



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра метеорологических прогнозов

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(бакалаврская работа)

На тему «Использование метода Г.Д. Решетова для прогноза гроз на ЕЧР»

Исполнитель Перетягина Анастасия Анатольевна ГМ-Б17-1

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель \_\_\_\_\_

(ученая степень, ученое звание)

**Новикова Нина Алексеевна**

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

(подпись)

**Кандидат физико-математических наук, доцент**

(ученая степень, ученое звание)

**Анискина Ольга Георгиевна**

(фамилия, имя, отчество)

«23» мая 2021 г.

Санкт-Петербург

2021

## Содержание

Введение .....	4
1. Климатические особенности регионов и распределение гроз Европейской части России .....	6
1.1. Климатические особенности регионов .....	7
1.1.1. Климатические особенности Мурманской области и Северо-Западного федерального округа .....	7
1.1.2. Климатические особенности Воронежской области и Центрального федерального округа .....	8
1.1.3. Климатические особенности Нижегородской области и Приволжского федерального округа .....	9
1.1.4. Климатические особенности Волгоградской области и Южного федерального округа .....	10
1.2. Распределение грозовой активности на территории Европейской части России .....	11
2. Условия формирования кучевообразной облачности и грозовой активности .....	15
2.1. Условия формирования кучевообразной облачности .....	15
2.1.1. Кучевые облака (Cumulus) .....	18
2.1.2. Кучево-дождевые облака (Cumulonimbus) .....	21
2.2. Условия формирования грозовой деятельности .....	26
2.2.1. Ионизация атмосферы .....	26
2.2.2. Образование грозового облака. Первая стадия .....	27
2.2.3. Вторая стадия – стадия зрелости .....	28
2.2.4. Заключительная стадия – стадия распада .....	29
2.2.5. Опасные атмосферные явления связанные с грозами .....	30
2.2.6. Классификация гроз .....	31
3. Методы прогноза грозовой активности и прогноз гроз на территории Европейской части России .....	37
3.1. Основные методы прогнозирования .....	38
3.1.1. Метод Н.В. Лебедевой .....	38

3.1.2. Метод Вайтинга .....	39
3.1.3. Метод Фауста.....	40
3.1.4. Метод Г.Д. Решетова .....	42
3.2. Прогноз гроз на территории ЕЧР методом Г.Д. Решетова .....	44
3.2.1. Подбор данных и источники .....	44
3.2.2. Прогноз методом Г.Д. Решетова.....	45
3.2.3. Оценка успешности метода Г.Д. Решетова для территории ЕЧР .	47
3.3.3. Оценка успешности метода Г.Д. Решетова для территории Северо-Западного федерального округа.....	50
1.3.4. Оценка успешности метода Г.Д. Решетова для территории Приволжского федерального округа.....	51
Заключение .....	54
Список использованных источников .....	56
Приложение А .....	58
Приложение Б.....	67
Приложение В .....	70
Приложение Г.....	74

## Введение

Существует множество факторов, влияющих на формирование погоды и климата и одним из важнейших является облачность.

На планете Земля образуется большое количество разновидностей облаков и каждый из них несет свой вклад не только в формирование климата, но и в жизнедеятельность человека.

В данной работе пойдет речь об одном из самых опасных видов облачности – о грозовых облаках.

Гроза – крайне опасное атмосферное явление, способное оказывать сильное влияние не только на жизнедеятельность человека, но и вызывать различные аварии и катастрофы. От грозовой активности страдают следующие сферы человеческой деятельности:

- 1) авиационный транспорт;
- 2) линии электропередачи;
- 3) промышленная и гражданская застройка;
- 4) лесное хозяйство;
- 5) животноводство;
- 6) растениеводство;
- 7) рекреационная и спортивная деятельность;

Это лишь небольшой список наиболее уязвимых сфер человеческой деятельности, но также гроза может приводить к наводнениям, пожарам и смертям, как среди людей, так и среди животных. Но что же вызывает все эти ужасные последствия? А вызывают их атмосферные явления, сопровождающие грозовую активность, к которым относятся:

- 1) электрические разряды (молнии);
- 2) шумовое воздействие (гром);
- 3) турбулентность;
- 4) кратковременные усиления ветра (шквалы);
- 5) выпадение града;

6) ливни;

7) переохлажденная влага, способствующая обледенению самолет.

Актуальность данной работы заключается в первую очередь в предотвращение ужасных последствий, вызываемых деятельностью грозовой активности, поэтому крайне важно уметь прогнозировать это явление.

Целью данной работы является оценка возможности использования метода Г.Д. Решетова для прогноза гроз на территории ЕЧР.

Задачи необходимые для выполнения поставленной цели:

- Изучение условий образования грозовой активности и кучево-дождевой облачности;
- Подбор необходимого для анализа материала;
- Анализ полученных данных и проверка оправдываемости метода Г.Д. Решетова для прогноза грозовой активности на территории ЕЧР.

Структура работы:

В первом разделе данной работы рассматривается область прогнозирования. Изучаются климатические характеристики регионов ЕЧР и распределение грозовой деятельности на территории ЕЧР.

Второй раздел работы посвящен изучению особенностей формированию кучево-дождевой и грозовой облачности.

Рассмотрению различных методов прогнозирования и анализу возможности использования метода Г.Д. Решетова для прогноза гроз на территории ЕЧР посвящен третий раздел данной работы.

В Приложение А приведены примеры кольцевой карты и аэрологической диаграммы, используемых для подбора данных, в остальных приложениях располагаются таблицы исходных данных.

В качестве материала для анализа были взяты синоптические приземные карты за 12 ч (фактическое прохождение гроз, наличие кучево-дождевой облачности при отсутствии грозовой активности по 23 станциям на территории ЕЧР) и данные температурно-ветрового зондирования за летний период с июня по август 2015 – 2020 гг. и май 2021 г.

# 1. Климатические особенности регионов и распределение гроз Европейской части России

В данной работе для определения возможности прогнозирования грозовой активности методом Г.Д. Решетова, рассматривается ограниченная территория – Европейская часть России.

Европейская часть России – это часть Российской Федерации, располагающаяся на территории Восточной Европы.

Данная территория имеет следующие географические рамки: на востоке граничная линия проходит по восточному побережью Уральских гор, затем располагается на границе с Казахстаном, огибает побережья Каспийского и Азовского морей, после идет вдоль государственной границы России на север. Также в географические рамки ЕЧР входит Калининградская область (рисунок 1.1).

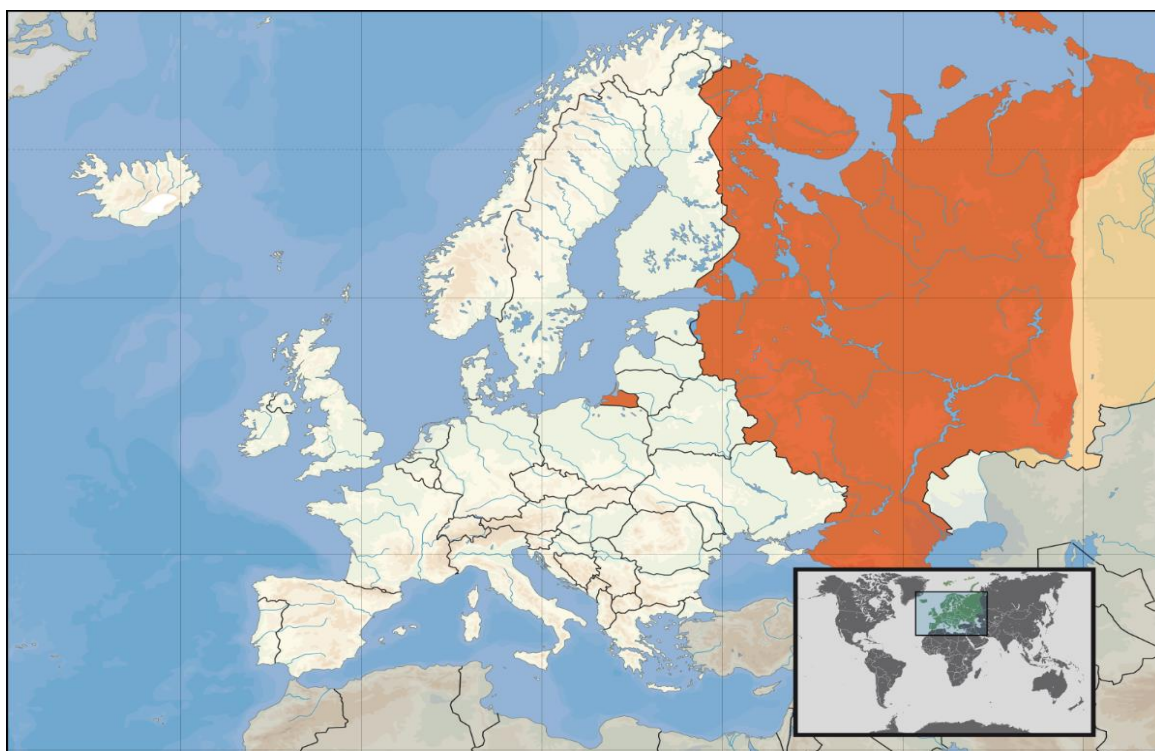


Рисунок 1.1 – Европейская часть России

В состав ЕЧР входят следующие федеральные округа:

- Северо-Западный федеральный округ;

- Центральный федеральный округ;  
Частично:
- Приволжский федеральный округ;
- Южный федеральный округ;
- Уральский федеральный округ.

