

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 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»  
 Отделение школы Отделение информационных технологий

### ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Разработка и реализация алгоритма анализа карт погоды для определения типа их элементарного циркуляционного механизма</b>

УДК 004.434:551.509.2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8В6Б	Власенко Илья Сергеевич		

Руководитель ВКР

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

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Матвиенко В. В.			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Погребной А. В.	к.т.н.		

Томск – 2020 г.

**Запланированные результаты обучения выпускника образовательной программы бакалавриата по направлению 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»**

<b>Код результатов</b>	<b>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</b>	<b>Требования ФГОС, критерии АИОР</b>
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания в области информатики и вычислительной техники, достаточные для комплексной инженерной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-7, ОПК-5, ПК-3), критерий 5 АИОР (п. 1.1) 06.019, специалист по технической документации в области информационных технологий; 06.027, Специалист по администрированию сетевых устройств информационно-коммуникационных систем
P2	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения инженерных задач.	Требования ФГОС (ОК-7, ОК-9, ОПК-2, 5, ПК-1, 3), критерий 5 АИОР (п.1.1, 1.2) 06.001, программист; 06.003, архитектор программного обеспечения.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с созданием аппаратно-программных средств информационных и автоматизированных систем, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей.	Требования ФГОС (ОК-6, ОПК-1, ПК-2, 4, ПК-6), критерий 5 АИОР (п. 1.2) Профессиональные стандарты (код, название): 06.001, программист; 06.028, Системный программист; 06.027, Специалист по администрированию сетевых устройств информационно-коммуникационных систем
P4	Разрабатывать программные и аппаратные средства (системы, устройства, блоки, программы, базы данных и т. п.) в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования	Требования ФГОС (ОК-7, ОПК- 2, 4, ПК- 1, 2, ПК-6), критерий 5 АИОР (п. 1.3) Профессиональные стандарты (код, название): 06.001, программист; 06.028, Системный программист; 06.027, Специалист по администрированию сетевых устройств информационно-коммуникационных систем
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретация полученных	Требования ФГОС (ОК-5, ОПК- 5, ПК-1, 2, 3), критерий 5 АИОР (п.1.4) Профессиональные стандарты (код, название): 06.001, программист; 06.028, Системный программист; 06.027, Специалист

	данных, в области создания аппаратных и программных средств информационных автоматизированных систем.	по администрированию сетевых устройств информационно-коммуникационных систем
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные программно-аппаратные комплексы, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасность труда, выполнять требования по защите окружающей среды.	Требования ФГОС (ОК-8, 9, ОПК-1, 2, 4, ПК-3, 4, 5, ПК-6), критерий 5 АИОР (п. 1.5) Профессиональные стандарты (код, название): 06.001, программист; 06.003, архитектор программного обеспечения.
Универсальные компетенции		
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-3, ОПК-3, 5), критерий 5 АИОР (п. 2.1) Профессиональные стандарты (код, название): 06.016, руководитель проектов в области информационных технологий
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-5, 7, ПК-3, 4), критерий 5 АИОР (п. 2.2) Профессиональные стандарты (код, название): 06.019, специалист по технической документации в области информационных технологий
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.	Требования ФГОС (ОК-2, 3, 6, 7), критерий 5 АИОР (п. 2.3, 2.4) Профессиональные стандарты (код, название): 06.016, руководитель проектов в области информационных технологий
P10	Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1, 2, 3, 4, 5), критерий 5 АИОР (п. 2.5)
P11	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.	Требования ФГОС (ОК-5, 7), критерий 5 АИОР (п. 2.6)

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

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»  
 Отделение школы Отделение информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Погребной А.В.  
 (Подпись)    (Дата)    (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

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

Студенту:

Группа	ФИО
8В6Б	Власенко Илья Сергеевич

Тема работы:

Разработка и реализация алгоритма анализа карт погоды для определения типа их элементарного циркуляционного механизма
---

Утверждена приказом директора (дата, номер)	
---	--

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.20
--	----------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Язык программирования JavaScript; язык разметки HTML; формальный язык описания внешнего вида документа CSS; библиотека для JavaScript jQuery; редактор кода Sublime Text 3; набор синоптических карт земного шара и эталонные типы ЭЦМ;
---------------------------------	---

<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обзор методов обработки изображений;</li> <li>2. Разработка алгоритма анализа синоптических карт;</li> <li>3. Реализация программного обеспечения;</li> <li>4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;</li> <li>5. Социальная ответственность.</li> </ol>
<b>Перечень графического материала</b>	Макеты синоптических карт территорий региона
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Конотопский Владимир Юрьевич
Социальная ответственность	Матвиенко Владимир Владиславович

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	01.02.20
---	----------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Ботыгин Игорь Александрович	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8В6Б	Власенко Илья Сергеевич		

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

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
 Направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»  
 Уровень образования Бакалавриат  
 Отделение школы Отделение информационных технологий  
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2019 /2020 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.02.20	Аналитический обзор	15
02.03.20	Проектирование программного обеспечения	20
18.04.20	Реализация программного обеспечения	45
16.05.20	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
25.05.20	Социальная ответственность	10

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

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

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ	Погребной А. В.	к.т.н.		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8В6Б	Власенко Илья Сергеевич

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Тема ВКР:

Разработка и реализация алгоритма анализа карт погоды для определения типа их элементарного циркуляционного механизма	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования – программное обеспечение, реализующее анализ метеорологических карт. Рабочая зона – аудитория с естественным и искусственным освещением, оборудованная системой отопления и кондиционирования воздуха. Область применения – любая организация, работающая с метеорологическими данными.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся в аудиториях. Анализ правильного расположения и организации рабочего места, а также режима работы. Регулирование организации рабочего места при выполнении работы сидя проводятся согласно ГОСТ 12.2.032-78. Трудовые отношения регулируются согласно ТК РФ ФЗ–197 от 30.12.2001.
<b>2. Производственная безопасность:</b> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>2.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации включает: Микроклимат, слабая освещенность, повышенный уровень шума, умственное перенапряжение, монотонность труда. Требования к помещению описаны в СанПиН 2.2.4.3359-16.</p> <p>2.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации включает: Удар электрическим током, короткое</p>

	замыкание, статическое электричество
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	Утилизация использованной техники (компьютера и других составляющих аппаратно-программного комплекса). Утилизация канцелярских принадлежностей и бумаги, использованных лампочек
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Возможная чрезвычайная ситуация для данного помещения – пожар, вследствие короткого замыкания. Необходимо установить общие правила поведения при пожаре, ознакомить с планом эвакуации, иметь в наличии исправного огнетушителя, назначить ответственного по пожарной безопасности в данном помещении.

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Матвиенко Владимир Владиславович			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8В6Б	Власенко Илья Сергеевич		



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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8В6Б	Власенко Илья Сергеевич

<b>Школа</b>	<b>ИШИТР</b>	<b>Отделение школы</b>	<b>ОИТ</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление</b>	09.03.01 Информатика и вычислительная техника

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Использовать действующие ценники и договорные цены на потребленные материальные и информационные ресурсы, а также указанную в МУ величину тарифа на эл. энергию
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	—
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Действующие ставки единого социального налога и НДС (см. МУ, ставка дисконтирования $i=0.1$ )

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка готовности полученного результата к выводу на целевые рынки, краткая характеристика этих рынков
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Построение плана-графика выполнения ВКР, составление соответствующей сметы затрат, расчет величины НДС и цены результата ВКР
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Качественная и количественная характеристика экономического и др. видов эффекта от внедрения результата, определение эффективности внедрения

**Перечень графического материала** (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ – <u>выполнить</u>
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ - <u>выполнить</u>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН	Конотопский Владимир Юрьевич	к. э. н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8В6Б	Власенко Илья Сергеевич		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 74 с., 15 таб., 26 рис., 21 источников.

Ключевые слова: синоптический анализ, фильтрация цифровых изображений, программирование, элементарный циркуляционный механизм, база данных.

Объект исследования: элементарный циркуляционный механизм.

Цель работы – разработка программного комплекса для обработки и анализа синоптических карт погоды.

Область применения: аналитика, обработка изображений, метеорология.

В результате исследования был разработан способ обработки синоптических карт погоды для удаления лишней и выделения необходимой информации с помощью фильтрации изображений, а также их анализа с целью определения группы и типа элементарного циркуляционного механизма.

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ И НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

**Синоптическая карта** – это географическая карта, на которую цифрами и определенными символами нанесены данные одновременных наблюдений за погодой у поверхности Земли и на определенных уровнях атмосферы.

**ЭЦМ** – элементарный циркуляционный механизм. Система воздушных течений, характерная для общей циркуляции атмосферы (в северном полушарии) на протяжении некоторого промежутка времени (в среднем 4-6 суток) и обеспечивающая в этот промежуток воздухообмен и теплообмен на полушарии [1].

**Блокирующее барическое образование** – блокирующий тип циркуляции, при котором на одной территории наблюдается сухая и жаркая погода (летом), а в других районах идут интенсивные дожди. При этом, нормальное межширотное перераспределение тепла и влаги нарушается [2].

**Выходы южных циклонов** – места разрывов между обширными областями повышенного давления. Характерной особенностью всех выходов южных циклонов является вынос теплых и влажных масс воздуха из субтропических районов.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

РЕФЕРАТ	
ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ И НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ .....	9
ВВЕДЕНИЕ .....	15
1. Описание процесса определения типа ЭЦМ .....	16
2. Обзор алгоритмов фильтрации .....	19
2.1. Разностные фильтры .....	19
2.2. Нелинейные фильтры .....	21
2.3. Методы основанные на кластеризации .....	22
2.4. Затравочные алгоритмы .....	23
2.4.1. Гранично-определенные и внутренне-определенные алгоритмы .....	24
2.4.2.Связность алгоритмов .....	24
3. Проектирование и разработка программного обеспечения для обработки и анализа синоптических карт .....	25
3.1. Инструменты разработки .....	25
3.2. Интерфейс приложения .....	26
3.3. Обработка изображений карт погоды .....	27
3.3.1 Первый способ обработки .....	28
3.3.2. Второй способ обработки .....	28
3.4. Редактирование карт .....	29
3.5. Анализ синоптических карт .....	31
3.5.1. Ручной анализ карт синоптических карт .....	31

3.5.2. Автоматический анализ синоптических карт .....	31
3.6. Исследование работы разработанного приложения .....	33
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	37
4.1. Введение.....	37
4.2. Анализ конкурентных технических решений .....	38
4.3. QuaD-анализ.....	39
4.4. SWOT-анализ.....	41
4.5. Организация и планирование научно-исследовательских работ..	42
4.5.1. Продолжительность этапов работ.....	43
4.6. Бюджет научно-технического исследования .....	48
4.6.1. Расчет затрат на материалы.....	48
4.6.2. Расчет заработной платы.....	49
4.6.3. Расчет затрат на социальный налог .....	50
4.6.4. Расчет затрат на электроэнергию.....	50
4.6.5. Расчет амортизационных расходов.....	51
4.6.6. Расчет расходов, учитываемых непосредственно на основе ....	52
платежных (расчетных) документов (кроме суточных) .....	52
4.6.7. Расчет прочих расходов.....	53
4.6.8. Расчет общей себестоимости разработки .....	53
4.7. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	53
4.8. Общий вывод по разделу .....	55
5. Социальная ответственность .....	57
5.1. Введение.....	57

5.2. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	57
5.4. Производственная безопасность	59
5.5. Экологическая безопасность	66
5.5.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду.	66
5.5.2. Анализ влияния процесса разработки на окружающую среду. .	67
5.5.3. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды. ....	67
5.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	68
5.6.1. Анализ вероятных ЧС	68
5.6.2. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.	68
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	70
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА	72
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	73

## ВВЕДЕНИЕ

Целью данной выпускной квалификационной работы, в соответствии с заданием, является разработка и реализация алгоритма обработки синоптических карт погоды для последующего анализа и определения типа их элементарного циркуляционного механизма (ЭЦМ).

Приложение должно предоставлять пользователю-метеорологу следующие возможности:

- Загрузка изображений синоптических карт погоды с компьютера;
- Удаление лишней и выделение нужной информации с синоптических карт погоды;
- Корректировка изображения с помощью различных инструментов;
- Ручное извлечение информации из синоптических карт погоды для последующей классификации к нужной группе ЭЦМ;
- Определение группы ЭЦМ.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- Изучить алгоритм определения типа ЭЦМ;
- Разработать интерфейс сервиса;
- Разработать и реализовать алгоритм удаления ненужной информации;
- Разработать и реализовать алгоритм обработки изображений синоптических карт погоды;
- Реализовать ручной анализ изображений;
- Провести опытные эксперименты и проанализировать работу сервиса;

Создание данного приложения направлено на упрощение и автоматизацию процесса определения группы ЭЦМ пользователем. Для этого необходимы: легкий и интуитивно понятный интерфейс, не требующий предварительного обучения, быстрая работа сервиса и корректность выведенных в процессе анализа параметров. Приложение не должно вызывать ошибок и сбоев, препятствующих работе пользователя-метеоролога.

## 1. Описание процесса определения типа ЭЦМ

Основной целью создания типов циркуляции атмосферы является климатический прогноз и возможность анализа многолетних колебаний климата.

Основные признаки, по которым проводилась типизация карт, – это наличие или отсутствие блокирующих процессов, их количество и направление. Процессы с циклонической циркуляцией на полюсе были вынесены в отдельную группу. Всего рассматривается 4 группы циркуляций, 13 типов и 41 подтип. Именно подтип и является элементарным циркуляционным механизмом (ЭЦМ) [3].

