работу с электрооборудованием, что может представлять опасность поражения электрическим током.

Электрический ток, который проходит через организм человека, оказывает термическое, электролитическое и биологическое воздействие. Что может привести к ожогам различных частей тела, изменению свойств органических жидкостей, и нарушению протекания в организме различных внутренних биоэлектрических процессов.

Помещения, где размещаются рабочие места с ПЭВМ, должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации электроустановок и

вычислительной техники. Рабочие места с ПЭВМ не следует размещать вблизи силовых кабелей и вводов, высоковольтных трансформаторов, технологического оборудования, создающего помехи в работе ПЭВМ.

Таблица 6.6 – Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека

Род тока	Напряжение прикосновения, В	Ток, мА
	Не более	
Переменный, 50 Гц	2	0,3
Постоянный	8	1

Напряжения, прикосновения и токи приведены при продолжительности воздействия не более 10 мин в сутки и установлены исходя из реакции ощущения.

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.

6.3.2. Опасность возникновения пожара

Дым, огонь, пониженная концентрация кислорода, повышенная температура окружающей среды, токсические продукты горения – это опасные факторы пожара, которые представляют угрозу для жизни человека, пребывающего в зоне пожара. Регулирование пожаробезопасности производится Федеральным законом от 22.07.2013 г. №123.

В помещениях с ЭВМ повышен риск возникновения пожара из-за наличия большого количества электронных устройств.

Устранение причин возникновения пожаров достигается созданием пожаробезопасных технологических процессов; герметизацией, механизацией; автоматизацией; рациональными системами вентиляции, освещения и отопления; применением защитных устройств; осуществлением контроля за состоянием оборудования, технологического и противопожарного режимов.

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.

6.4. Экологическая безопасность

Непосредственно разработанное программное обеспечение не наносит вреда окружающей среде, но если говорить о более глобальном воздействии, то средства его разработки и эксплуатации – персональный компьютер, может наносить вред окружающей среде.

Современные ПЭВМ производят практически без использования вредных веществ, опасных для человека и окружающей среды. Исключением являются аккумуляторные батареи компьютеров. 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.

6.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Так как рабочее помещение оборудовано ПЭВМ, наиболее вероятностная чрезвычайная ситуация, которая может возникнуть при разработке или эксплуатации проектируемого решения – это чс техногенного характера, а именно пожар.

Персональные компьютеры являются наиболее защищенными от возгорания устройствами: им не страшны перепады в сети и внезапные отключения электроэнергии. Однако при нарушении определенных правил использования, даже они могут вспыхнуть пламенем и нанести колоссальный ущерб имуществу и здоровью людей.

Возможные причины воспламенения компьютера:

- контакт ПК с водой;
- перегрузка компьютера;
- сломанный вентилятор системного блока.

Для предупреждения возгорания электроприбора необходимо:

- не перегружать электросеть;
- при ощущении специфического запаха горящего пластика,
- немедленно прекратить использование оборудования.

При возникновении огня, ни в коем случае нельзя гасить водой включенный электроприбор. Включенный электроприбор можно потушить

накрыв его сухим одеялом или воспользоваться специальным огнетушителем (порошковым или углекислым).

Если огонь нельзя потушить самостоятельно и в помещении накопилось большое количество дыма, необходимо закрыть окна, выйти на улицу и немедленно вызвать пожарную охрану.

Меры по ликвидации последствий возгорания компьютера:

- демонтаж пострадавшего устройства и замена недееспособных компонентов (если техника еще подлежит ремонту);

- очистка компьютерного стола, пола, стен и потолка от следов

гари;

- проведение отделочных работ на наиболее поврежденных участках помещения (после очень сильных пожаров);

- устранение запаха гари в помещении.

6.6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.6.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Трудовые отношения между работниками и работодателями определяет трудовой кодекс РФ. В частности, он устанавливает права и обязанности обеих сторон, регулирует вопросы охраны труда, закрепляет правила оплаты и нормирования труда.

Вид трудовой деятельности на персональном компьютере в рамках данной работы соответствует группе В – творческая работа в режиме диалога с ПК, категория трудовой деятельности – III (до 6 часов непосредственной работы на ПК).

При 8-часовой рабочей смене и работе на ПК, соответствующей описанным выше критериям необходимо через 1,5- 2,0 часа от начала рабочей смены и через 1,5-2,0 часа после обеденного перерыва устраивать регламентированные перерывы продолжительностью 20 минут каждый или продолжительностью 15 минут через каждый час работы.

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.

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.

6.6.2 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. Требования к рабочему месту программиста:

- яркость дисплея должна иметь оптимальное значение;
- размеры символов на дисплее должны быть легко различимы;
- цветовые параметры дисплея не должны вызывать утомления глаз и головную боль;
- опоры для рук не должны причинять неудобства во время работы на клавиатуре;
- верхний край монитора должен находиться на одном уровне с глазами, нижний – примерно на 20° ниже уровня глаз;
- локтевой сустав нужно держать под углом 90° ;
- монитор должен иметь антибликовое покрытие.