Всего для анализа было взято 23 станции: Мурманск, Кандалакша, Архангельск, Петрозаводск, Санкт-Петербург, Нарьян-Мар, Сыктывкар, Печора, Каргополь, Вологда, Бологое, Воронеж, Смоленск, Курск, Нижний Новгород, Киров, Пермь, Пенза, Оренбург, Уфа, Казань, Туапсе, Волгоград.

Из них 10 станций из Северо-Западного федерального округа, 4 станции из Центрального федерального округа, 7 станций из Приволжского федерального округа и 2 станции из Южного федерального округа. Уральский федеральный округ в данной работе не рассматривается.

Далее будут рассмотрены климатические особенности некоторых регионов, на которых находятся вышеперечисленные станции.

## 1.1. Климатические особенности регионов

### 1.1.1. Климатические особенности Мурманской области и Северо-Западного федерального округа

Мурманская область относится к Северо-Западному федеральному округу, административным центром является город Мурманск (рисунок 1.2).

Климат в Мурманской области и в целом на территории Северо-Западного округа умеренный и субарктический морской. На севере смягчается частью Гольфстрима - теплым Северо-Атлантическим течением. Это способствует формированию более мягкого климата по сравнению с другими соседними северными районами страны [1].

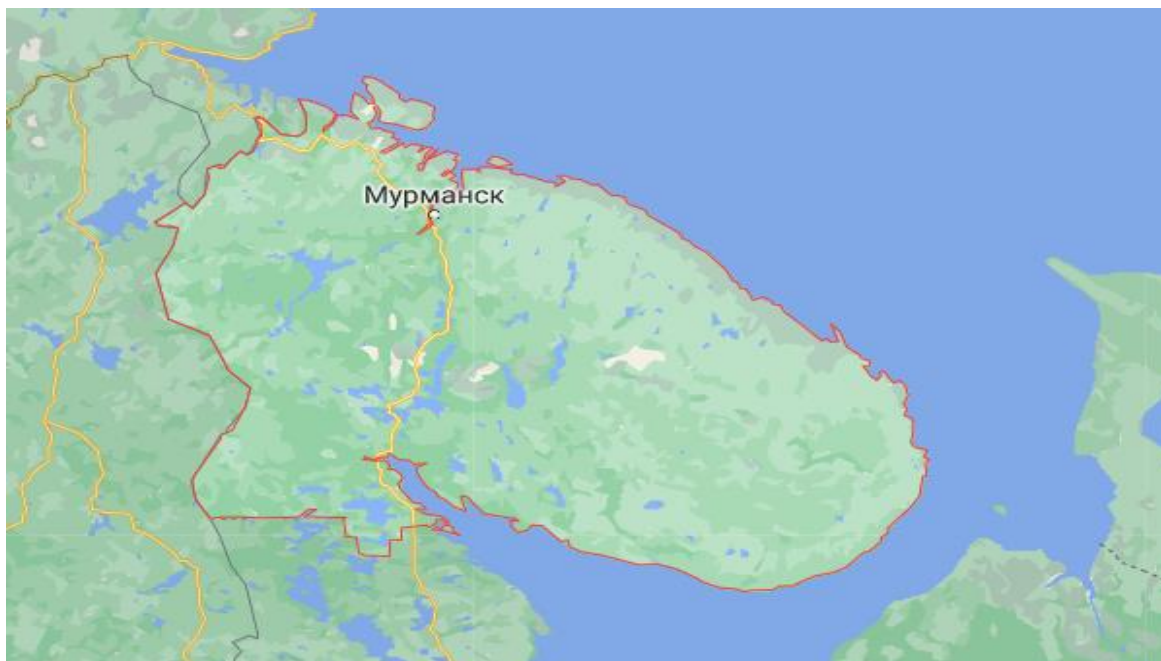


Рисунок 1.2 – Карта Мурманской области [2]

Отличительными особенностями этого района являются полярная ночь – зимой и полярный день – летом [1].

Среднемесячные температуры в Мурманской области летом составляют на севере -  $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , в центре области -  $+14\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а зимой -  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$  и -  $12\text{...}-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  соответственно [1].

Несмотря на то, что для данной территории характерно выпадение небольшого количества осадков, наблюдается высокая влажность – это связано с малым испарением с поверхности характерным для данной области.

#### 1.1.2. Климатические особенности Воронежской области и Центрального федерального округа

Административным центром Воронежской области является город Воронеж. Данная область относится к Центральному федеральному округу (рисунок 1.3).

Область располагается в зоне умеренно-континентального климата [3], как и весь Центральный округ.



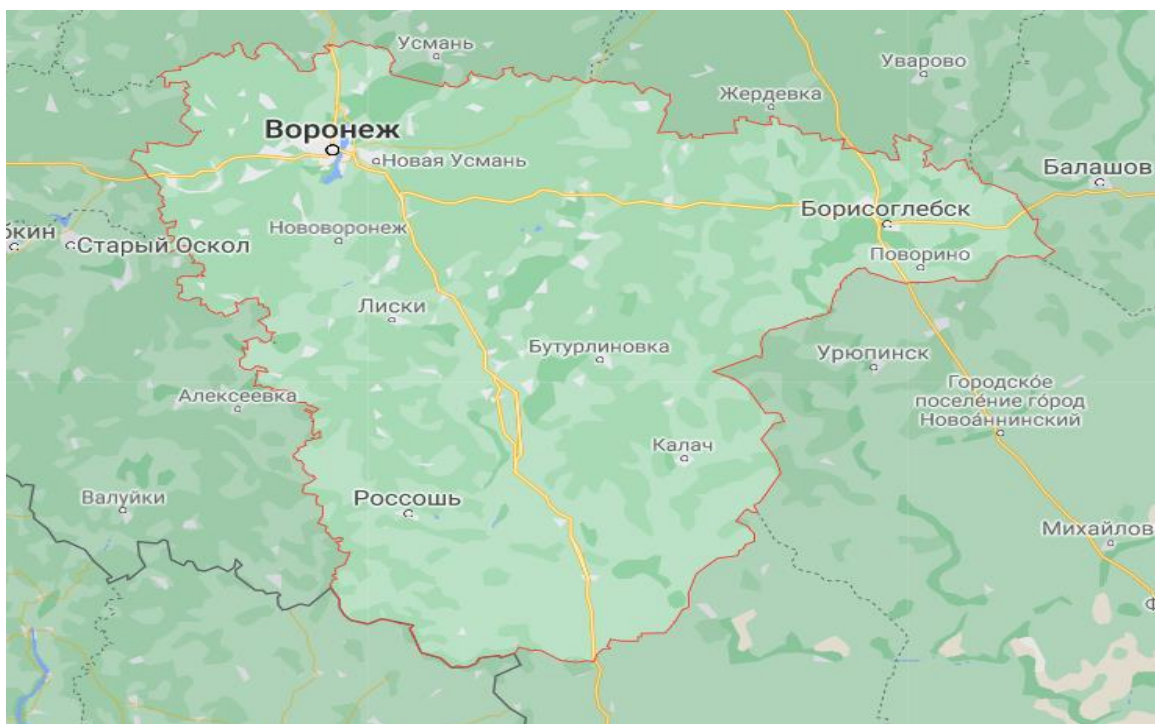


Рисунок 1.3 – Карта Воронежской области [2]

В Воронежской области средняя температура самого жаркого месяца (июль) составляет  $+20,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а самого холодного (январь) –  $-10,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  [3], в целом для всего округа характерны следующие температуры: летом –  $+17\dots+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , зимой –  $-8\dots-13\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Формирующие в данной области ветры, уменьшают холода в зимний сезон и жару – в летний, относительная влажность воздуха составляет 74 % [3].