Каждый тип и каждая группа имеет свои характеристики, которые определяют практическое применение, а именно: прогнозирование климата и предсказание погоды. Используется такая информация преимущественно метеорологами.

На синоптических картах погоды использованы следующие условные обозначения:

- изобара 1015 гПа – граница между высоким и низким атмосферным давлением;
- буквы Н и В – области низкого и высокого давления.

Весь процесс анализа производится метеорологом вручную: все параметры определяются на глаз, исходя из опыта метеоролога.

Для определения типа элементарного циркуляционного механизма необходимо проделать следующие шаги (Рисунок 1) [5]:

- 1) Выделить изобару 1015 гПа;
- 2) Определить по карте, какое барическое образование расположено над полярной областью – высокое или низкое. В данном случае, это область высокого давления (выделено красным кругом);



- 3) Подсчитать число блокирующих образований – гребней высокого давления/арктических вторжений, которые «растекаются» от антициклона над полярной областью (отмечено синими стрелками);
- 4) Подсчитать число выходов южных циклонов – области низкого давления (отмечено красными стрелками);
- 5) На основании этого по таблице 1.1 определить группу циркуляции [4];
- 6) В группе есть несколько типов циркуляции. В зависимости от числа блокирующих процессов (гребней высокого давления от полярной области) ограничить анализ типов циркуляции (Рисунок 2, Рисунок 3).

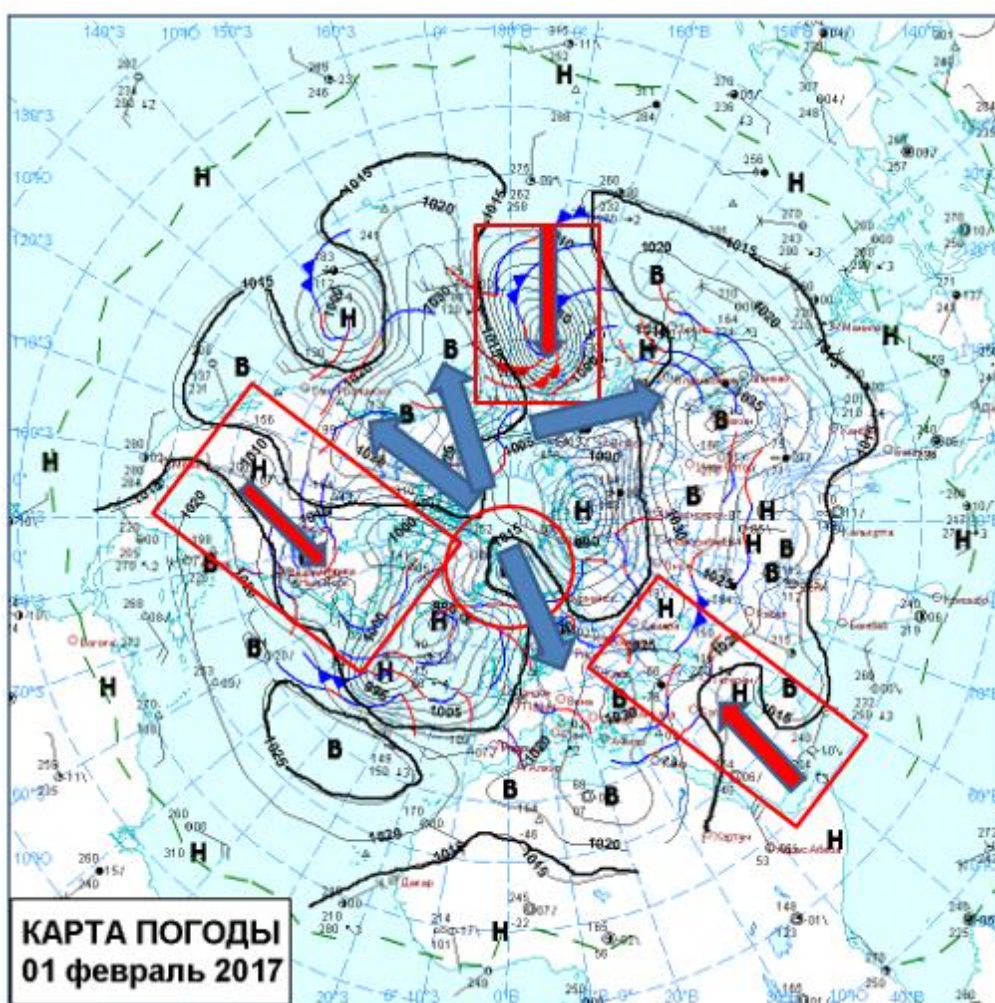


Рисунок 1 – Анализ карты погоды

Таблица 1.1 – Классификация ЭЦМ

Группа циркуляции	Типы ЭЦМ, входящие в группу	Атмосферное давление в Арктике	Количество блокирующих процессов	Количество выходов южных циклонов
Зональная	1 и 2	Высокое	0	2-3
Нарушения зональности	3-7	Высокое	1	2-3
Меридиональная северная	8-12	Высокое	2-4	2-4
Меридиональная южная	13	Низкое	0	3-4

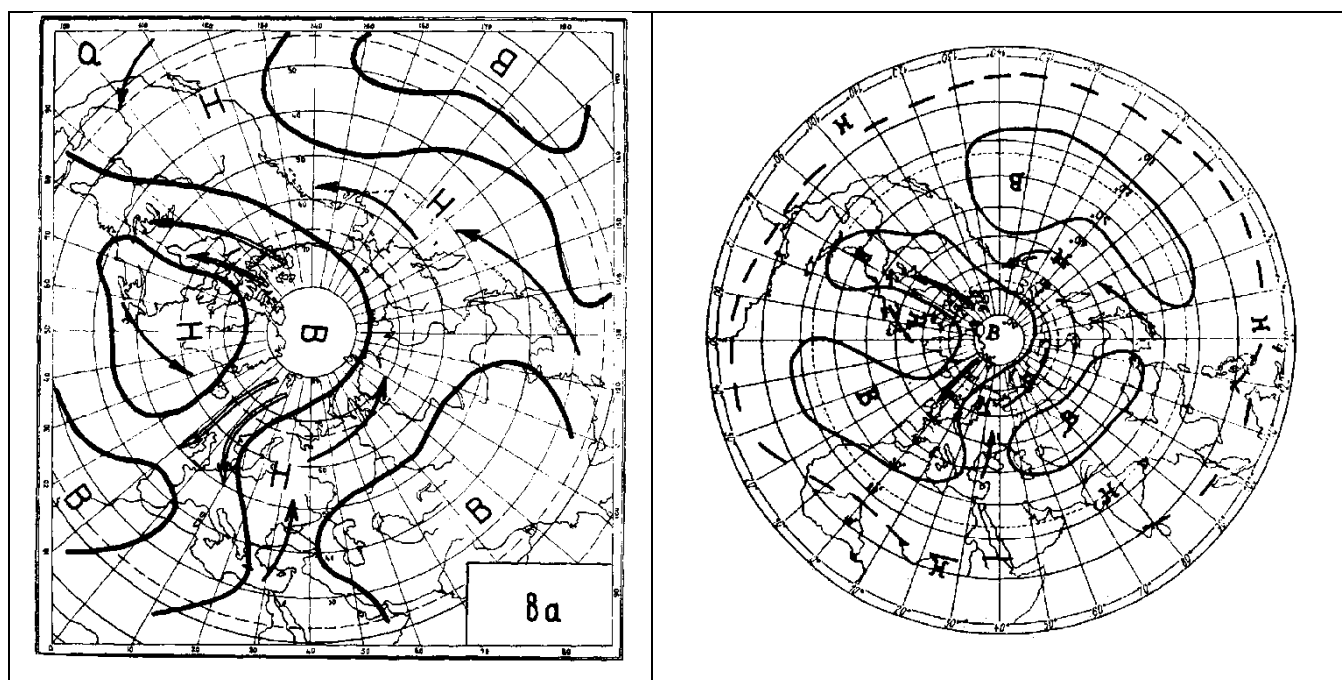


Рисунок 2 – Тип циркуляции 8а

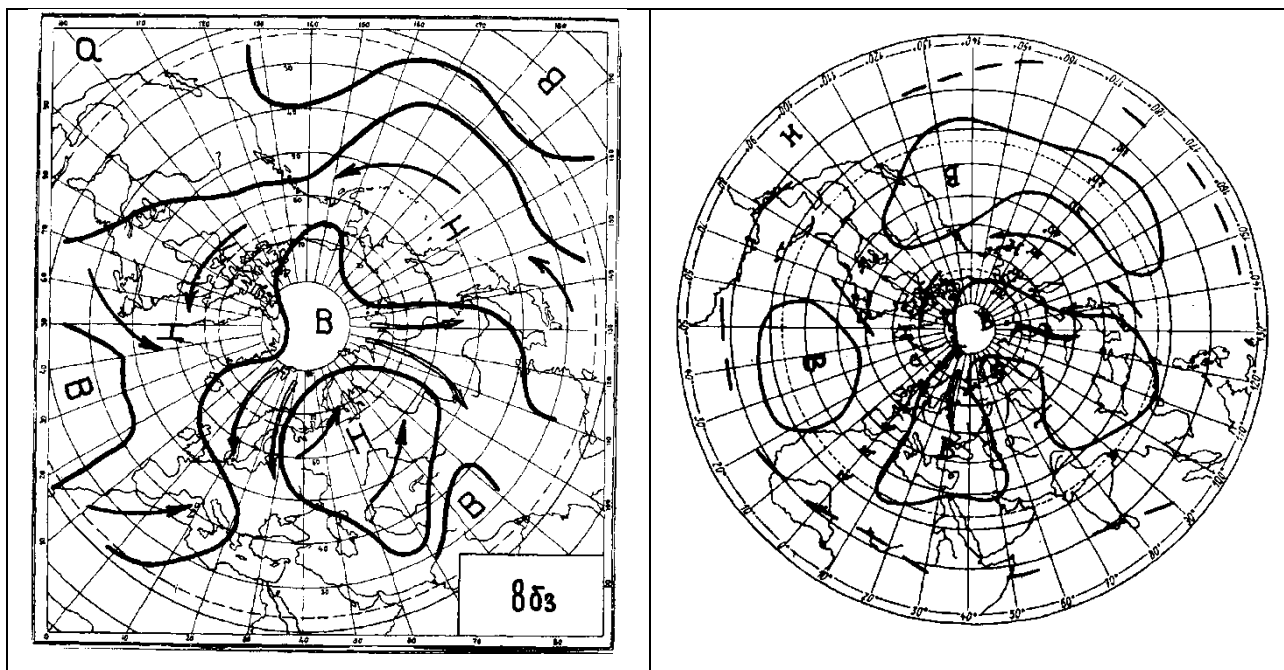


Рисунок 3 – Тип циркуляции 86

## 2. Обзор алгоритмов фильтрации

Для повышения читаемости синоптических карт погоды необходимо удалить графическую информацию, лишнюю для анализа. Лишней информацией в данном случае являются цифры, цветные элементы, ненужные линии изобар.

### 2.1. Разностные фильтры

Разностные фильтры, зачастую, используют для нахождения границ фигур на изображениях. При этом используют дифференциальный оператор, вычисляющий приблизительное значение яркости изображения. Результатом работы такого оператора является значение вектора градиента в каждой точке изображения, т.е. показатель того, насколько резко изменяется яркость изображения в каждой точке. Это позволяет определить точки на границе фигуры.

В случае, если изображение будет содержать однотонные области или области с плавным переходом цветов, то такие места будут закрашиваться в черный цвет. В тех местах, где имеются резкие перепады яркости пикселей, области будут закрашены белым цветом [5].

Одним из способов нахождения границ на изображении является применение оператора (фильтра Собеля) [5], который позволяет найти градиент яркости в каждой точке изображения. Фильтр Собеля (как и многие другие алгоритмы фильтрации) использует ядро  $3 \times 3$ , которое сворачивает исходное изображение для вычисления приближенных значений производных по горизонтали и вертикали.

Операции свертки Собеля можно применять по отдельности для горизонтальных границ (рисунок 4б) или для вертикальных границ (рисунок 4в).

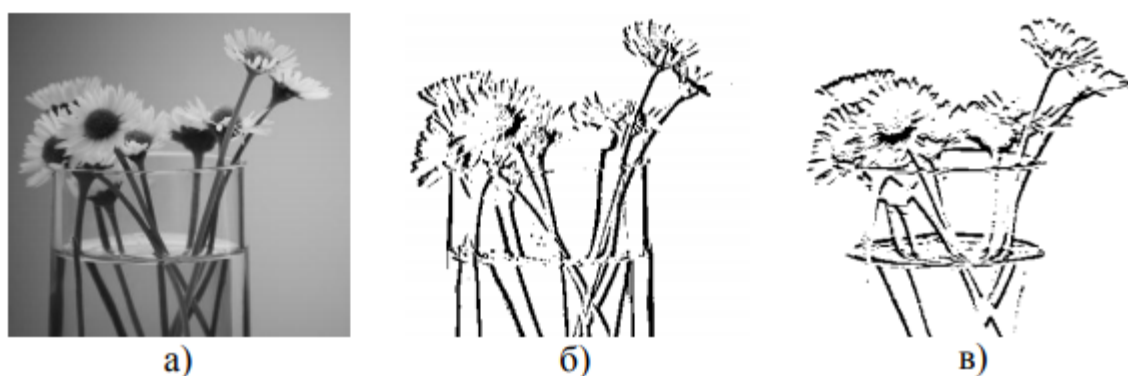


Рисунок 4 – Применение оператора Собеля для горизонтальных и вертикальных границ

В случае совместного использования горизонтальных и вертикальных операторов можно получить следующий результат (рисунок 5).