Для снижения статических физических нагрузок надо использовать мебель, соответствующую санитарным нормам: рабочий стул должен быть подъемно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также – расстоянию спинки от переднего края сиденья. Тип рабочего стула должен выбираться в зависимости от характера и продолжительности работы с ПЭВМ с учетом роста пользователя, необходимо соблюдать режим работы, правильную позу.

Выводы по разделу

Таким образом, помещение удовлетворяет необходимым нормам и в случае соблюдения техники безопасности и правил пользования компьютером работа в данном помещении не приведет к ухудшению здоровья работника. Само помещение и рабочее место в нем удовлетворяет всем нормативным требованиям. Кроме того, действие вредных и опасных факторов сведено к минимуму, т.е. микроклимат, освещение и электробезопасность соответствуют требованиям, предъявленным в

соответствующих нормативных документах. Относительно рассмотренного вопроса об экологической безопасности можно сказать, что деятельность в ходе выполнения выпускной квалификационной работы не представляет опасности окружающей среде.

Заключение

В результате анализа показано, что спектр температурного сигнала, полученного на метеостанции, расположенной вблизи экватора, не имеет достаточно выраженной спектральной компоненты на несущей частоте. Введенное условие монотонности и неразрывности фазы для данного сигнала может быть выполнено при минимальном размере фильтрующего окна.

В работе предложено использовать в качестве критериев климатической кластеризации огибающие и фазы температурных сигналов. Показана применимость данных критериев для построения климатических кластеров на основе разработанного численного алгоритма.

Установлено, что в частотных спектрах огибающей и фазы преобладают спектральные составляющие, частоты которых меньше частоты, соответствующей годовому колебанию температурного сигнала. Периоды закономерностей, определяющих формирование климатических кластеров, более одного года.

Результаты работы можно использовать для проведения оценки регионального климата в разных временных и пространственных масштабах. На основе разработанного алгоритма может быть построена система мониторинга климатических зон.

Список использованных источников

- [1] Дымников В.П. Устойчивость и предсказуемость крупномасштабных атмосферных процессов. М.: ИВМ РАН, 2007. 283с.
- [2] Тартаковский В.А. Синхронный анализ рядов чисел Вольфа и температуры с метеостанций Северного полушария Земли // Оптика атмосферы и окна. 2015. Т. 28. №2. С. 182-188.
- [3] Хромов С.П. Петросянц М.А. Метеорология и климатология / учебник. – 7-е изд. – М.: Издательство Московского университета: Наука, 2006. 582 с.
- [4] Peel M.C., Finlayson B.L., McMahon T.A. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification // Hydrology and Earth System Sciences. 2007. V. 11. P.1633-1644.
- [5] Franziska H., Korper J., Spangehl T., Cubasch Ul. Shifts of climate zones in multi-model climate change experiments using the Koppen climate classification // Meteorologische Zeitschrift. 2012. V. 21. №2. P.111-123.
- [6] Zhang X., Yan X. Spatiotemporal change in geographical distribution of global climate types in the context of climate warming // Climate Dynamics. 2014. V. 43. P.595-605.
- [7] Ботыгин И.А., Катаев С.Г., Тартаковский В.А., Шерстнева А.И. Об одном подходе к кластеризации объектов. 2015. С. 78-86.
- [8] Воронин В.Т., Костин В.С., Холушкин Ю.П. Онлайн статистический анализ данных в обучении студентов археологов. 2008. Т. 7. №3. С. 57-62
- [9] Многофакторный дисперсионный анализ [Электронный ресурс]. – URL: <https://businessman.ru/new-mnogofaktornyj-dispersionnyj-analiz.html> (дата обращения 10.06.2019)
- [10] Тихонов Д.В., Минеева А.М. Брендинговое агентство в восприятии клиента. 2013. №5. С. 312-319.
- [11] Архив Университета Восточной Англии [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.metoffice.gov.uk>, <http://www.cru.uea.ac.uk> (дата обращения 04.05.2019)
- [12] Gabor D. Theory of communication // Journal of IEE. 1946. V. 3. Pt. 3. P.429-441

- [13] Вакман Д.Е., Вайнштейн Л.А. Амплитуда, фаза, частота – основные понятия теории колебаний // Успехи физических наук. 1977. Т. 123. Вып. 4. С. 657-682
- [14] Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. М.: Радио и связь, 1986. 512 с.
- [15] Tartakovsky V.A. Causality and demodulation of optical monotone-phase signal // Atmospheric and Oceanic Optics. 2002. V. 15. No. 1. P.78-86
- [16] Cheredko N.N., Tartakovsky V.A., Krutikov V.A., Volkov Yu.V. Climate Classification in the Northern Hemisphere Using Phases of Temperature Signal // Atmospheric and Oceanic Optics 2017. V. 30. No. 1. P. 63-69
- [17] Rohli R.V., Joyner T.A., Reynolds St. J., Shaw C., Vazquez J.R. Globally Extended Koppen-Geiger climate classification and temporal shifts in terrestrial climatic types // Physical Geography. 2015. V. 36. Is. 2. P. 142-157.