### 1.1.3. Климатические особенности Нижегородской области и Приволжского федерального округа

Нижегородская область относится к Приволжскому федеральному округу. Город Нижний Новгород – административный центр области и всего округа (рисунок 1.4)

Климат Приволжского района и Нижегородской области в частности – континентальный, умеренно-континентальный [4].

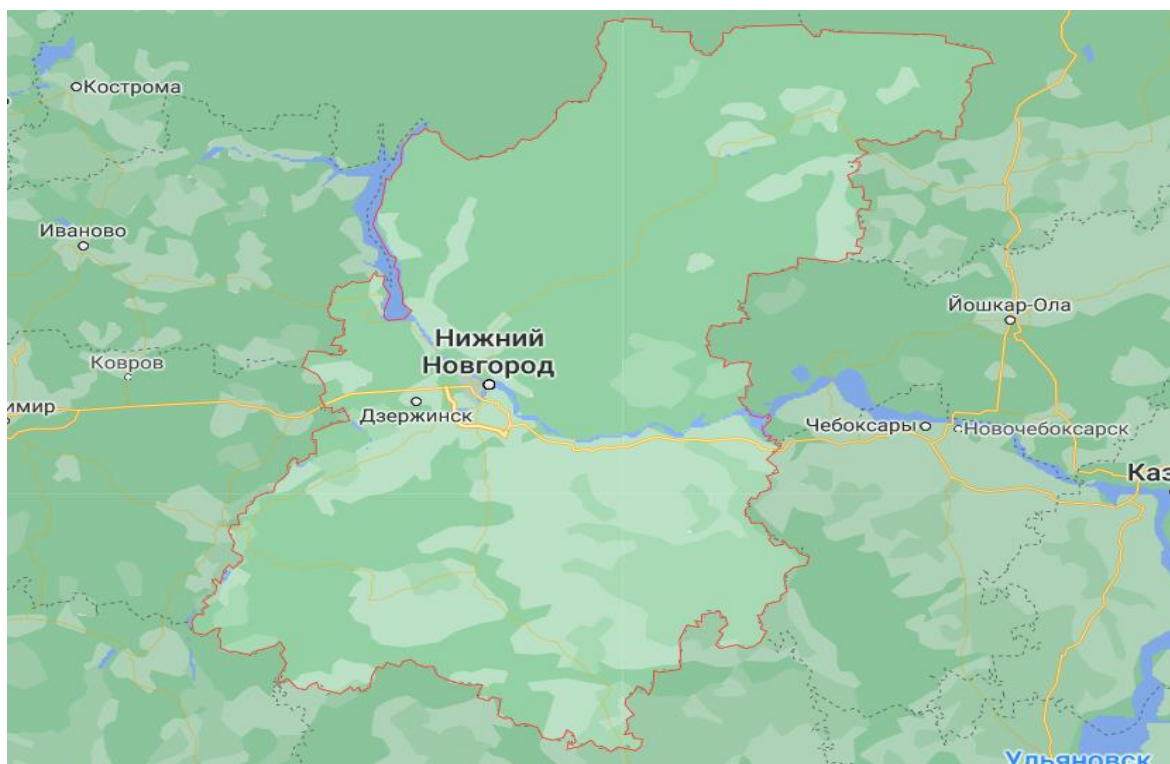


Рисунок 1.4 – Карта Нижегородской области [2]

Для данного региона характерна холодная продолжительная зима и теплое, но короткое лето [4].

Среднемесячная температура на территории Нижегородской области: январь –  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а июль –  $+18\dots+19,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  [4], и в целом на территории Приволжского округа: январь –  $-12\dots-17\text{ }^{\circ}\text{C}$ , июль –  $+15\dots+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  [5]. Июль и январь – самый теплый и холодный месяцы соответственно.

#### 1.1.4. Климатические особенности Волгоградской области и Южного федерального округа

Волгоградская область относится к Южному федеральному округу, административным центром области является город Волгоград (рисунок 1.5).

Климат характерный для Волгоградской области – умеренный резкоконтинентальный [6], для Южного округа в целом – умеренный резкоконтинентальный и субтропический (в районе Черноморского побережья Кавказа) [7].

Для Волгоградской области характерна умеренно холодная зима и жаркое лето.

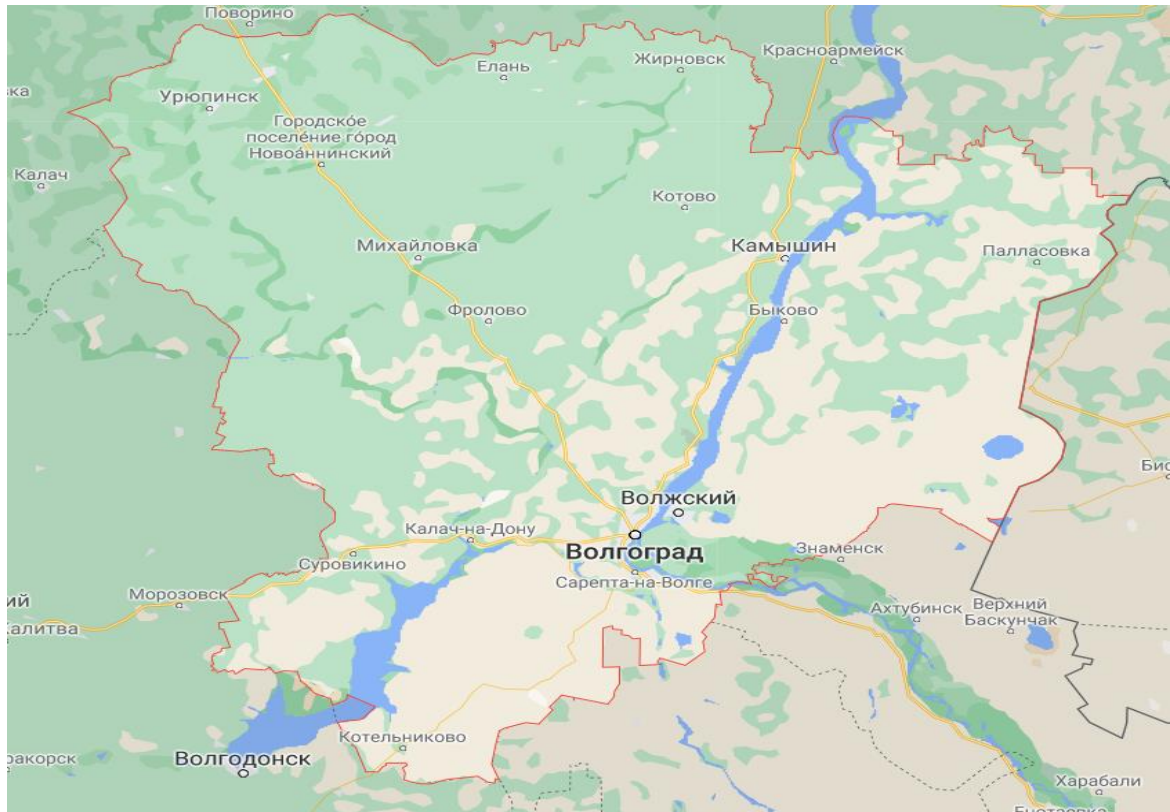


Рисунок 1.5 – Карта Волгоградской области [2]

Самым холодным месяцем является февраль, среднемесячная температура этого месяца –  $-7,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Самый теплый месяц – июль и среднемесячная температура –  $+23\text{ }^{\circ}\text{C}$  [6].

Для данной области характерна изменчивость климата: с северо-запада на юго-восток наблюдается уменьшение выпадения осадков, возрастание испаряемости и как итог увеличение засушливости [6].

## 1.2. Распределение грозовой активности на территории Европейской части России

Гроза в большинстве случаев – это летнее явление. Встречаются и зимние грозы, но крайне редко, например, на территории Черноморского побережья Кавказа от общего числа гроз лишь 20% относятся к грозовой активности зарегистрированной в осеннее, зимнее и весеннее время года [8].