Рисунок 5 – Полное использование оператора Собеля

Помимо оператора Собеля, также можно использовать оператор Прюитт [5] Они схожи в своём применении с той лишь разницей, что используются разные матрицы.

У алгоритмов нахождения границ на изображениях есть несколько недостатков. Одним из них является неопределенность в выборе порога. Для разных изображений приходится использовать и подбирать различные значения, которые не всегда удается определить с первого раза. Также, такие фильтры очень чувствительны к посторонним шумам.

## **2.2. Нелинейные фильтры**

Основным отличием нелинейных фильтров от линейных заключается в способе формирования выходных значений. В нелинейных фильтрах выходные значения формируются нелинейным образом.

Линейные фильтры, зачастую, несмотря на обширные возможности, не позволяют применять самые естественные операции. Хорошим примером является разностный фильтр, результатом которого является бинарным изображением [5]. Такие изображения могут быть использованы только как предварительный этап обработки.

Более сложным вариантом использования фильтров является медиана (или медианный фильтр) [6]. Также, как и в линейных фильтрах, медианные фильтры используют окно (ядро), захватывающее соседние пиксели, которые будут участвовать в формировании итоговой интенсивности. Далее медианные фильтры сортируют пиксели в текущем положении окна в порядке возрастания. Выходом фильтра будет являться значение пикселя в середине отсортированного массива.

По итогу, медианная фильтрация имеет большие возможности в борьбе с импульсными помехами. Примером таких помех являются так называемые «битые пиксели» или «снеговой шум» на изображениях. Таким образом, медианные фильтры будут сглаживать подобные помехи с помощью соседних пикселей (Рисунок 6).

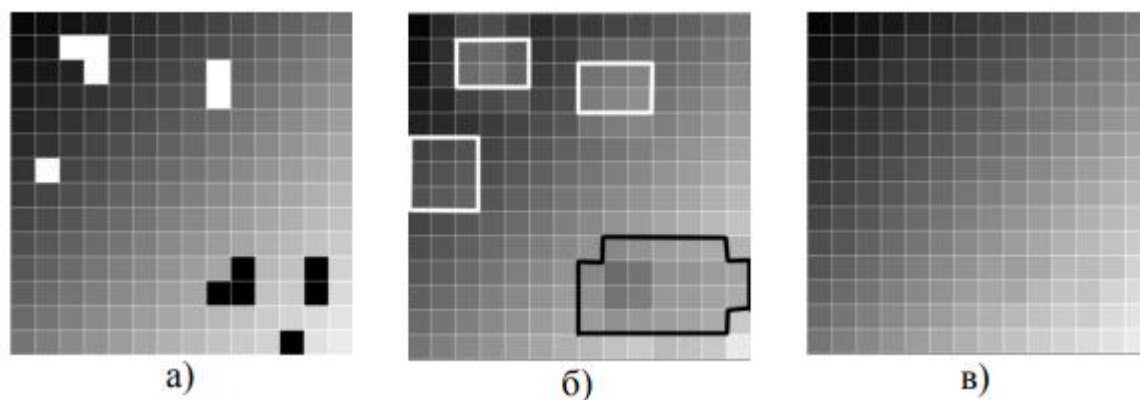


Рисунок 6 – Удаление шумов с помощью медианного фильтра

### 2.3. Методы, основанные на кластеризации

Для того, чтобы свести задачу фильтрации к задаче кластеризации, достаточно каждую точку изображения представить в виде набора признаков и ввести метрику (меру близости к конкретному кластеру) в пространстве этих признаков [6]. В качестве признаков пикселя могут быть представлены значения цвета, яркости, прозрачности и т.д. В качестве метрик можно использовать евклидово расстояние между векторами в пространстве признаков.

После сведения задачи фильтрации к задаче кластеризации можно использовать любые методы, используемые в задачах кластеризации. Одним из таких методов является метод k-средних [6]. Алгоритм k-средних – это итеративный метод, который позволяет разделить изображение на несколько кластеров. Его шаги можно описать следующим образом:

- 1) Выбрать k центров кластеров случайно или на основе некой логики;
- 2) Поместить каждый пиксель в кластер, который наиболее близок по установленной метрике;
- 3) Заново вычислить центры кластеров, усредняя все пиксели в кластере;
- 4) Повторять шаги 2 и 3 до тех пор, пока пиксели не перестанут менять своё значение.

Такой алгоритм гарантированно сходится, но может приводить к неоптимальным решениям. Качество итогового изображения будет зависеть от количества кластеров и качества выбранных метрик.



Применять метод k-средних можно рассматривая пространство яркостей пикселей. Одномерное пространство яркости пикселей хорошо можно представить гистограммой (рисунок 7).

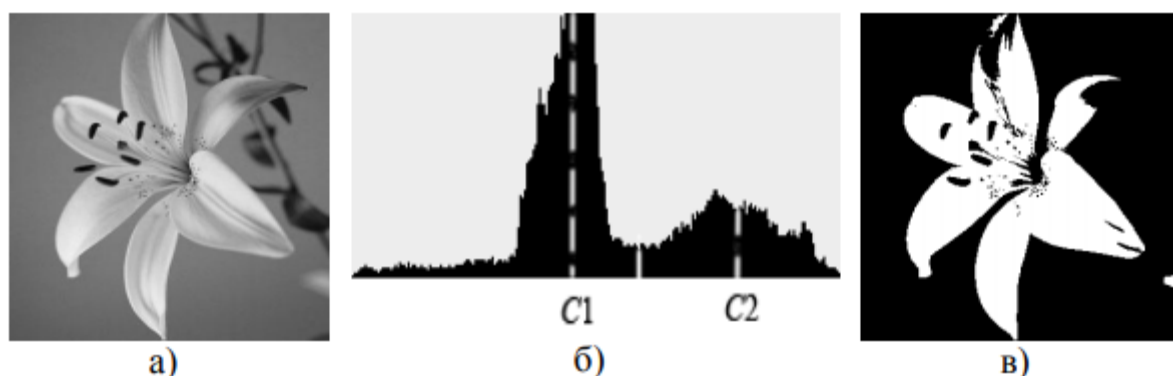


Рисунок 7 – Применение метода k-средних для яркости

В данном примере алгоритм определил два кластера и разделил изображение на два итоговых сегмента, закрашенных черным и белым цветом соответственно.

Одной из проблем метода кластеризации является то, что пространственное расположение точек либо совсем не учитывается, либо учитывается косвенно. Данный факт значительно препятствует применению данного метода в текущем исследовании.

Также методы кластеризации плохо работают на зашумленных изображениях: образуется слишком много кластеров, либо некоторые фрагменты теряются.

Подобные результаты (представленные на рисунке 7), можно получить более простыми методами, причем с более высоким результатом на выходе.

#### **2.4. Затравочные алгоритмы**

Для отделения нужных изобар от лишних можно рассмотреть алгоритмы закраски фигур [6]. Так как сами по себе изобары друг от друга не отличаются, необходимо неким способом выделить нужные. Таким способом может являться затравка: пользователь выбирает первую «затравочную» точку на выбранной фигуре, от которой будет происходить отбор подходящих пикселей.

В приложениях, в которых предполагается интерактивное взаимодействие с пользователями, обычно для заполнения области используются алгоритмы с затравкой. Алгоритмы с затравкой – алгоритмы, в которых тем или иным способом задается начальная точка закрашенной площади, после чего начинается проверка соседних с затравочной точкой пикселей [6].

#### **2.4.1. Гранично-определенные и внутренне-определенные алгоритмы**

По способу задания области выделяют два типа алгоритмов:

- гранично-определенные – алгоритмы, в которых пиксели на границе закрашиваемой фигуры отличны от пикселей внутри закрашиваемой области. При этом граница должна быть замкнута. В случае, если внутри закрашиваемой фигуры присутствуют границы, у которых код пикселей равен кодам внешней границы, то такие границы не закрашиваются;

- внутренне-определенные – алгоритмы, в которых вся закрашиваемая область определена одним и тем же кодом пикселя. Такие алгоритмы заменяют все пиксели фигуры на код пикселей закрашки.

В этом состоит основное отличие заливки области с затравкой от заполнения многоугольника. В случае заполнения многоугольников, есть вся нужная информация о закрашиваемой области. Поэтому для определения многоугольников используются быстрые алгоритмы, которые применяют когерентность строк и ребер. В алгоритмах же с затравкой, необходимо сначала прочесть один отдельный пиксель, затем проверить, проходит ли он по условию, и только затем перекрасить. Далее процедуру повторять для всех соседних пикселей [7].

#### **2.4.2. Связность алгоритмов**

Заливаемая область или ее граница – некоторое связное множество пикселей. По способам доступа к соседним пикселям выделяют 4-х и 8-ми связные области. В случае 4-х связных, доступ к соседним пикселям осуществляется по 4-м направлениям: верхний, нижний, левый, правый (рис. 8). В



случае 8-ми связных областей – добавляются ещё диагональные пиксели. С помощью связности областей можно от начальной точки затравки добраться до всех пикселей закрашиваемой области (рис. 9) [8].

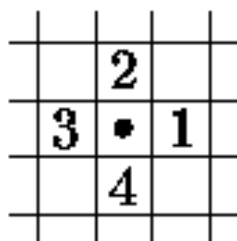


Рисунок 8 – Порядок обхода точек

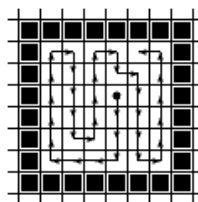


Рисунок 9 – Порядок заливки области

### 3. Проектирование и разработка программного обеспечения для обработки и анализа синоптических карт погоды

#### 3.1. Инструменты разработки

Было принято решение реализовать приложение в виде веб-сервиса, так как веб-сервисы не требуют больших мощностей от ПК пользователей и легко доступны для всех пользователей.

Для разработки сервиса анализа синоптических карт погоды будут применяться следующие технологии:

**JavaScript.** Мультипарадигменный язык программирования. Поддерживает объектно-ориентированный, императивный и функциональный стили. Является реализацией языка ECMAScript [9].

**HTML.** Стандартизированный язык разметки документов во Всемирной паутине. Большинство веб-страниц содержат описание разметки на языке HTML. Язык HTML интерпретируется браузерами; полученный в результате

интерпретации форматированный текст отображается на экране монитора компьютера или мобильного устройства [10].

**CSS.** Формальный язык описания внешнего вида документа, написанного с использованием языка разметки. Преимущественно используется как средство описания и оформления внешнего вида веб-страниц, написанных с помощью языков разметки HTML и XHTML, но может также применяться к любым XML-документам, например, к SVG или XUL [11].

**jQuery.** Библиотека JavaScript, фокусирующаяся на взаимодействии JavaScript и HTML. Библиотека jQuery помогает легко получать доступ к любому элементу DOM, обращаться к атрибутам и содержимому элементов DOM, манипулировать ими. Также, библиотека jQuery предоставляет удобный API для работы с AJAX [12].

**Sublime Text 3.** Программа для написания кода – позволяет создавать новые файлы и редактировать имеющиеся библиотеки (визуально открывая их как текстовый файл) [13].

### **3.2. Интерфейс приложения**

Интерфейс пользователя представлен на рисунке 10. Цифрами красного цвета обозначены следующие элементы:

1. Индикатор цвета под курсором на карте. Предназначен для помощи в определении точки для пользователя.
2. Кнопки «Фильтрация» и «Убрать лишние цвета». В общем случае, обе устраняют лишнюю цветную графическую информацию с той лишь разницей, что «Фильтрация» оставляет линии, выбранные пользователем, а «Убрать лишние цвета» – оставляет все пиксели черного цвета.
3. Панель ввода синоптической карты погоды с компьютера.
4. Панель выбора инструмента рисования.
5. Кнопка сохранения изображения синоптической карты погоды.
6. Панель определения барического образования над полярной областью.

7. Панель определения количества блокирующих процессов и выходов южных циклонов. Реализован ручной ввод пользователем-метеорологом.
8. Кнопка «Определить группу циркуляции». Выдает группу циркуляции для данной карты на основе извлеченных данных.
9. Рабочая область для редактирования карты погоды. Редактируется с помощью инструментов из пунктов 1-8.