Грозы могут образовываться в течение всего дня, но около 60% случаев грозовой деятельности приходится на послеполуденное время и лишь 10% - в ночное [8].

Что же касается фронтальных и внутримассовых гроз: в умеренных широтах ЕЧР в основном образуются фронтальные грозы, при этом около 70% из них образуются на холодных фронтах [8].

Распределение гроз на территории ЕЧР можно наблюдать на рисунке 1.6.



Рисунок 1.6 – Карта распределения грозовой активности на территории РФ

На данном рисунке красная линия – это граница Европейской части России.

По рисунку 1.6 видно, что наименьшее среднее число дней с грозами (менее 5 дней в год) располагается на северной территории ЕЧР – это остров Новая Земля, Ненецкий автономный округ и север Мурманской области.

На территории Мурманской области и севере Архангельской и Республики Коми среднее число дней с грозами варьируется от 5 до 10 дней в год.

Среднее число дней с 10 до 20 располагается на территории Республики Карелия, Архангельской области, Республики Коми и на юге ЕЧР.

Большую часть ЕЧР занимает область, окрашенная в зеленый цвет, которая характеризует в среднем 20-30 дней с грозами в год.

На западе и востоке ЕЧР число дней с грозами варьируется от 30 до 40 дней в год, а на самом юге, вблизи Черного моря, среднее число дней увеличивается до 40 и более.

На большей части территории Северо-Западного федерального округа грозовая активность образуется в среднем 10-20 дней в год.

На большей части территории Центрального и Приволжского федерального округа – 20-30 дней в год.

А на территории Южного федерального округа, какое среднее число дней в году образуется гроза, зависит от области: в Волгоградской и Ростовской областях – 20-30 дней в год, в Краснодарском крае – 30-40 дней в год, в Республике Адыгея – более 40 дней в год.

На рисунке 1.7 можно увидеть продолжительность грозовой активности на территории России.

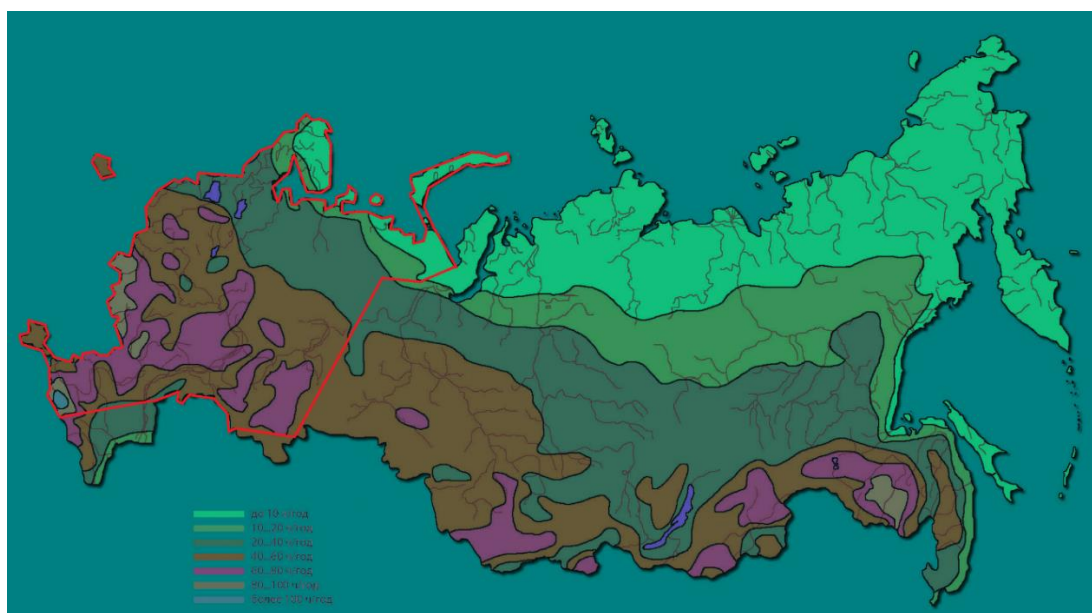


Рисунок 1.7– Карта продолжительности грозовой активности на территории

РФ

На данном рисунке красная линия также очерчивает границу Европейской части России.

По представленной выше карте видно, что наиболее продолжительные грозы наблюдаются в центральной и южной части ЕЧР в то время, как наименее продолжительные – на севере ЕЧР.

В Мурманской области и Ненецком автономном округе продолжительность грозовой деятельности составляет менее 10 часов в год.

На территории южной части Северо-Западного округа продолжительно гроз составляет в среднем 10-20 часов в год.

В Центральном и Приволжском федеральных округах продолжительность гроз может достигать 80 часов в год, а в Южном федеральном округе вблизи Черного моря до 100 часов в год.

Следует учитывать, что в разные годы количество и продолжительность грозовой деятельности может отличаться от средних значений [8].

В последующих разделах будут рассмотрены условия, приводящие к образованию грозовой облачности и методы прогнозирования гроз.

## 2. Условия формирования кучевообразной облачности и грозовой активности

Образование гроз всегда связано с сформированной кучево-дождевой облачностью, поэтому начать следует с условий формирования этого вида облачности.

### 2.1. Условия формирования кучевообразной облачности

Формирование любого вида облачности начинается с конденсации водяного пара - процесса перехода молекул воды из парообразного состояния в жидкое или кристаллическое.

Выделяют 3 слоя облачности:

- Верхний ярус (перистая облачность)
- Средний ярус (высокослойная и высококучевая облачность)
- Нижний ярус (слоистая облачность)

Также выделяют облака вертикального развития (кучевая облачность), этот тип облачности может иметь большую вертикальную протяженность: начинать свое развитие в нижнем ярусе атмосферы и заканчивать в верхнем. И именно о нем в дальнейшем пойдет речь.

Кучевую облачность также принято называть конвективной, т.к. в ее формировании участвует конвекция – процесс переноса тепла в виде вертикальных потоков.

Условиями для образования именно кучевой облачности являются: мощные вертикальные воздушные потоки, неустойчивая стратификация атмосферы и достаточная увлажненность воздуха.

Вследствие нагрева земной поверхности или прихода более холодной воздушной массы, теплый воздух, имеющий меньшую плотность, начинает подниматься – так образуются вертикальные потоки.

Этот механизм образования кучевой облачности связан с термической конвекцией (рисунок 2.1), но также существует динамическая, о которой пойдет речь далее.

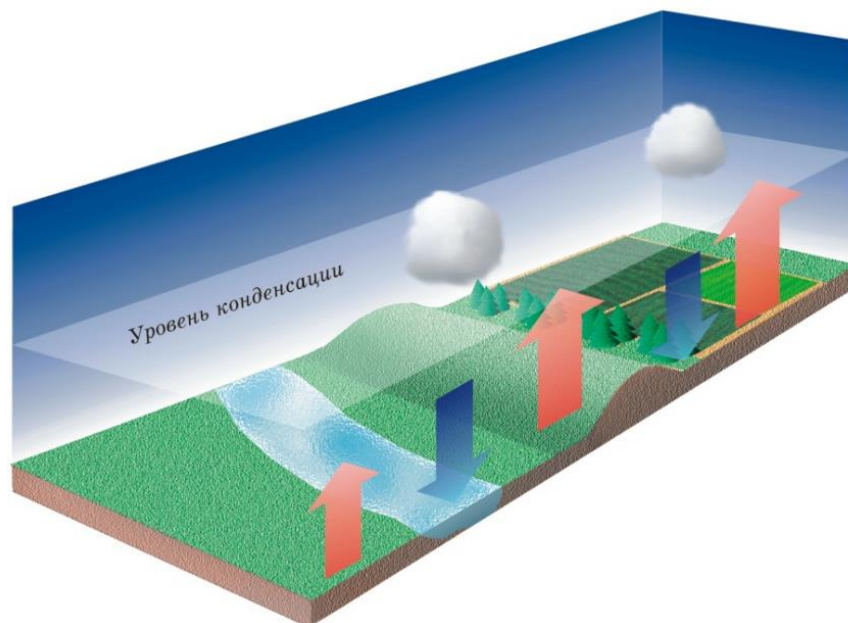


Рисунок 2.1. – Схема формирования термической конвекции [стр.16, 9]

В случае динамической конвекции, теплый воздух натывается на препятствие и вынужден, обтекая его, подниматься вверх, как представлено на рисунке 2.2.

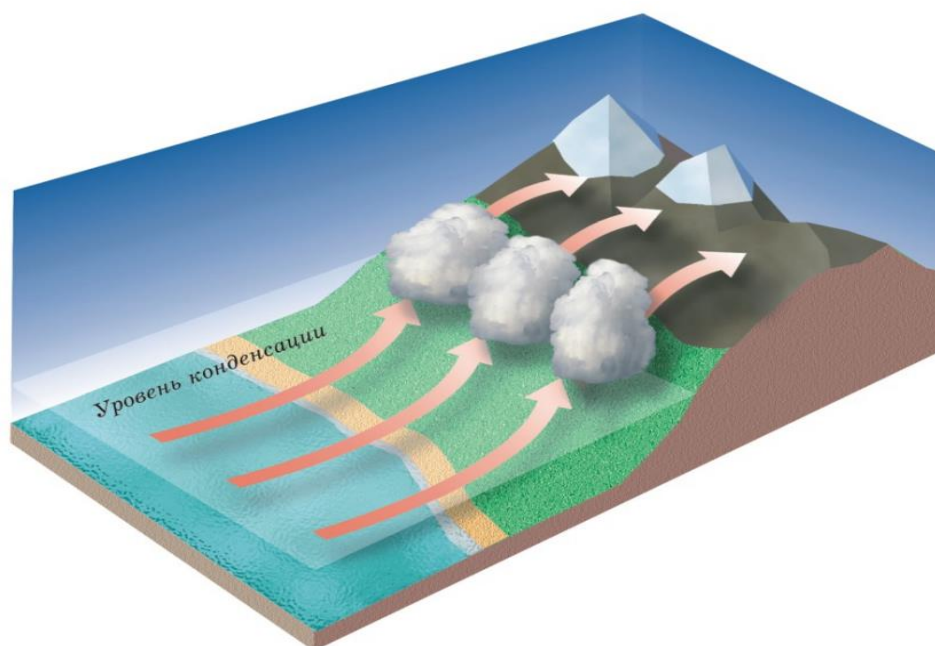


Рисунок 2.2. – Схема формирования динамической конвекции [стр.19, 9]



Таким препятствием могут быть горные массивы, высокие здания или быстро перемещающийся фронт холодного воздуха, имеющий большой угол наклона фронтальной поверхности.

Иначе динамическую конвекцию еще называют вынужденной.

Что же касается формирования облачности, то это происходит следующим образом.

Поднимается теплый воздух в виде «пузырей» - элементов конвекции, имеющих форму сферической башни с диаметром 60-70 м, еще иначе их называют термиками. Начальная скорость подъема этих «пузырей» от нескольких сантиметров до 1-2 метров в секунду [9].

При поднятии термика до уровня конденсации, где водяной пар, содержащийся в потоке теплого воздуха, начинает конденсироваться, начинает формироваться конвективное облако.

Поднимаясь, термики увлекают за собой более холодный и сухой воздух (это называется вовлечением), что способствует уменьшению подъемной силы, поэтому, если в формировании облака участвует лишь один термик – такое облако быстро распадается, т.к. теплый насыщенный воздух перемешивается с холодным и сухим и начинает опускаться вниз.

И обратная ситуация, если в формировании облака участвует много термиков, такое облако скорее достигнет максимального развития и станет кучево-дождевым.

Также следует учитывать стратификацию атмосферы. Стратификация атмосферы – это распределение температуры воздуха по высоте. При неустойчивой стратификации градиент температуры больше адиабатического градиента температуры воздуха. Этот тип стратификации способствует формированию вертикальных движений воздуха.

В случае, если слой неустойчивой стратификации небольшой, дальнейшее формирование облака не произойдет, а если стратификация над областью формирования неустойчива на много километров вверх – возможно

формирование мощных кучевых облаков, при условии, что для образования хватит подъемной силы и влажности воздуха.

Также удерживающим слоем может послужить инверсия температуры – слой атмосферы, в котором температура распределяется аномально, т.е. растет с высотой. Этот слой не позволяет облачности продолжить формироваться [9].

Кучевообразная облачность может быть как внутримассовой, так и фронтальной: малоразвитые по вертикале облака чаще всего относятся к внутримассовой облачности, мощная же облачность скорее относится к фронтальной, но это не является правилом и все зависит от прохождения фронтальных поверхностей и состояния атмосферы.

Над водной поверхностью кучевообразные облака зачастую образуются ночью, когда на более прогретую водную поверхность вторгается уже остывшая воздушная масса с земной поверхности [10].

Кучевообразная облачность разделяется на два основных вида: кучевые облака и кучево-дождевые. О каждом из них будет написано более подробно далее.

### 2.1.1. Кучевые облака (Cumulus)

Кучевые облака – это начальная форма кучевообразных облаков.

Они представляют из себя небольшие облачные массы с четкими очертаниями, развивающиеся по вертикали в виде куполообразных вершин. Основание этих облаков обычно имеет серый или синеватый цвет, вершина же ярко-белая. Кучевые облака имеют неоднородную структуру, подчеркнутую тенями [9].

Иногда наблюдаются кусочки кучевых облаков – это разорванные кучевые облака (Cumulus fractus). Но они не относятся к устойчивым формам, т.к. являются промежуточной стадией: находятся либо в стадии развития, либо разрушения.

Вертикальная протяженность этого вида облачности по сравнению с кучево-дождевой небольшая: от сотен метров до нескольких километров. Нижняя граница в умеренных широтах располагается на высоте 0,5-2 м. При этом высота основания имеет минимальные значения утром, увеличивается в течение дня и достигает максимальных значений в 16-18 часов.

В центре кучевые облака плотные и Солнце закрывают полностью, просвечивают солнечные лучи лишь через края [10].

На небосводе могут встречаться, как отдельные облака, располагающиеся друг от друга на больших расстояниях, так и множество облаков, при этом находящихся на разных стадиях развития [9].

Располагаться могут беспорядочно и в виде рядов (облачных улиц). Но второй тип расположения встречается значительно реже. При скоплении эти облака никогда не образуют непрерывный слой – всегда имеются просветы.

По структурно-морфологическим признакам подразделяются на следующие три вида:

- Кучевые плоские *Cumulus humilis* (Cu hum.);
- Кучевые средние *Cumulus mediocris* (Cu med.);
- Кучевые мощные *Cumulus congestus* (Cu cong.).

Плоские кучевые облака представляют из себя небольшое кучевое облако, имеющее по сравнению с вертикальной протяженностью большую горизонтальную. И их основание, и вершина имеют плоскую форму. Это связано с удерживающим слоем изотермии или инверсии, которые не позволяют облаку расти вверх [10].

Также эти облака называют «облаками хорошей погоды», т.к. чаще всего они развиваются при антициклонических условиях, когда наблюдается ясная и солнечная погода.

Как правило плоские кучевые облака начинают развиваться в утреннее время (примерно, в 10 часов утра) и достигают максимального развития в

околополуденные часы. Затем могут формироваться в кучево-дождевые облака и к вечеру распадаться.

Средние кучевые облака являются, как бы, переходной формой между кучевыми плоскими и кучевыми мощными. Представляют из себя кучевое облако, имеющее 2-3 куполообразных вершины. Их размеры по вертикали примерно равны горизонтальным, либо могут немного превышать их.

Отличаются от плоских и мощных облаков отсутствием плоской вершины и недостаточной мощности соответственно.

Мощные кучевые облака самые мощные по вертикали из всех кучевых – их высота в 1,5-2 раза (а иногда и более) превышает диаметр их основания. Представляют из себя мощное кучевое облака с несколькими основными клубящимися куполообразными вершинами, имеющими ярко-белый цвет. Ширина этих «куполов» находится в диапазоне от нескольких сотен метров до 1,5-2 км. На контрасте с белыми вершинами основание кажется еще более темным, чем есть на самом деле - оно имеет серый, а иногда и синеватый цвет.

Иногда происходит объединение нескольких мощных кучевых облаков и такие группы могут преобразовываться в кучево-дождевые облака.

Когда мощно-кучевые облака достигают высоты, на которой начинается процесс кристаллизации, вершина облака приобретает вид «шапочки» или «вуали», это происходит благодаря тому, что капельно-жидкая микроструктура облака становится кристаллической. Такая разновидность облаков называется мощными кучевыми облаками с «шапочкой» (*Cumulus congestus pileus*).