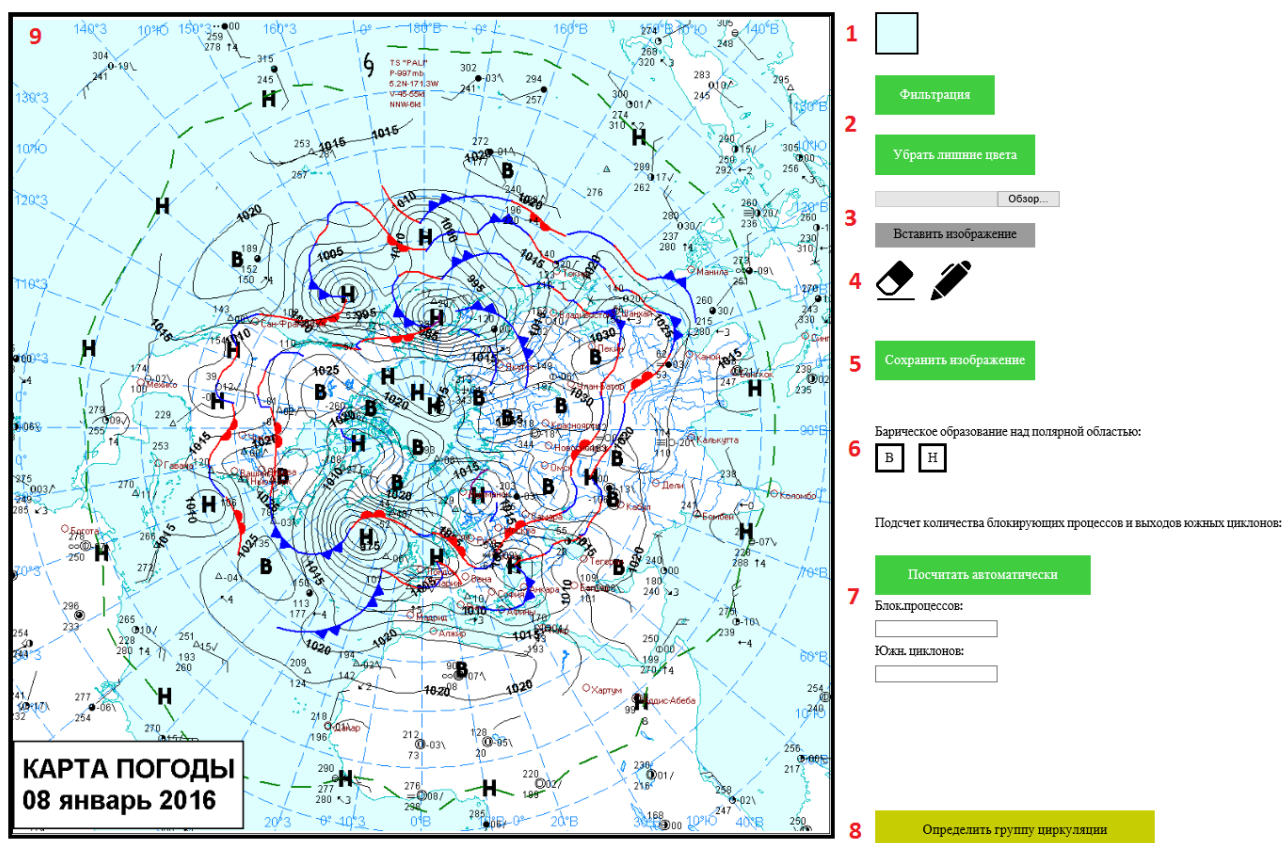


Рисунок 10 – Интерфейс пользователя

### 3.3.Обработка изображений карт погоды

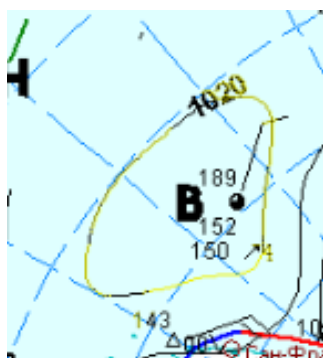
Исходные синоптические карты погоды значительно перегружены информацией. На синоптическую карту погоды нанесены меридианы, материки, лишние изобары и прочие ненужные для определения группы ЭЦМ данные. Всё это замедляет и значительно усложняет работу метеоролога. Поэтому, значительная часть данного приложения предназначена для устранения подобной избыточной информации.

### 3.3.1 Первый способ обработки

Для обработки изображений с синоптических карт погоды первым способом необходимо проделать следующие шаги:

- 1) С помощью курсора выбрать те изобары (и другую информацию), которые необходимы для анализа. При этом выделенные области закрашиваются желтым цветом (рисунок 11 слева);
- 2) Нажать кнопку «Фильтрация». При этом вся лишняя информация сотрется, а останется только заранее выделенное.
- 3) С помощью инструментов, описанных в разделе 4.3 отредактировать изображение карты для удобного и корректного анализа.

Стоит заметить, что помимо необходимых линий может выделиться и другая ненужная информация. Связано это с тем, что выделение осуществляется с помощью затравочного алгоритма (Рисунок б) и в выделенную область попадают все части, касающейся необходимой линии.



а)



б)

Рисунок 11 – Выделение изобар

### 3.3.2. Второй способ обработки

Для обработки изображений с синоптических карт погоды вторым способом необходимо проделать следующие шаги:

- 1) Нажать на кнопку «Убрать лишние цвета», после чего на карте останется информация только черного цвета (рисунок 12).

- 2) Выбрать все необходимые линии изобар и прочую информацию. При этом она окрасится также, как в первом способе (рисунок 11). Либо стереть всю лишнюю информацию с помощью инструмента «Ластик»;
- 3) Закончить редактирование с помощью инструментов.

Для некоторых исследователей данный способ может показаться удобнее. Только черно-белые цвета не отвлекают от выбора нужной изобары. Линии и символы читаются более четко, не создается напряжение для глаз.

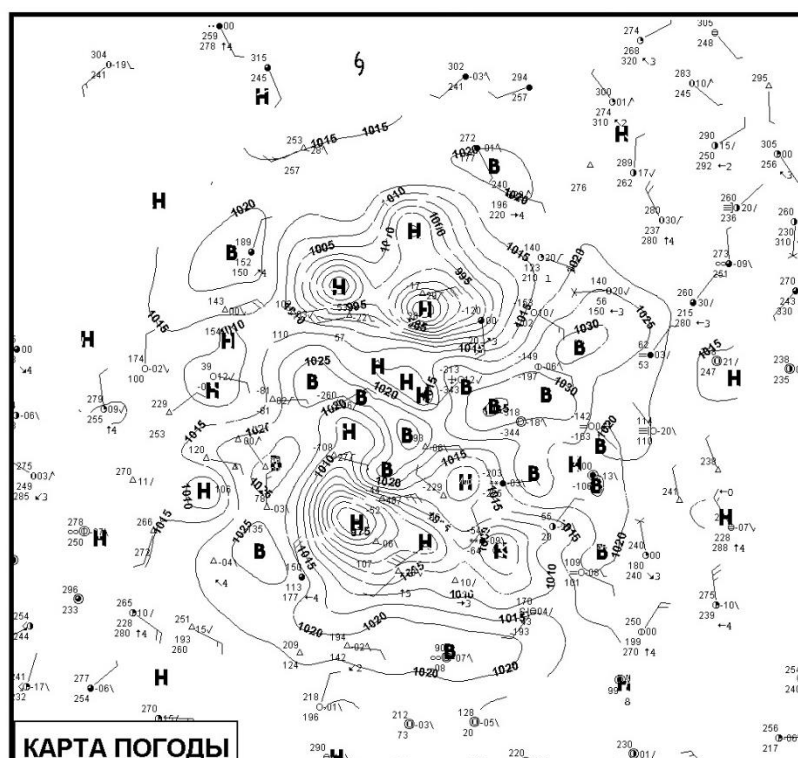


Рисунок 12 – Удаление лишних цветов с карты

### 3.4. Редактирование карт

Разрабатываемый алгоритм фильтрации имеет определенную долю погрешности. Так, вместе с выделяемой изобарой может быть выделена часть другой изобары или лишние буквы и цифры. Также нужная изобара может прерываться из-за того, что на пути линии находились посторонние обозначения другого цвета. Всё это может усложнить анализ синоптической карты погоды метеорологом и привести к неправильной трактовке и ошибочному определению группы ЭЦМ.

Для устранения таких погрешностей были реализованы такие инструменты как «Ластик» и «Ручка». «Ластик» позволяет удалить лишнюю графическую информацию, а «Ручка» – восстановить недостающие части изобары. Также с помощью «Ручка» можно делать пометки на свободных частях карты. Панель с данными инструментами представлена на рисунке 13. Результат работы инструментами показан на рисунках 14 и 15.



Рисунок 13 – Панель выбора инструмента редактирования

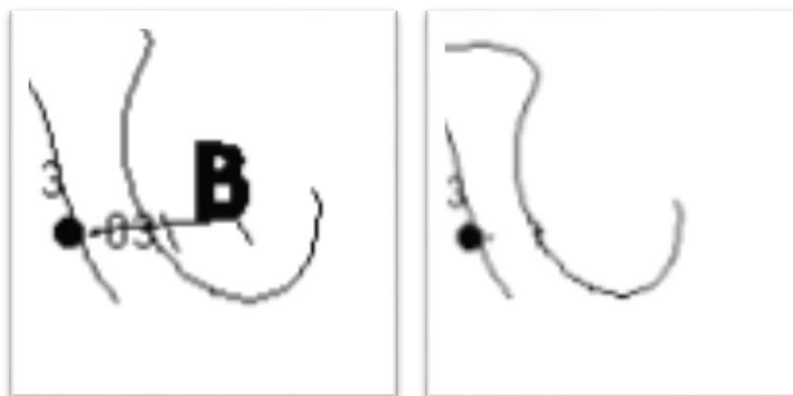


Рисунок 14 – Результат работы инструментом «Ластик»

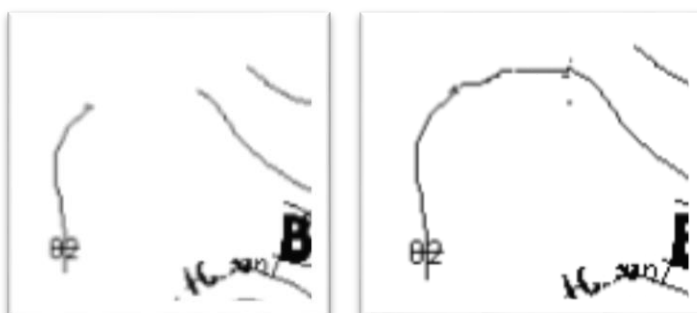


Рисунок 15 - Результат работы инструментом «Ручка»

### 3.5. Анализ синоптических карт погоды

#### 3.5.1. Ручной анализ карт синоптических карт погоды

Для того, чтобы воспользоваться ручным анализом, необходимо самостоятельно внести следующие данные в панель анализа (рисунок 16):

- Высокое или низкое барическое образование над полярной областью. Переключатель «В» и «Н»;
- Количество блокирующих процессов и выходов южных циклов. Присутствуют поля ввода с соответствующими названиями.

На основе введённых данных, программа самостоятельно подсчитывает результаты и предоставляет пользователю информацию о группе и типе ЭЦМ.

Барическое образование над полярной областью:

 В  Н

Подсчет количества блокирующих процессов и выходов южных циклонов:

Посчитать автоматически

Блок.процессов:

Южн. циклонов:

Определить группу циркуляции

Зональная группа циркуляции. 1 и 2 тип ЭЦМ

Рисунок 16 – Панель анализа карты

#### 3.5.2. Автоматический анализ синоптических карт погоды

Для автоматизации процесса определения группы ЭЦМ реализован следующий алгоритм определения числа блокирующих процессов и выходов южных циклов.

Алгоритм состоит из следующих шагов:

- 1) Задаются направляющие, по которым будут определяться перепады линий изобар. Направляющие располагаются с углом в 5 градусов между собой. Таким образом определяется 72 направляющие (рисунок 17);
- 2) Проверяется каждый пиксель вдоль направляющей. При этом, начальный шаг находится на краю карты. Запоминается первое вхождение на пересечении с изобарой (запоминается шаг, на котором встретилось пересечение);
- 3) В результате шага 2 получается ряд из 72 чисел – шагов, на которых встретились пересечения. По такому ряду можно построить гистограмму;
- 4) По полученному ряду определяются значительные перепады, т.е. перепады значений больше 100 пикселей (рисунок 18);
- 5) На основании количества перепадов, определяется количество провалов (т.е. блокирующих образований) и выступов (т.е. выходов южных циклонов);
- 6) Данные заносятся в поля на панели управления (рисунок 16).

Данный алгоритм не всегда верно определяет ключевые параметры синоптической карты погоды, а является только рекомендательным по установке значений. В случае неверного определения блокирующих образований и выходов южных циклонов, пользователь-метеоролог может самостоятельно подкорректировать поля ввода.