Иногда на небосводе могут наблюдаться все разновидности кучевой облачности, такой вид говорит об отсутствие задерживающих слоев в атмосфере [10].

Вышеописанные виды кучевых облаков, а также кучево-дождевые облака, о которых пойдет речь далее, представлены на рисунке 2.3.



Рисунок 2.3. – Кучевые и кучево-дождевые облака

### 2.1.2. Кучево-дождевые облака (Cumulonimbus)

Кучево-дождевые облака – самая мощная по вертикали облачность.

Представляют собой горообразные облачные массы с темно-серым или же серо-синим основанием, яркой белой вершиной и с тенью, которые хорошо подчеркивают клубящиеся очертания облака.

Часто вершины имеют волокнистое строение, это происходит благодаря тому, что верхняя граница облака находится на большой высоте, где наблюдаются высокие скорости ветра и происходит процесс сублимации – сильный ветер «вытягивает» кристаллы льда, образуя волокнистую структуру (этот процесс похож на формирование перистой облачности). Иногда вершина принимает форму наковальни [10]. Данный вид облачности представлен на рисунке 2.3.

Кучево-дождевое облако берет свое начало в нижнем ярусе облачности (нижняя граница располагается на высоте 0,5 – 1,5 км – максимальное значение наблюдается летом, а минимальное – зимой), а прекращает развитие в верхнем. Поэтому мощность этого вида облачности порядка 12-15 км, но бывают случаи, когда облако достигает 16-20 км. Это происходит в тропических широтах.

Что же касается горизонтальной протяженности, то она может достигать несколько десятков километров – все зависит от степени вертикального развития.

Это крайне важный вид облачности, т.к. кучево-дождевые облака часто связаны со следующими опасными атмосферными явлениями: грозовая активность, шквал, ливневые осадки, град. Все эти явления могут быть опасны для жизнедеятельности человека, поэтому данному типу облачности уделяют особое внимание. Но также часто совместно с этим типом облачности можно наблюдать интересное оптическое явление – радугоу.

Годовой ход данного вида облачности, следующий: зимой наблюдается уменьшение повторяемости, к весне увеличение, максимальная повторяемость кучево-дождевой облачности наблюдается в середине лета [9]. При этом в холодный период мощность этого вида облаков значительно меньше по сравнению с теплым периодом [10].

Касательно суточного хода: формирование кучево-дождевых облаков происходит в середине дня, к вечеру наблюдается максимальное развитие. Затем облака могут преобразовываться в другой вид облачности: высококучевые или слоисто-кучевые, или же распадаться, при этом причиной распада может быть грозовая активность.

Ночью над земной поверхностью данный вид облаков не встретить, совсем иная ситуация над водной поверхностью: над водой могут образовываться, как днем, так и ночью. При этом кучево-дождевая облачность в зимнее время года над водной поверхностью – нередкое явление [9].

Принято выделять 2 вида Cumulonimbus:

- Лысые (Cumulonimbus calvus);
- Волосатые (Cumulonimbus capillatus).

Лысые кучево-дождевые облака являются первой стадией развития кучево-дождевого облака из мощно-кучевого. Особенность заключается в том, что вершина этого вида облаков еще не имеет волокнистую структуру –

она лишь начинает ее приобретать, при этом облако перестает клубиться, вершина сглаживается и постепенно приобретает характерную форму. Именно сглаженный вид вершины позволяет дать лысым кучево-дождевым облакам такое название.

Этот вид облачности имеет свою разновидность – «лысые кучево-дождевые с грозвым валом» (*Cumulonimbus calvus arcus*). Представляют из себя лысое кучево-дождевое облако с облачным валом из разорванных и разорванно-дождевых облаков [10].

Переходная форма между лысым и волосатым кучево-дождевым облаком представлена на рисунке 2.4.



Рисунок 2.4. – переходная форма лысого кучево-дождевого облака

Волосатые кучево-дождевые облака противоположность лысым. Их вершина имеет характерный для кучево-дождевого облака волокнистый перистообразный вид. При взгляде сбоку верхняя часть облака напоминает наковальню, а при прямом взгляде она похожа на волосы, благодаря чему данный вид облачности и имеет такое название. В этом случае зарождающиеся перистовидные облака продолжают свой рост в горизонтальном направлении.

Волосатое кучево-дождевое облако представлено на рисунке 2.5.



Рисунок 2.5. – Волосатое кучево-дождевое облако

Волосатые кучево-дождевые облака так же имеют разновидности.

Волосатые с грозовым валом (*Cumulonimbus capillatus arcus*) – имеют такой же вид, что и лысые, отличие заключается лишь в форме вершины облака.

Волосатые с наковальней (*Cumulonimbus incus*) – вершина имеет вид гигантской наковальни. Об этой разновидности говорилось ранее.

Волосатые плоские (*Cumulonimbus humilis*) – облачность характерная для холодного времени года. Представляет из себя кучево-дождевые облака мало развитые по вертикале, при этом имеющие вид кучево-дождевого облака со всеми характерными признаками – темное основание, волокнистая перистообразная вершина и ливневые осадки [10].

Чаще всего кучево-дождевая облачность относится к фронтальной, поэтому следует сказать пару слов и об этом.

- 1) Холодный фронт 1 рода.



Кучево-дождевые облака располагаются в передней части облачной системы. При прохождении фронта сменяются на слоисто-дождевую облачность, при этом ливневые осадки сменяются на обложные.

2) Холодный фронт 2 рода.

Кучево-дождевая облачность – основная облачность холодного фронта 2 рода. Они располагаются перед прохождением фронта и представляют собой облачные валы. При этом наблюдаются ливневые осадки, шкалы и грозы. Максимальное развитие достигают в послеполуденные часы (в случае, когда фронт проходит над земной поверхностью), к ночи размываются [9].

3) Теплый фронт.

На теплом фронте образуются значительно реже, нежели на холодном. Могут образовываться в стадии волны циклона, вблизи приземной линии фронта.

4) Фронт окклюзии.

Как и в случае теплого фронта, кучево-дождевая облачность образуется вблизи приземной линии фронта [9].

Также имеется более уточненная классификация кучево-дождевой облачности на основе данных о структуре радиоэха. По ней Cumulonibus принято делить на одноячейковые, мультячейковые и суперячейковые.

Наиболее интересные для данной работы являются мультячейковые и суперячейковые облака, т.к. именно они в большинстве случаев несут обильные ливневые осадки, грозы и опасность для жизнедеятельности человека. В случае одноячейковых – они чаще всего характеризуются лишь ливневыми осадками, либо не малоинтенсивным выпадением града.

Мультячейковые кучево-дождевые облака представляют собой несколько ячеек, каждая из которых имеет многокупольные вершины, располагающиеся на разных высотах и заканчивающиеся наковальнями.

Суперячейковые кучево-дождевые представляют из себя одну ячейку, обладающую однокупольной вершиной с гигантской наковальней [10].

Подробнее о данной классификации говорится в пункте 2.2.6. Классификация гроз.

## 2.2. Условия формирования грозовой деятельности

Говоря о формировании грозовой деятельности следует учитывать, что грозовые облака – это следующий этап формирования кучево-дождевой облачности. Но наступает он не в каждом случае, а лишь тогда, когда имеются особые условия, способствующие образованию грозовых облаков.

Ранее в данной работе говорилось, что условиями формирования конвективной облачности являются мощные вертикальные воздушные потоки, неустойчивая стратификация атмосферы и достаточная увлажненность воздуха. Но в случае грозовых облаков так же важно учитывать ионизацию атмосферы.

### 2.2.1. Ионизация атмосферы

Ионизация – это процесс образования ионов (молекул или атомов имеющих, либо положительный заряд (катион), либо отрицательный (анион)).

Процесс ионизации происходит следующим образом. В атмосфере имеются молекулы, обладающие нейтральным зарядом, в результате воздействия ионизаторов на эти молекула, от них отделяются электроны. Свободные электроны присоединяются к другим молекулам – так образуются отрицательно заряженные ионы (анионы) (рисунок 2.6). А молекулы, от которых электроны отделились, становятся положительно заряженными и образуют катионы (рисунок 2.6). Это процесс образования молекулярных ионов, но в реальных условиях они существуют недолго (доли секунды).

Так же встречаются легкие, средние и тяжелые ионы. Легкие образуются в результате действия поляризационных сил: к молекулярным ионам присоединяются другие молекулы, образуя комплексы диаметром

порядка  $10^{-8} - 10^{-7}$  см. Такие комплексы присоединяются к частицам, находящимся во взвешенном состоянии в атмосфере (ядра конденсации и частицы примесей), образуя средние и тяжелые ионы с диаметром порядка  $10^{-6} - 10^{-4}$  см [11].

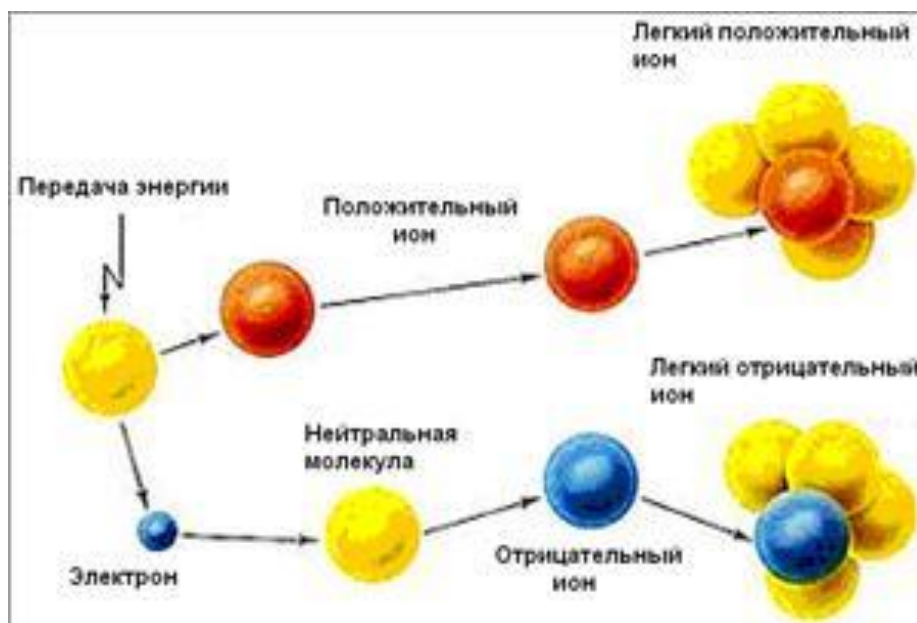


Рисунок 2.6. – Процесс образования молекулярных ионов.

Главными ионизаторами атмосферы в приземном слое являются галактические космические лучи и радиоактивные газы: радон и торон.

В случае тропосферы – источниками являются лишь галактические космические лучи.

Радиоактивные газы поступают из недр земли, а именно из земной коры. В горных районах и местах разлома – их концентрация наибольшая [13].

В результате процесса ионизации воздух приобретает способность проводить электрический ток (электропроводность).

### 2.2.2. Образование грозового облака. Первая стадия.

Как говорилось ранее, образование облачности связано с конденсацией водяного пара. Процесс конденсации происходит преимущественно на отрицательно заряженных ядрах. Это происходит благодаря следующему факту.

Экспериментальным методом было установлено, что существует связь между степенью пересыщения водяного пара и зарядом ядер конденсации.

Конденсация водяного пара на отрицательно заряженных ядрах происходит при меньших пересыщениях, нежели на положительно заряженных ядрах [14]. Это связано с коэффициентом поверхностного натяжения воды – для отрицательно заряженных ядер конденсации этот коэффициент имеет меньшие значения, чем для положительно заряженных [15].

Капли, сформированные за счет конденсации, достигая размеров 1-2 мкм, продолжают свой рост преимущественно за счет коагуляции – процесса слипания мелких капель в более крупные.

В результате слипания образуются крупные капли, обладающие большей массой, благодаря чему увеличиваются силы тяготения и подъем капель, имеющих отрицательный заряд, замедляется.

Что же касается положительно заряженных ядер, они продолжают свой подъем совместно с восходящим потоком. Конденсация этих ядер происходит при значительно больших высотах, где наблюдаются большие пересыщения водяного пара [13].

Таким образом происходит макромасштабное разделение облака на отрицательно заряженную часть (нижняя часть облака) и положительно заряженную (верхняя часть облака). Это называется макроэлектризацией облака [11].

В результате разделения зарядов в облаке формируется электрическое поле, которое способствует процессу коагуляции и еще большему разделению зарядов.

На данном этапе облако находится на стадии кучевого – на стадии зарождения грозового облака.

### 2.2.3. Вторая стадия – стадия зрелости

На стадии зрелости грозовое облако представляет собой кучево-дождевое. На данном этапе наблюдаются выпадение ливневых осадков и электрические разряды.

В результате непрерывного роста замерзших и незамерзших капель, их масса увеличивается, что приводит падению этих капель – выпадению ливневых осадков.

Формирование электрических разрядов происходит следующим образом. Электрическое поле, сформированное разделенными зарядами капель, достигает значений 2-3 кВ/см, в результате чего происходит электрический разряд, называемый молнией [13].

В этой стадии наблюдаются мощные восходящие потоки, достигающие 50 м/с и нисходящие по краям – 30 м/с [16].

#### 2.2.4. Заключительная стадия – стадия распада

В результате выпадения осадков происходит распад облака, на смену объемного отрицательного заряда, расположенного внизу облака, приходит положительный – происходит изменение направления электрического поля.

Это приводит к появления восходящих молний, переносящих отрицательный заряд обратно в облако.

Так же выпадение осадков приводит к ослаблению теплых восходящих потоков воздуха и прекращению деления электрических зарядов.

Благодаря тому, что положительный заряд в верхней части облака невелик, количество восходящих молний значительно меньше нисходящих – примерно 10% от общего числа разрядов [13].

Имеются, как восходящие, так и нисходящие потоки воздуха, но их скорость совсем небольшая – порядка 5 м/с.

В результате распада облака образуется облачность различных ярусов.

Стадии развития грозового облака представлены на рисунке 2.7.

На нем можно наблюдать:

- а) Стадия зарождения облака

- б) Стадия развития
- в) Стадия разрушения

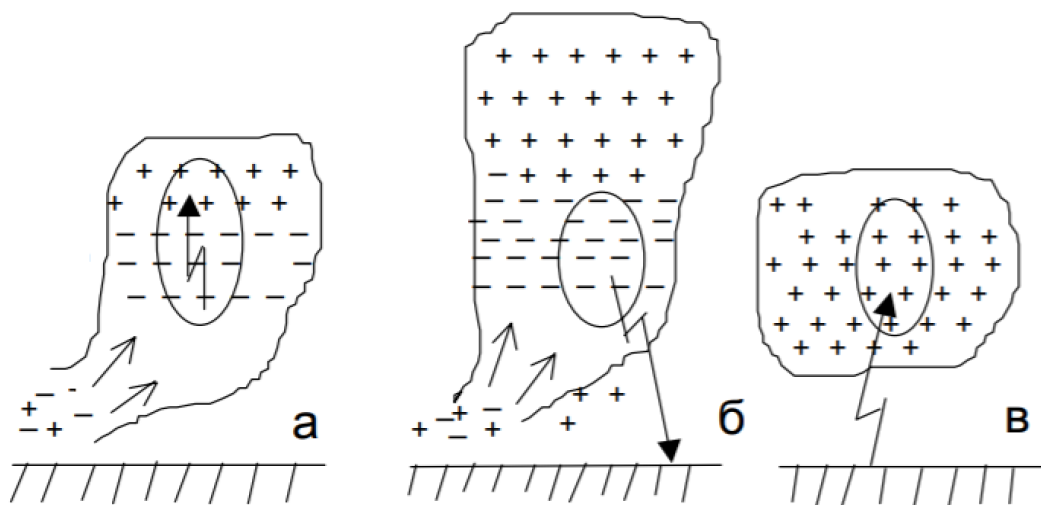


Рисунок 2.7. – Стадии развития грозового облака [стр.12, 13].

### 2.2.5. Опасные атмосферные явления связанные с грозами

С грозой деятельностью связаны многие опасные явления, такие как: молнии, ливневые осадки, град, шквал турбулентность и даже смерч. О некоторых из явлении подробнее будет сказано далее.

#### 1. Молниевые разряды

Молния – крайне опасное явление, способное привести к катастрофам.