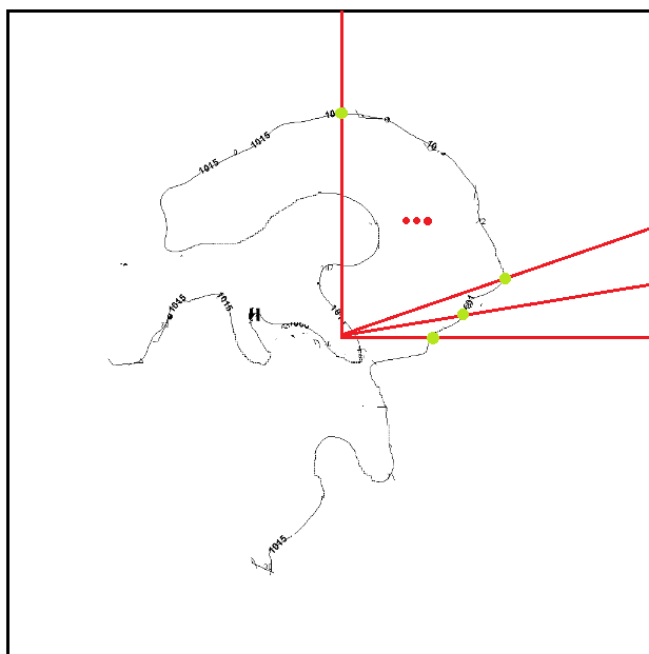


Рисунок 17 – Направляющие на карте

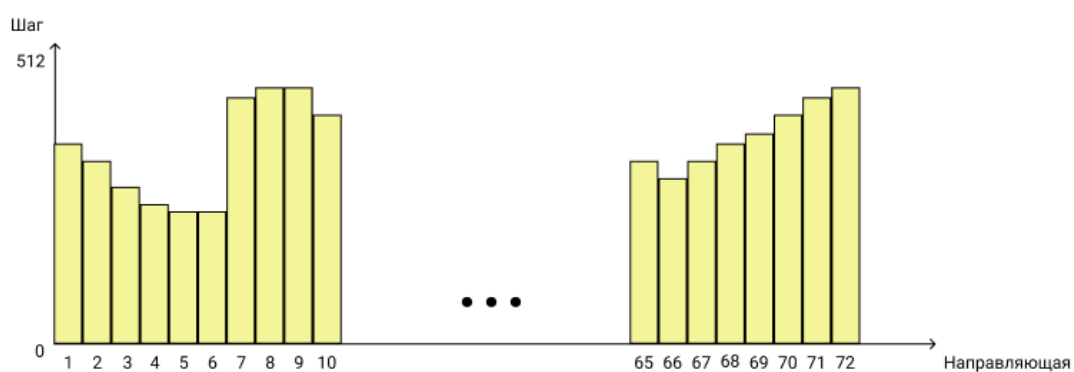


Рисунок 18 – Гистограмма шагов направляющей

### 3.6. Исследование работы разработанного приложения

Проверим работу сервиса целиком, с пошаговым описанием и проверкой результатов работы. Первый шаг: загружаем нужную карту с помощью панели вставить изображение (рисунок 19-20).

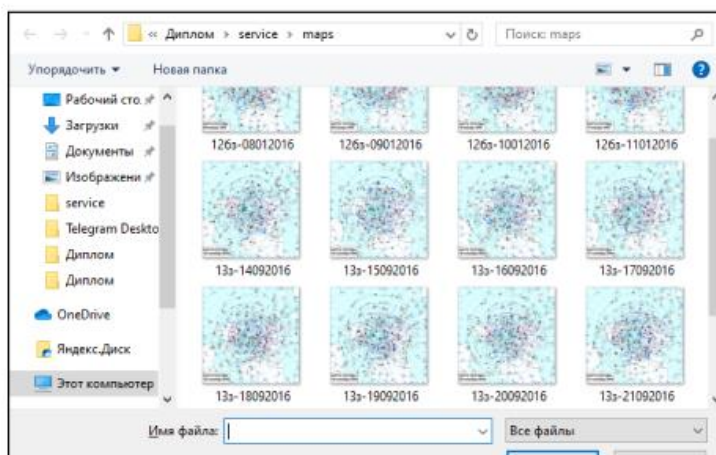
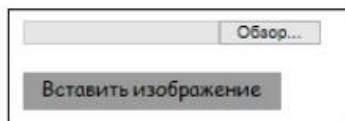


Рисунок 19 – Загрузка изображения с компьютера

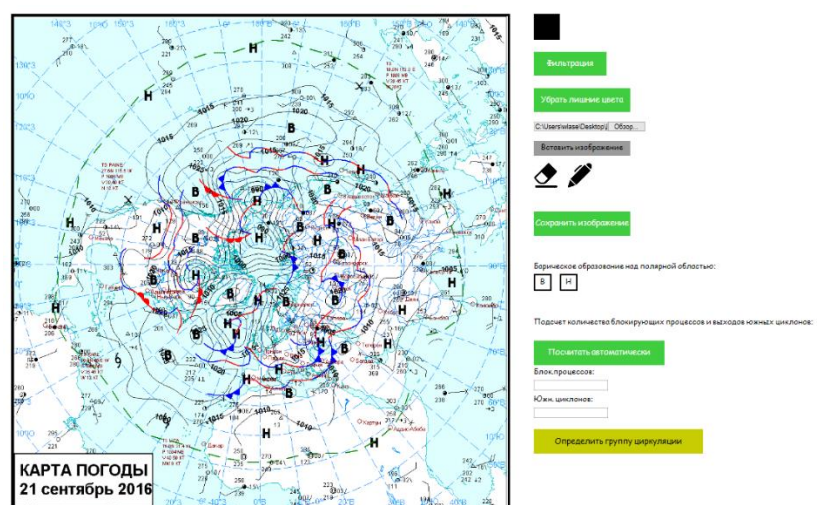


Рисунок 20 – Загруженное изображение

Второй шаг: с помощью мыши выбираем нужную изобару 1015 гПа (рисунок 21) и отмечаем барическое образование над полярной областью (рисунок 22). Индикатор в верхнем правом углу помогает определить цвет пикселя, на который совершается клик.

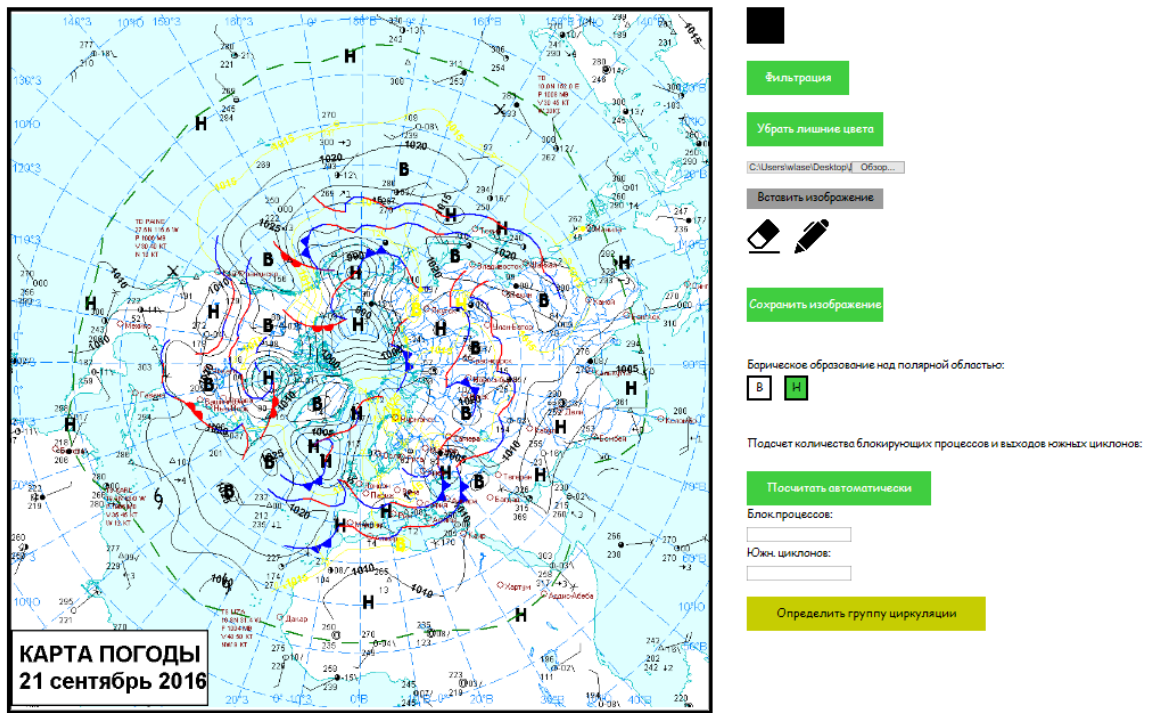


Рисунок 21 – Выбор нужной изобары

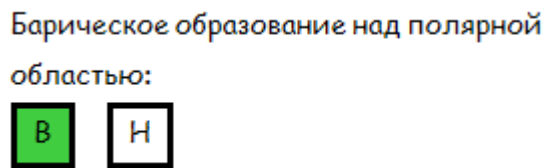
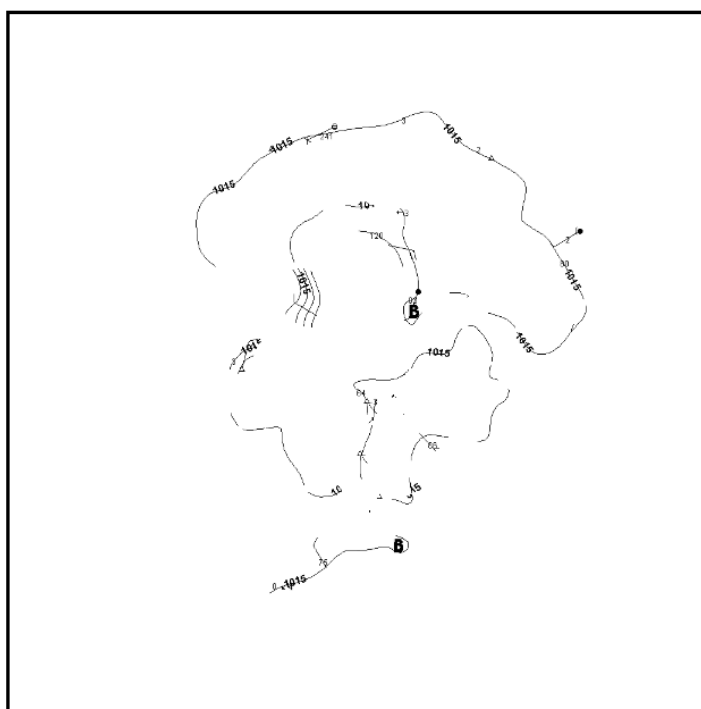


Рисунок 22 – Выбор барического образования над полярной областью  
 Нажимаем кнопку «Фильтрация» (рисунок 23) и с помощью инструментов «Ластик» и «Ручка» редактируем полученную карту.



C:\Users\lase\Desktop\ Обр...

Барическое образование над полярной областью:

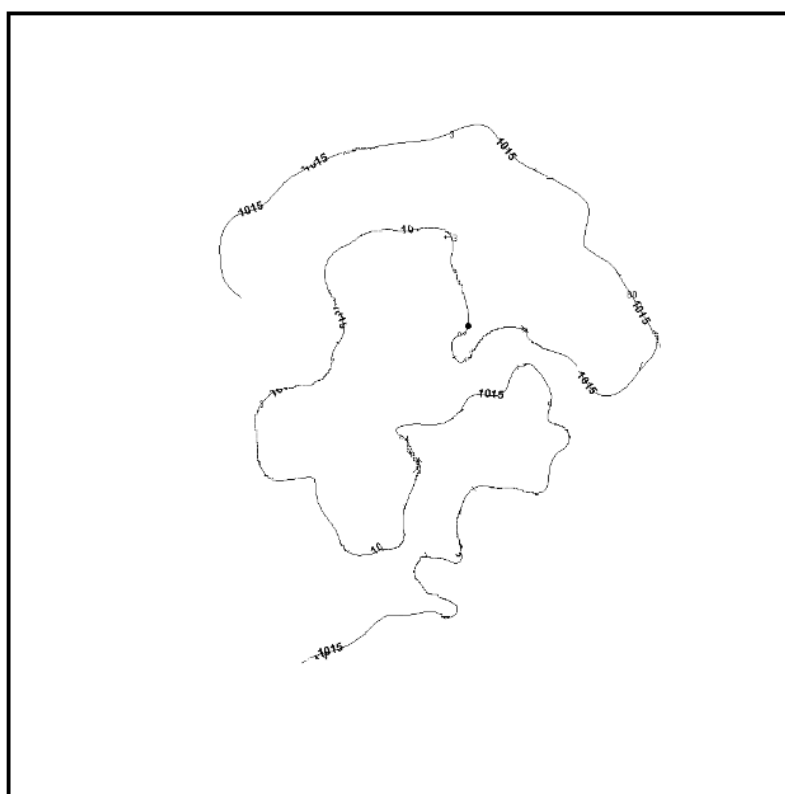
В  Н

Подсчет количества блокирующих процессов и выходов южных циклонов:

Блок процессов:

Южн. циклонов:

Рисунок 23 – Результат после нажатия кнопки «Фильтрация»



C:\Users\lase\Desktop\ Обр...

Барическое образование над полярной областью:

В  Н

Подсчет количества блокирующих процессов и выходов южных циклонов:

Блок процессов:

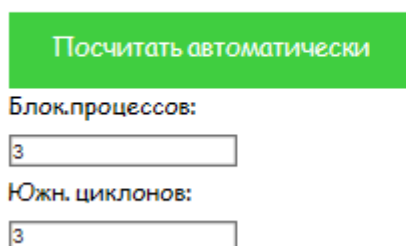
Южн. циклонов:

Рисунок 24 – Скорректированная синоптическая карта

Следующий этап: подсчет количества блокирующих процессов и выходов южных циклонов. Нажимаем кнопку «Посчитать автоматически», после чего

алгоритм вставляет в поля посчитанные значения (Рисунок 25). Если необходимо, корректируем значения.

Подсчет количества блокирующих процессов и выходов южных циклонов:



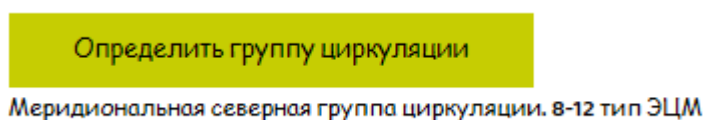
Посчитать автоматически

Блок.процессов:

Южн. циклонов:

Рисунок 25 – Подсчет параметров

Последний этап: нажимаем на кнопку «Определить группу циркуляции», после чего в соответствии с таблицей на рисунке 2 определяется группа, которая пишется ниже (рисунок 26).



Определить группу циркуляции

Меридиональная северная группа циркуляции. 8-12 тип ЭЦМ

Рисунок 26 – Определенная группа циркуляции

В ходе проверки работы сервиса не возникло ошибок или сбоев, мешающих процессу определения группы ЭЦМ.

## **4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

### **4.1. Введение**

В данной работе разрабатывается сервис для анализа и обработки синоптических карт погоды, который будет использоваться метеорологами для последующего применения полученной информации. Любой проект научный или практический несет в себе и экономическую составляющую. Для более полного анализа ценности проекта необходимо рассмотреть также все экономические аспекты работы.

Цель данного раздела: провести анализ перспективности данного исследования. Для этого требуется оценить коммерческую ценность проекта, выявить технико-экономические основания, а также рассмотреть целесообразность внедрения данного продукта. Для достижения этих целей будет проведен QuaD и SWAT анализы.

В анализ QuaD используются взвешенные значения различных показателей, которые можно разбить на две группы:

- оценки коммерческого потенциала разработки;
- оценки качества разработки.

SWAT анализ – это комплексный анализ разработки с рассмотрением сильных и слабых сторон. Применяется для анализа внутренней, а также внешней среды проекта. В ходе анализа проводится несколько этапов и вводятся следующие понятия:

- сильные стороны;
- слабые стороны;
- возможности;
- угрозы.

#### **4.2. Анализ конкурентных технических решений**

Для анализа конкурентов целесообразно рассмотреть сервисы, предоставляющие возможность обработки карт изобар и последующего их анализа. Подобных сервисов не обнаружено. Имеются только сервисы, дающие возможность просмотреть актуальные данные карт.

Одним из таких сервисов является сервис [meteoinfo.ru](http://meteoinfo.ru). Гидрометцентр России ([meteoinfo.ru](http://meteoinfo.ru)) является ведущим научно-исследовательским и оперативно-методическим учреждением Росгидромета в области гидрометеорологических прогнозов. Данный веб ресурс предоставляет возможность просмотра синоптических карт с уже нанесенной информацией.

Оценка основных технических характеристик данных сервисов представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Сравнение конкурентных технических решений

Показатели конкурентоспособности	Весомость	Баллы		К-способность	
		q <sub>ф</sub>	q <sub>к1</sub>	K <sub>ф</sub>	K <sub>к1</sub>
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>					
1. Функциональная мощность	0,2	5	1	1	0,2
2. Простота эксплуатации	0,05	3	5	0,15	0,25
3. Скорость работы	0,2	4	5	0,8	1
4. Качество интерфейса	0,05	4	5	0,2	0,25
5. Доступность	0,2	4	4	0,8	0,8
<b>Экономические критерии оценки ресурсоэффективности</b>					
1. Поддержка продукта	0,05	1	3	0,05	0,15
2. Цена продукта	0,1	5	5	0,5	0,5
Итого	1			3,5	3,65

Из приведенной таблицы можно сделать вывод, что основным преимуществом разрабатываемого продукта является функционал приложения. Конкурентные приложения не предоставляют даже минимально необходимый функционал. По остальным критериям разрабатываемое приложение либо не уступает, либо уступает незначительно.

Следовательно, можно сделать вывод, что сервис будет востребован в сферах, требующих наличие данного функционала.

### 4.3. QuaD-анализ

В QuaD анализе используются следующие критерии оценки качества разработки:

1. Надежность – способность системы работать без отказа и ошибок во время обработки текущих задач. Способность выполнять требуемые

функции в заданных режимах и условиях применения.

2. Качество пользовательского интерфейса – удобство работы пользователя с системой, интуитивность использования элементов и их адекватность, возможность запомнить расположение элементов.

3. Время обработки – интервал времени, в течении которого система обрабатывает данные.

4. Требования к ресурсам – требования, которые выдвигает построенная система к аппаратно-программным средствам, на которых она производит вычисления.

Показатели коммерческого потенциала разработки:

1. Перспективность рынка – оценка заинтересованности клиентов к данной разработке в рассматриваемом сегменте рынка.

2. Законченность работы – характеризует ту стадию разработки, на которой находится система.

3. Конкурентоспособность – свойство, характеризующее степень удовлетворения разработкой в сравнении с аналогичными, представляемыми на данном рынке.

4. Доступность – свобода продавать на рынке.

5. Финансовая эффективность – соотношение реальной или предполагаемой прибыли к затратам.

Таблица 4.2 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес	Баллы	Макс. балл	Отн. Знач.	Ср. взвеш. Знач.
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
1. Надежность	0,2	60	100	0,6	0,12
2. Качество пользовательского интерфейса	0,3	80	100	0,8	0,24
3. Время обработки	0,1	60	100	0,6	0,06
4. Требования к ресурсам	0,1	50	100	0,5	0,05
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
1. Перспективность рынка	0,05	80	100	0,8	0,04



2. Законченность работы	0,05	65	100	0,6	0,03
3. Конкурентоспособность	0,05	90	100	0,9	0,045
4. Доступность	0,1	80	100	0,8	0,08
5. Финансовая эффективность	0,05	70	100	0,7	0,035
Итого:					0,7

Перспективность и качество разрабатываемого продукта технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i B_i, \quad (1)$$

где  $P_{cp}$  – взвешенное значение показателя перспективности и качества разработанного продукта,  $B_i$  – вес показателя (в долях единицы),  $B_i$  – взвешенное значение  $i$ -го показателя.

Вычисленная оценка равна 0,7. Этот показатель означает, что перспективность данного проекта выше среднего.

#### 4.4. SWOT-анализ

Для составления матрицы SWOT-анализа необходимо рассмотреть сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы разработки.

Таблица 4.3 – Результаты SWOT-анализа

	<b>Сильные стороны</b>	<b>Слабые стороны</b>
	1. Удобный интерфейс 2. Кроссплатформенность 3. Свободный доступ к приложению 4. Открытый доступ к программе	1. Низкая скорость разработки 2. Малое кол-во опыта у разработчиков 3. Отсутствие финансирования
<b>Возможности</b> 1. Повышение производительности алгоритма	В1С1: улучшение производительности приведет к увеличению скорости работы.	В1В3Сл1 – отсутствие опытного персонала может быть следствием замедления

2. Коммерциализация разработки 3. Расширение функционала	В2С1: высокая скорость работы в сочетании с расширенным функционалом может привести к привлечению новых средств и повышению конкурентоспособности.	разработки, усложнения потенциала и стать причиной замедленного развития проекта.
<b>Угрозы</b> 1. Ошибки реализации 2. Прекращение финансовой поддержки	У2С1 – прекращение поддержки проекта может стать причиной замедления введения новой функциональности.	У1Сл1: Ошибки в реализации могут привести не только к сбоям программы, а также к уменьшению скорости программы, ухудшению впечатления пользователей и отказу от использования приложения.

Анализируя приведенную выше таблицу, можно сделать вывод, что неопытность разработчиков является самой большой угрозой проекту. Это может вызывать не только ошибки в реализации, но даже отказ от использования разрабатываемого продукта и отказ от финансирования со стороны руководителей проекта.

#### **4.5. Организация и планирование научно-исследовательских работ**

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

В данном пункте составляется полный перечень проводимых работ, определяются их исполнители и рациональная продолжительность. Наглядным результатом планирования работ является сетевой, либо линейный график реализации проекта. Так как число исполнителей редко превышает двух (степень распараллеливания всего комплекса работ незначительна) в большинстве случаев предпочтительным является линейный график. Для построения линейного

графика реализации проекта хронологически упорядоченные данные приводятся в таблице ниже.

Таблица 4.4 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	НР – 100% И – 10%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 30% И – 100%
Разработка календарного плана	НР, И	НР – 100% И – 10%
Выбор методов и алгоритмов для приложения	НР, И	НР – 100% ИП – 70%
Проектирование и разработка приложения	И	И – 100%
Оформление отчетов	И	И – 80%
Подведение итогов	НР, И	НР – 60% И – 100%

Для выполнения данного проекта была составлена рабочая группа, в которую входит один студент и один научный руководитель.

#### 4.5.1. Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ может осуществляться двумя методами:

- технико-экономическим;
- опытно-статистическим.

Первый применяется в случаях наличия достаточно развитой нормативной базы трудоемкости планируемых процессов, что в свою очередь обусловлено их высокой повторяемостью в устойчивой обстановке. Так как исполнитель работы зачастую не располагает соответствующими нормативами, то используется опытно-статистический метод, который реализуется двумя способами:

- аналоговый;
- экспертный.

Аналоговый способ привлекает внешней простотой и околонулевыми затратами, но возможен только при наличии в поле зрения исполнителя НИР не

устаревшего аналога, т.е. проекта в целом или хотя бы его фрагмента, который по всем значимым параметрам идентичен выполняемой НИР. В большинстве случаев он может применяться только локально – для отдельных элементов (этапов работы) [14].

Экспертный способ используется при отсутствии вышеуказанных информационных ресурсов и предполагает генерацию необходимых количественных оценок специалистами конкретной предметной области, опирающимися на их профессиональный опыт и эрудицию. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ  $t_{ож}$  применяется следующая формула.

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

где  $t_{ож\ i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, человеко-дней;

$t_{min\ i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы в оптимистической оценке, человеко-дней;

$t_{max\ i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы в пессимистической оценке, человеко-дней;

Для выполнения работ по проведению научного исследования требуются специалисты: бакалавр (Б) и научный руководитель(Р).

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ( $T_{РД}$ ) ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{вн}} \cdot K_{д} \quad (3)$$

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

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

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

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_K, \quad (4)$$

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

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

$$T_K = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}}, \quad (5)$$

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

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

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

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

В таблице 4.5 представлены временные показатели, рассчитанные по формулам 2-5.

Таблица 4.5 – Временные показатели проведения научного исследования

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
		$t_{min}$	$t_{max}$	$t_{ож}$	$T_{рд}$		$T_{кд}$	
					НР	И	НР	И
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	2	4	2,8	3,36	–	4,07	–
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	2	3	2,4	2,88	0,29	3,5	0,35
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	12	15	13,2	4,75	15,84	5,75	19,16
Разработка календарного плана	НР, И	2	4	2,8	3,36	0,33	4,07	0,39
Выбор методов и алгоритмов для приложения	НР, И	7	14	9,8	11,76	8,23	14,25	9,9
Проектирование и разработка приложения	И	20	34	25,6	–	30,72	–	37,02
Оформление отчетов	И	6	9	7,2	–	8,64	–	10,45
Подведение итогов	НР, И	5	8	6,2	4,46	7,44	5,4	9
<b>Итого:</b>				<b>70</b>	<b>40,54</b>	<b>71,49</b>	<b>49,34</b>	<b>86,27</b>

По этой таблице строим линейный график работ (таблица 4.6).

Таблица 4.6 – Линейный график работ

Этап	НР	И	Март			Апрель			Май			Июнь	
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
1	4,07	–	■										
2	3,5	0,35	■	■									
3	5,75	19,16		■	■	■							
4	4,07	0,39				■	■						
5	14,25	9,9				■	■	■					
6	–	37,02					■	■	■	■			
7	–	10,45								■	■		
8	5,4	9									■	■	

НР – ■; И – ■

## **4.6. Бюджет научно-технического исследования**

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат [15]:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

### **4.6.1. Расчет затрат на материалы**

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования. Сюда же относятся специально приобретенное оборудование, инструменты и прочие объекты, относимые к основным средствам, стоимостью до 40 000 руб. включительно. Цена материальных ресурсов определяется по соответствующим ценникам или договорам поставки.

Материальные расходы представлены в таблице 4.7.



Таблица 4.7 – Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Бумага для принтера формата А4	190	1 уп.	150
Картридж для принтера	1550	1 шт.	1550
<b>Итого:</b>			<b>1700</b>

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

$$C_{\text{мат}} = 1700 * 1,05 = 1785 \text{ руб.}$$

#### 4.6.2. Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Величины месячных окладов (МО) для сотрудников ТПУ можно получить на его портале. Оклад инженера принимается равным окладу инженера собственной кафедры (лаборатории).

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

$$ЗП_{\text{дн-т}} = \text{МО} / 25,083, \quad (6)$$

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

Расчета затрат на полную заработную плату приведены в таблице 4.8. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 4.5. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов:  $K_{\text{ПР}} = 1,1$ ;  $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,188$ ;  $K_{\text{р}} = 1,3$ . Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо

первую умножить на интегральный коэффициент  $K_{и} = 1,1 * 1,188 * 1,3 = 1,699$ . Вышеуказанное значение  $K_{доп.зп}$  применяется при шестидневной рабочей неделе, при пятидневной оно равно 1,113, соответственно в этом случае  $K_{и} = 1,62$ .

Таблица 4.8 – Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	33 664	1342,09	49	1,699	111 730, 34
И	15 470	616,75	86	1,62	85 925,61
<b>Итого:</b>					197 655, 95

#### 4.6.3. Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е.  $C_{соц.} = C_{зп} * 0,3$ . Итак, в нашем случае

$$C_{соц.} = 197\ 655,95 * 0,3 = 59\ 296,79 \text{ руб.}$$

#### 4.6.4. Расчет затрат на электроэнергию

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

$$C_{эл.об.} = P_{об} \cdot t_{об} \cdot Ц_{э}, \quad (7)$$

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

$Ц_{э}$  – тариф на 1 кВт·час;

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

Для ТПУ  $Ц_{э} = 6,59$  руб./кВт·час (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 4.5 для инженера ( $T_{рд}$ ) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{об} = T_{рд} \cdot K_t, \quad (8)$$

где  $K_t \leq 1$  – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к  $T_{рд}$ , определяется исполнителем самостоятельно. В ряде случаев возможно определение  $t_{об}$  путем прямого учета, особенно при ограниченном использовании соответствующего оборудования.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{об} = P_{ном.} \cdot K_C, \quad (9)$$

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

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

Пример расчета затраты на электроэнергию для технологических целей приведен в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$ , час	Потребляемая мощность $P_{об}$ , кВт	Затраты $\mathcal{E}_{об}$ , руб.
Персональный компьютер	504*0,6	0,3	521,46
Струйный принтер	30	0,1	17,24
<b>Итого:</b>			<b>538,70</b>

#### 4.6.5. Расчет амортизационных расходов

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

Используется формула

$$C_{ам} = \frac{N_A \cdot C_{об} \cdot t_{рф} \cdot n}{F_d}, \quad (10)$$

где  $N_A$  – годовая норма амортизации единицы оборудования;

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

$F_{д}$  – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году. При этом второй вариант позволяет получить более объективную оценку  $C_{AM}$ . Например, для ПК в 2015 г. (298 рабочих дней при шестидневной рабочей неделе) можно принять  $F_{д} = 298 * 8 = 2384$  часа;

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

$n$  – число задействованных однотипных единиц оборудования.

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

Стоимость ПК 45000 руб, время использования 504 часа, тогда для него:

$$C_{AM}(ПК) = (0,4 * 45000 * 504 * 1) / 2408 = 3767,44 \text{ руб.}$$

Стоимость принтера 12000 руб., его  $F_{д} = 500$  час.;  $N_A = 0,5$ ;  $t_{рф} = 30$  час., тогда для него:

$$C_{AM}(Пр) = (0,5 * 12000 * 30 * 1) / 500 = 360 \text{ руб.}$$

Итого начислено амортизации 4 127,44 руб.

#### **4.6.6. Расчет расходов, учитываемых непосредственно на основе платежных (расчетных) документов (кроме суточных)**

Сюда относятся:

- командировочные расходы, в т.ч. расходы по оплате суточных, транспортные расходы, компенсация стоимости жилья;
- арендная плата за пользование имуществом;
- оплата услуг связи;
- услуги сторонних организаций.

Норма оплаты суточных – **100 руб./день**.

Оплата проживания в общежитии 50 руб./день \* 90 дней = 450 руб. (основные расходы за счет принимающей стороны); консалтинговые услуги – 1500 руб. Итого по данному пункту:

$$C_{\text{нр}} = 450 + 1500 = 1950 \text{ руб.}$$

#### 4.6.7. Расчет прочих расходов

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

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

В нашем случае:

$$C_{\text{проч.}} = (1700 + 197\,655,95 + 59\,296,79 + 538,70 + 4127,44 + 1950) \cdot 0,1 = 26526,89 \text{ руб.}$$

#### 4.6.8. Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта:

Таблица 4.10 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	1700
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	197 655,95
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	59 296,79
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.}}$	538,7
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	4 127,44
Непосредственно учитываемые расходы	$C_{\text{нр}}$	1950
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	26526,89
Итого:		291 795,77

### 4.7 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 показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат научного исследования

(см. табл. 4.12). Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}} = \frac{\Phi_p}{\Phi_{\text{NAS}}}, \quad (11)$$

где  $I_{\text{финр}}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_p$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно- исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Максимальная стоимость составляет 60000 рублей, следовательно:

$$I_{\text{финр}} = \frac{291\,795,77}{60000} = 4,86$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки составила 4,86, что отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах.

Интегральный показатель ресурсоэффективности исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_p = \sum a * b, \quad (12)$$

где  $I_p$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a$  – весовой коэффициент;

$b$  – балльная оценка, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 4.11

Таблица 4.11 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Оценка выполнения
1. Улучшение производительности труда заказчика	0,3	5
2. Функциональная мощность	0,15	4
3. Удобство в эксплуатации	0,20	5
4. Потребность в ресурсах памяти	0,15	5
5. Надежность	0,20	4
ИТОГО	1	

$$I_p = 5*0,3+4*0,15+5*0,2+5*0,15+4*0,20 = 4,65;$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{исп}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп} = \frac{I_p}{I_{финр}} \quad (16)$$

$$I_{исп} = \frac{4,65}{4,86} = 0,96$$

Полученное значение интегрального показателя эффективности исполнения разработки почти одинаково с максимальным баллом в системе оценивания. Это говорит о том, что результат работы можно считать положительным, так как оценка интегрального показателя ресурсоэффективности близка к максимальной.

#### 4.8 Общий вывод по разделу

В целом данные, полученные при анализе оценочной карты Quad, позволяют сделать вывод, что разработка ИС является перспективной и привлекательной для инвесторов.

Также была распланирована структура работ проекта и определены ответственные должности для их выполнения. В соответствии с назначенными работами была рассчитана их трудоемкость и составлен график работ. Общая

длительность проектирования и разработки программного продукта составила 91 день.

Общий бюджет НИИ составил 291 795,77рублей. Он включает в себя затраты на основную и дополнительную заработную плату работников, материальные затраты, отчисления на внебюджетные фонды и накладные расходы.



## **5. Социальная ответственность**

### **5.1. Введение**

Разработанный в рамках выпускной квалификационной работы проект является программным обеспечением, предназначенным для анализа метеорологических карт и для последующего получения из них информации. Разработка программы проводилась только при помощи компьютера, иные средства не применялись. Пользователями данного ПО являются компании, занимающиеся анализом метеоданных. А конкретнее сами метеорологи. Вне зависимости от того, как применяют данное приложение, для его работы необходимы только программные и аппаратные средства ПК и периферийные устройства.

В данном разделе анализируются вредные и опасные для пользователей приложения факторы производственной среды. Под пользователями подразумеваются метеорологи, которые будут использовать данное ПО.

### **5.2. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Безопасность – защитные мероприятия и средства, которые обеспечивают минимальную степень риска, а негативные факторы не превышают допустимой величины.

Трудовой кодекс регулирует вопросы, относящиеся к охране и организации труда. СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» регламентирует аспекты работы на ПК. ГОСТ 12.2.032–78 [17] ССБТ «Рабочее место при выполнении работ сидя» регламентирует общие требования, предъявляемые к рабочему месту, на котором человек выполняет свою работу в сидячем положении.

### **5.3. Эргономика рабочего места**

Данные правила предъявляют санитарно-эпидемиологические требования к: изготовлению, использованию и эксплуатации ПК, находящихся на производстве, а также организации рабочих мест с ПК, в также оборудованиём.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 «Общие требования к организации рабочих мест пользователей ПК»:

- Расстояние между рабочими столами должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов не менее 1,2 м.
- Если на рабочем месте присутствуют вредные производственные факторы, рабочие места должны располагаться в комнате, с организованным воздухообменом;
- Место работы рабочего, требующее значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать руг от друга перегородками высотой 1,5–2,0 м.
- Конструкция рабочего кресла должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПК позволять изменять позу с целью снижения напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления.
- Площадь рабочего пространства должна быть не менее 6 м<sup>2</sup>, а объём не менее 24 м<sup>3</sup>.
- Помещения с компьютерами должны оборудоваться системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной приточно-вытяжной вентиляцией.
- Для внутренней отделки интерьера помещений должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка – 0,7–0,8; для стен – 0,5–0,6; для пола – 0,3–0,5.

- Поверхность пола в помещении должна быть ровной, без выбоин, нескользкой, удобной для очистки и влажной уборки, обладать антистатическими свойствами.
- В помещении должна находиться аптечка, а также углекислотный огнетушитель.

#### 5.4. Производственная безопасность

Чтобы обеспечить производственную безопасность, необходим анализ различных опасных и вредных производственных факторов, которые могут возникнуть при эксплуатации и разработке приложения.

Производственный фактор можно считать вредным, если воздействие этого фактора во время работы человека может привести к возникновению болезни. Производственный фактор можно считать опасным, если наличие травмы может привести к травме.

Классификация по группам элементов производственных факторов: физические, химические, биологические и психофизические. В данном проекте целесообразно рассмотреть психофизические и физические опасные и вредные факторы производства, характерные как для зоны работы разработчика, так и для пользователя разрабатываемого продукта – метеоролога. Факторы представлены в таблице ниже.

Таблица 5.1 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ		Нормативные документы
	Разра- ботка	Эксплу атация	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	1. СанПиН 2.2.4-548-96 [18]; 2. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03[19]; 3. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03[20]; 4. ГОСТ 12.0.003-74 [21]; 5. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.
2. Превышение уровня шума	+	+	
3. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	
4. Умственное перенапряжение и монотонность труда.	+	+	
5. Повышенное значение	+	+	

напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека			
--	--	--	--

### Требования к микроклимату

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса между окружающей средой и человеком, и поддержание допустимой температуры организма. Показателями микроклимата в помещении:

- Температура воздуха;
- Относительная влажность воздуха;
- Скорость движения воздуха;
- Температура поверхностей;

Оптимальные показатели температур воздуха, поверхностей, относительной влажности и скорости воздуха должны соответствовать значениям, указанным в таблице 5.2 и распространяться на всю рабочую зону. Температура воздуха в течение смены в рабочей зоне не должна превышать пределы, указанные в таблице 5.2. Выполняемая работа относится к категории Ia – производимая сидя и сопровождающаяся незначительным физическим напряжением. Перепады температуры воздуха при обеспечении оптимальных условий микроклимата на рабочих местах, не должны быть выше 2 °С и выходить за пределы, указанные в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Параметры микроклимата для помещений, в котором находится компьютер согласно СанПиН 2.2.4–548–96

Время года	Параметр микроклимата			
	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей	Влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Осень-зима	22-24	21-25	40-60	0,1
Весна-лето	23-25	22-26	40-60	0,1

В целях предотвращения неблагоприятного воздействия микроклимата необходимо использовать защитные мероприятия. Например, регламентация рабочего, компенсация неблагоприятного воздействия одного параметра микроклимата изменением другого, создание помещения для отдыха и обогрева, системы кондиционирования воздуха, сокращение рабочего дня и перерывы в работе.

### Расчет уровня шума

В соответствии с СанПиНом 2.2.2/2.4.1340–03 в производственных помещениях с находящимися внутри ПК, уровень шума на рабочих местах не должен быть выше предельно допустимых значений. Вызван шум на рабочем месте может быть следующими устройствами: винчестером, вентиляторами, кулерами охлаждения, мониторами, клавиатурами. Уровень шума на рабочем месте не должен быть выше 50 дБ. В таблице ниже приведены уровни шума из различных источников.

Таблица 5.3 – Уровень звукового давления различных источников

Источник шума	Уровень шума, дБ
Жесткий диск	40
Вентилятор	45
Монитор	17
Клавиатура	10
Принтер	45
Сканер	42

Уровень шума, который возникает от нескольких некогерентных источников, работающих одновременно, подсчитывается на основании принципа энергетического суммирования излучений отдельных источников.

$$L_{\Sigma} = 10 \lg \sum_{i=1}^{i=n} 10^{0.1L_i} \quad (17)$$

где  $L_i$  – уровень давления звука  $i$ -го источника шума,  $n$  – количество источников шума.

Подставив в формулу значения уровня звукового давления для каждого оборудования, получим:

$$L_{\Sigma} = 10 \lg(10^4 + 10^{4.5} + 10^{1.7} + 10^1) = 46,2 \text{ дБ}$$

Вычисленное значение не превышает допустимую норму. Использование специальных средств защиты не требуется. Если предел превышен, можно для устранения негативных факторов установить звукопоглощающие материалы.

В качестве средств индивидуальной защиты при превышенном пределе шума можно использовать вкладыши, наушники или каски. Вкладыши предназначены для перекрытия слухового прохода и используются при минимальных превышениях предела (10-20 дБ). Наушники имеют форму ракушки и используются при значениях 20-30дБ. Шлемы и каски используются при особо высоких значениях шума (30-50 дБ).

### **Освещенность**

Производственное освещение – это система устройств и мер, обеспечивающих благоприятную работу зрения человека в процессе работы. В случае, если помещение спроектировано верно, оно улучшает условия для зрительной работы, способствует повышению производительности труда, снижает утомляемость, благотворно влияет на производственную среду, повышает безопасность труда.

Недостаточное количество освещения приводит к напряжению зрения, уменьшению внимания, утомляет человека. Слишком яркое освещение вызывает ослепление, раздражение и резь в глазах.

К системам освещения в рабочей области предъявляются следующие требования:

- равномерное распределение яркости на рабочих поверхностях и в окружающем пространстве;
- соответствие уровня освещённости рабочих мест характеру выполняемой зрительной работы;
- отсутствие резких теней, повышенной яркости светящихся поверхностей;

- экономичность, долговечность, пожаро- и электробезопасность, эстетичность, простота и удобство эксплуатации;
- оптимальная направленность излучаемого осветительными приборами светового потока;
- постоянство освещённости во времени;

В соответствии с СанПиНом 2.2.2/2.4.1340-03, рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы мониторы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева, искусственное освещение в помещениях должно обеспечиваться системой общего равномерного освещения.

Освещение естественного происхождения должно осуществляться окнами размером 2 на 2,5 метра на наружной стене. Нормы показателей естественного, искусственного и совмещенного освещения указаны в таблице 5.4.

Таблица 5.4– Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения в соответствии с СанПиНом 2.2.1/2.1.1.1278–03

По- ме- ще- ния	Рабочая поверх- ность и плоск- ость норми- рован- ия, м	Естественное освещение КЕО ед, %		Совмещенное освещение КЕО ед, %		Искусственное освещение			
		при вер- хне- м или ком- бин- иро- ван- ном осве- щен- ии	при боках ом осве- щен- ии	при верхнем или комбинированном освещении	при бока- вом осве- щен- ии	освещенность, лк		показатель диском- форты, М, не более	коэффици- ент пульса- ции освещён- ности, Кп, %, не более
1	2	3	4	5	6	7	8		
Ка- би- нет- ы	Г – 0,8	3,2	1,0	1,8	0,6	400	300	40	15

Чтобы поддерживать освещение в помещении по всем соответствующим нормам, необходимо хотя бы два раза в год проводить чистку стекол и

светильников, а также по мере необходимости заменять перегоревшие лампы. В утреннее и вечернее время вводится общее искусственное освещение. Основными источниками искусственного освещения являются люминесцентные лампы белого и дневного света ЛБ-20 и ЛД-20. Следует ограничивать отраженный блеск на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура) за счет правильного выбора и расположения светильников, яркость бликов экрана не должна быть выше 40 кд/м<sup>2</sup>. Рассматриваемое помещение соответствует указанным нормированным показателям, как в дневное время суток, так и в вечернее.

### **Монотонность труда и умственное перенапряжение**

Монотонный режим работы связан с однообразным повторением рабочих операций. Опасность монотонности заключается в снижении внимания к процессу производства, быстрой утомляемости и снижению интереса к трудовому процессу, что может повлиять на безопасность труда в целом. Для борьбы с монотонностью используются следующие меры:

- расширение круга обязанностей, усложнение работы или объединение ее в комплексы;
- организация 5-ти минутных перерывов;
- увеличение числа поставленных целей, за счет разделения одной общей на несколько промежуточных.

Умственное перенапряжение возникает в результате длительной умственной работе и проявляется в снижении работоспособности. Факторами, вызывающими умственное перенапряжение, являются:

- Длительное и повышенное внимание и концентрация;
- Высокие требования к самореализации и самоподготовке;
- Ощущение недостатка времени
- Неправильное питание работника (приводит к недостатку энергии для работы мозга).



Для борьбы с умственным перенапряжением используется выполнение различных физических упражнений, а также организация 5-ти минутных перерывов и перерыва на обед.

### **Техника электробезопасности**

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» помещения, где размещаются рабочие места с ПК, должны быть оборудованы защитным заземлением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации вычислительной техники и электроустановок. не следует размещать рабочие места с ПК вблизи силовых кабелей и вводов, технологического оборудования, создающего помехи в работе ПК, а также высоковольтных трансформаторов,

Помещение, в котором осуществлялась разработка, относится к помещениям без повышенной опасности, так как в нем отсутствуют условия, которые могут создать повышенную или особую опасность.

К организационным мерам электробезопасности относятся:

#### **1. Инструктаж**

Целью инструктажа является сообщение работникам знаний, необходимых для правильного и безопасного выполнения ими своих профессиональных обязанностей.

Инструктаж подразделяют на следующие виды:

- первичный инструктаж
- периодический (повторный)
- вводный инструктаж

#### **2. Правильная организации рабочего места**

Организация рабочего места заключается в выполнении ряда мероприятий, которые обеспечивают рациональный и безопасный трудовой процесс, для повышения производительности и снижения утомляемости работников. К примеру, правильная позиция рабочего сводит к минимуму вредное влияние выполняемой работы на здоровье.

### 3. Режим труда и отдыха

Оптимальный режим труда и отдыха – это такое чередование периодов работы с периодами отдыха, при котором достигается наибольшая эффективность деятельности человека и хорошее состояние его здоровья. Он оказывает благотворное влияние на функциональное состояние человека.

По правилам электробезопасности в помещении контролируются состояния электропроводки, предохранительных щитов, шнуров, с помощью которых включаются в сеть электроприборы. Также в помещении отсутствуют токопроводящая пыль, электрически активная среда, высокая температура и сырость.

Основным опасным фактором является опасность поражения электрическим током. Проанализировав состояние помещения, в котором ведётся разработка, можно отнести к помещениям без высокой степени опасности. В помещении большая часть электрической проводки является скрытой. Поражение электрическим током возможно только при возникновении оголенных участков на кабеле. Не исключается также опасность поражения и от токоведущих частей компьютера в случае их пробоя и нарушении изоляции.

Для того, чтобы устранить опасности поражения электричеством регулярно проводится осмотр кабелей, проводов, электрических розеток и токоведущих частей компьютера. Также каждый работник проходит инструктаж по технике безопасности. К мерам защиты от статического электричества также можно отнести местное и общее увлажнение воздуха. Для уменьшения статического электричества на поверхности монитора следует раз в 6 часов протирать экран влажной тряпкой.

## **5.5. Экологическая безопасность**

### **5.5.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду.**

Сам по себе разрабатываемый продукт не наносит вреда окружающей среде. Но необходимо рассматривать также вероятность погрешности в

вычислениях, ошибки допущенные в реализации программы. Такие недочеты могут привести к неправильным выводам метеоролога, который использует данный продукт. Для предотвращения метеорологу необходима проверка адекватности результатов работы приложения.

### **5.5.2. Анализ влияния процесса разработки на окружающую среду.**

Все средства, используемые для разработки продукта, не могут наносить вред окружающей среде.

Современные ЭВМ разрабатываются без использования вредных веществ, могущих нанести вред окружающей среде, однако исключением являются их аккумуляторные батареи, а также аккумуляторы мобильных устройств. Если их неправильно утилизировать, батареи могут быть следствием попадания в гидросферу и литосферу таких веществ как: металлы, кислоты и щелочи.

Для искусственного освещения помещений обычно используются люминесцентные лампы. В них присутствует 10-70 мг ртути. Ртуть относится к чрезвычайно-опасным химическим веществам, а также может стать причиной отравления, загрязнения литосферы, гидросферы и атмосферы.

Серьезной проблемой также является потребление электроэнергии. При увеличении количества компьютерных систем увеличится и объем потребляемого ими электричества. Чрезмерное энергопотребление приводит к изменению климата (из-за парникового эффекта).

### **5.5.3. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.**

Для правильной утилизации аккумуляторных батарей необходимо обратиться в специальные организации, занимающиеся утилизацией и переработкой.

Техника, вышедшая из строя, утилизируется согласно ГОСТ Р 50739–95. Сроки службы люминесцентных ламп составляют примерно 5 лет. Люминесцентные лампы, вышедшие из строя, сдаются в специализированный пункт приема. Юридические лица обязаны сдавать лампы на переработку и

вести паспорт для данного вида отходов. Для уменьшения отходов, связанных с расходными материалами (бумага, ручки, картриджи и т.д.), можно использовать повторно переработанную бумагу или использовать двухстороннюю печать.

Также необходимо стремиться к минимальному энергопотреблению. Например, можно использовать режимы энергосбережения в компьютерных системах.

## **5.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

### **5.6.1. Анализ вероятных ЧС**

В рабочей среде метеоролога, а также разработчика ПО возможны следующие чрезвычайные ситуации техногенного характера:

- Пожары и взрывы;
- Внезапное обрушение зданий.

Возможны следующие стихийные бедствия: метеорологические (ураганы, ливни, заморозки), гидрологические (наводнения, паводки, подтопления), природные пожары.

В результате деятельности человека могут быть вызваны изменения состояния литосферы, гидросферы, атмосферы и биосферы. Следствием являются опасные экологические чрезвычайные ситуации.

Наиболее вероятной среди всех возможных чрезвычайных ситуаций является пожар. Помещение, в котором находится ЭВМ по системе классификации категорий помещений по взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории Д, так как относится к помещениям с негорючими веществами и материалами в холодном состоянии.

### **5.6.2. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.**

Пожарная безопасность регулируется федеральным законом «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Опасными

факторам пожара для людей являются открытый огонь, искры, повышенная температура воздуха и предметов, токсичные продукты горения, дым, пониженная концентрация кислорода, обрушение и повреждение зданий, сооружений, установок, а также взрыв.

Мероприятиями по обеспечению пожарной безопасности являются: обучение рабочих правилам пожарной безопасности, разработка и осуществление норм пожарной безопасности, применение ознакомительных по обеспечению пожарной безопасности.

Основная причина возникновения пожара в помещениях с электронной техникой – неисправность проводки, а вероятность возгорания самих электронных устройств очень маловероятна.

В качестве оперативных средств тушения пожара применяются порошковые огнетушители ОПУ–5. В сеть электропитания должен находиться входной рубильник. Помещения должны иметь не менее двух выходов шириной не менее одного метра и высотой не менее двух метров для обеспечения эвакуации людей в случае пожара.

Основные причины травм, связанных с действием электрического тока – это слабые знания правил электробезопасности.

### **5.7. Вывод по разделу**

При выполнении раздела социальная ответственность были установлены и исследованы на соответствие нормам вредные и опасные факторы. По результатам исследований были рассмотрены меры по противодействию данным факторам. Так же была рассмотрена экологическая безопасность, где было установлено, как следует утилизировать отходы при выполнении работы. В разделе ЧС были рассмотрены возможные виды ЧС и меры их профилактики. И в последнем разделе были рассмотрены правовые и организационные моменты социальной ответственности. Рабочее место соответствует нормативным требованиям

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработано приложение для обработки и анализа синоптических карт погоды для последующего выявления группы и типа ЭЦМ. Приложение предоставляет пользователю функционал для обработки изображения, удаления лишней графической информации, корректировки синоптических карт погоды, а также автоматического расчета группы ЭЦМ.

Сервис приложения предоставляет несколько вариантов работы с синоптической картой погоды. В ходе выделения нужной информации в итоговую синоптическую карту погоды попадает лишняя информация. Для её устранения реализованы инструменты «Ручка» и «Ластик».

Приложение предоставляет возможность автоматического определения числа блокирующих образований и выходов южных циклонов.

Анализируя проделанную работу, можно сделать вывод, что приложение существенно облегчает метеорологам процесс определения типа ЭЦМ. Инструментарий позволяет сократить количество действий, которые необходимо производить в уме при простом просмотре синоптических карт погоды.

Одним из возможных вариантов развития проекта является улучшение методов фильтрации синоптических карт. Текущие алгоритмы работают с некоторой погрешностью: выделенные изобары могут в некоторых местах прерываться или может заноситься лишняя информация (например, соседние изобары и цифры/обозначения). Например, можно реализовать автоматическое определение нужной изобары без использования интерактива с пользователем-метеорологом. Для такой работы необходимо использовать распознавание образов (а именно цифр на изображении).

Другой вариант развития – это реализация нейронной сети для автоопределения параметров синоптической карты (количества блокирующих процессов и выходов южных циклонов). Для такой работы потребуются значительные объемы данных для обучения нейросети.

Кроме того, в работе проведен анализ на тему социальной ответственности и ресурсоэффективности. По итогам этих разделов были выявлены меры, необходимые для защиты окружающей среды, а также подсчитаны затраты на реализацию данного проекта.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА

1. Власенко И.С. Использование библиотеки tensorflow для разработки модели прогнозирования // Сборник трудов XVII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «МСИТ», г. Томск, 17-20 февраля 2020 г. – С. 148-149.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Определение ЭЦМ, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meteorologist.ru/elementarnyy-tsirkulyatsionnyy-mehanizm.html>, свободный;
2. Блокирующие антициклоны, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meteoweb.ru/2018/phen20180730.php>, свободный;
3. Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому / Российская акад. наук, Ин-т географии. – М.: Воентехиниздат, 2009. - 372 с.
4. Классификация циркуляционных механизмов, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://atmospheric-circulation.ru/2010/izdana-monografiya-kononovoj-n-k/>, свободный;
5. А.Ю. Демин. Основы компьютерной графики: учебное пособие/Издательство Томского Политехнического Университета, 2011. – 191с.
6. Алгоритмы компьютерной графики, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bourabai.ru/graphics/0205.html>, свободный;
7. Алгоритмы закраса фигур, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://algotlist.ru/graphics/fill.php>, свободный;
8. Исследование алгоритмов заливки, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://studbooks.net/2080904/informatika/rekursivnyy\\_algorithm\\_zalivki](https://studbooks.net/2080904/informatika/rekursivnyy_algorithm_zalivki), свободный;
9. Современный учебник JavaScript, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.javascript.ru>, свободный;
10. Справочник по HTML, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://htmlbook.ru/html>, свободный;
11. Основы CSS, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://html5book.ru/osnovy-css/>, свободный;

12. Документация библиотеки JQuery, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://api.jquery.com/>, свободный;
13. Документация Sublime Text 3, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sublimetext.com/3>, свободный;
14. Шульмин В. А. Экономическое обоснование в дипломных проектах: учебное пособие для вузов / В. А. Шульмин, Т. С. Усынина. – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 192 с.
15. Голосовский С. И. Эффективность научных исследований в промышленности / С. И. Голосовский. – Москва: Экономика, 1986. – 159 с.
16. ГОСТ Р 50739–95. «Средства вычислительной техники. Защита от несанкционированного доступа к информации»;
17. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. – М.: Изд-во стандартов.
18. СанПиН 2.2.4.548–96. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»;
19. СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. «Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»;
20. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий»;
21. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»;