Опасность заключается в следующем:

- 1) Высокое напряжение (сотни миллионов В)
- 2) Большие значения силы тока (десятки тысяч А)
- 3) Большие значения температуры (25000 – 30000 °С) [17].

#### 2. Ливневые осадки

Ливневые дожди так же способны спровоцировать опасные для жизнедеятельности человека ситуации: наводнения, оползни, разрушение дорог, серьезные убытки в сельском хозяйстве и многое другое.

#### 3. Град

Представляет собой опасность для жизни человека, имущества людей и сельского хозяйства

#### 4. Шквал

Шквал – это резкое усиление ветра, сопровождаемое изменением направления. Наибольшая скорость ветра – 65 м/с [16].

Крайне опасное явление и для жизни человека, и его жизнедеятельности.

#### 5. Турбулентность

Атмосферное явление наблюдаемое исключительно в слоях атмосферы, поэтому наибольшую опасность несет для авиации.

#### 6. Смерч

Сильный вихрь с вертикальной протяженностью 12-15 км и несколько километров вдоль горизонтали.

Обладает сильнейшей разрушительной мощностью, так как скорость движения порядка 200-300 м/с [16].

### 2.2.6. Классификация гроз

Классификация гроз зависит от условий их формирования. Таким образом встречаются следующие виды грозовой деятельности:

#### 1. Внутримассовые грозы

- Oroграфические
- Тепловые
- Адвективные

#### 2. Фронтальные грозы

- Грозы на холодном фронте
- Грозы на теплом фронте
- Грозы на фронте окклюзии

Внутримассовые грозы образуются в результате неравномерного прогрева подстилающей поверхности, при достаточно больших значениях удельной влажности воздуха в приземном слое атмосферы (более 12 г/кг).

Синоптические условия для образования данного вида грозовой активности следующие: размытые барические поля, циклоны (слабовыраженные и заполняющиеся), теплый сектор циклона, западные периферии антициклонов.

Причиной образования орографических гроз являются разнообразные форм рельефа, это может быть, как горная местность, так и холмистая. В данном случае, формирование кучевого облака происходит за счет динамической конвекции, о которой подробнее было сказано в разделе 2.1, схема формирования конвекции представлена на рисунке 2.2.

Процесс формирования адвективной грозы связан с адвекцией тепла или холода, зачастую такие грозы формируются после прохождения холодной фронтальной массы через морскую умеренную, в результате чего образуется адвекция, которая способствует формированию сперва кучевой облачности, затем грозовой. Такие грозы способны формироваться при достаточно низких температурах и обладают большой скоростью перемещения, при этом очаги гроз зачастую изолированы. Могут наблюдаться над побережьями в дневное время суток и над прибрежными водами ночью.

Формирование тепловых гроз напрямую связано с термической конвекцией, о которой говорилось ранее в разделе 2.1, схема формирования представлена на рисунке 2.1. Тепловые грозовые облака обладают небольшими размерами и незначительной скоростью перемещения (всего порядка 10-15 км/ч). Формируются в основном во второй половине дня при размытом барическом поле, на внешних частях заполняющихся циклонов или в седловинах, температуры у земли высокие – порядка 22-25 °С, могут быть и выше. Обладают небольшими скоростями ветра, усиление наблюдается лишь перед прохождением грозового облака и имеет кратковременный характер. Несмотря на небольшие размеры и скорость перемещения данный тип гроз не так прост: грозовые облака несут большое количество молний, ливневых осадков и града [16].



Образование фронтальных гроз связано с прохождением фронтальных поверхностей.

Грозы на холодном фронте образуются вдоль линии фронта и имеют ширину 50-70 км. Образование кучевой облачности происходит в результате вытеснения холодным воздухом теплого и влажного, который в свою очередь поднимаясь конденсируется и образует облачность. Усиление данного вида гроз происходит во второй половине дня, а ослабление – ночью. Скорость перемещения зависит от типа холодного фронта и имеет следующие значения: в среднем скорость смещения составляет 30-40 км/ч, но может достигать и 100 км/ч. Грозовые облака на холодном фронте могут располагаться на больших расстояниях друг от друга (10-20 км).

Грозы на теплом фронте образуются относительно остальных видов редко. Формирование кучевых облаков происходит в результате подъема теплового влажного воздуха. Данный вид гроз усиливает свою активность в ночное время и затухает в дневное. Происходит это благодаря охлаждению верхних слоев облачности, которые прекращают получать солнечную радиацию и начинают охлаждаться. Это приводит к формированию неустойчивости атмосферы, и как следствие кучевой облачности.

Грозы на фронтах окклюзии способны формироваться в любое время суток, это связано с типом окклюзии. В случае холодного фронта грозы образуются во второй половине дня, в случае теплого – в ночное время суток. Но в большинстве случаев, грозы на фронтах окклюзии – это дневное атмосферное явление [16].

Также имеется еще одна классификация грозовой деятельности, которая оценивает данные о структуре радиоэха.

1. Одноячейковые
2. Многаячейковые
  - Многаячейковые кластерные грозы
  - Многаячейковые линейные грозы
3. Суперячейковые

Одноячейковое грозное облако представляет собой одно кучего-дождевое облако, сформированное при малоградиентном барическом поле и малых скоростях ветра. Иначе этот вид грозных облаков называют локальными грозами. Горизонтальные размеры такого облака находятся в диапазоне 5-20 км, вертикальная протяженность – 8-12 км. Среднее время жизни порядка 30 минут, но может достигать и 1 часа [18].

Процесс формирования одноячейкового грозного облака представлен на рисунке

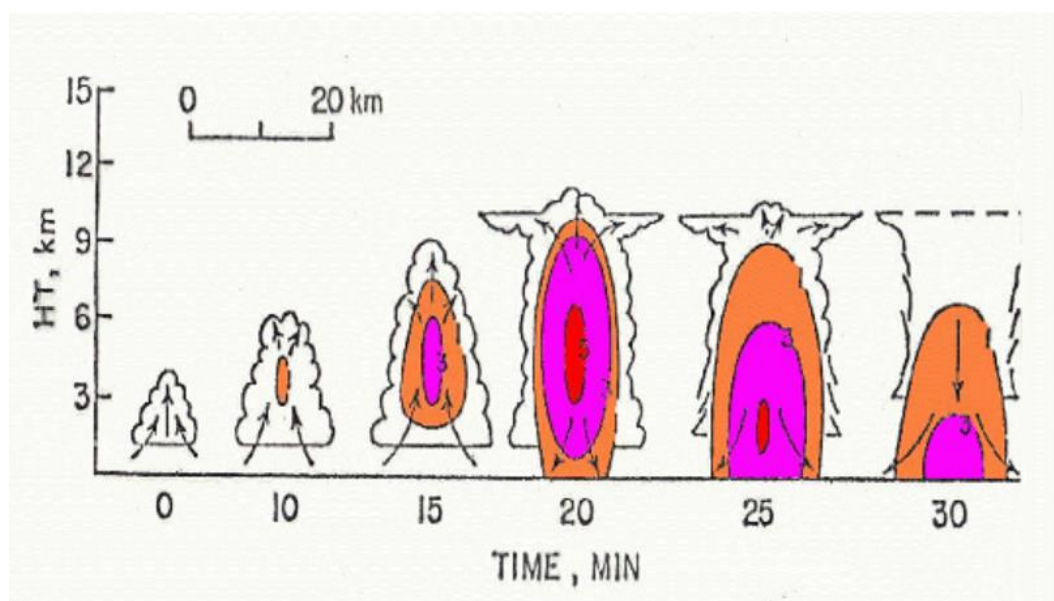


Рисунок 2.8. – Формирование одноячейкового облака [19]

К самому часто встречающемуся виду гроз относятся многоячейковые кластерные грозы. Этот вид гроз характеризуется группой грозных ячеек, находящихся на разных стадиях формирования, при этом движущихся, как единое целое.

Сформированные грозные ячейки находящиеся в стадии зрелости располагаются в центральной части кластера, остальные ячейки, продолжающие свое формирование, располагаются с подветренной стороны. Ячейки имеют горизонтальные размеры 20-40 км, в высоту часто поднимаются до уровня тропопаузы.

Такие грозы несут с собой ливневые осадки и слабые шквалистые ветра. Время жизни всего кластера может достигать нескольких часов. Имеют большую интенсивность, нежели одноячейковые грозы [18].

Пример многоячейкового грозового облака представлен на рисунке 2.9.

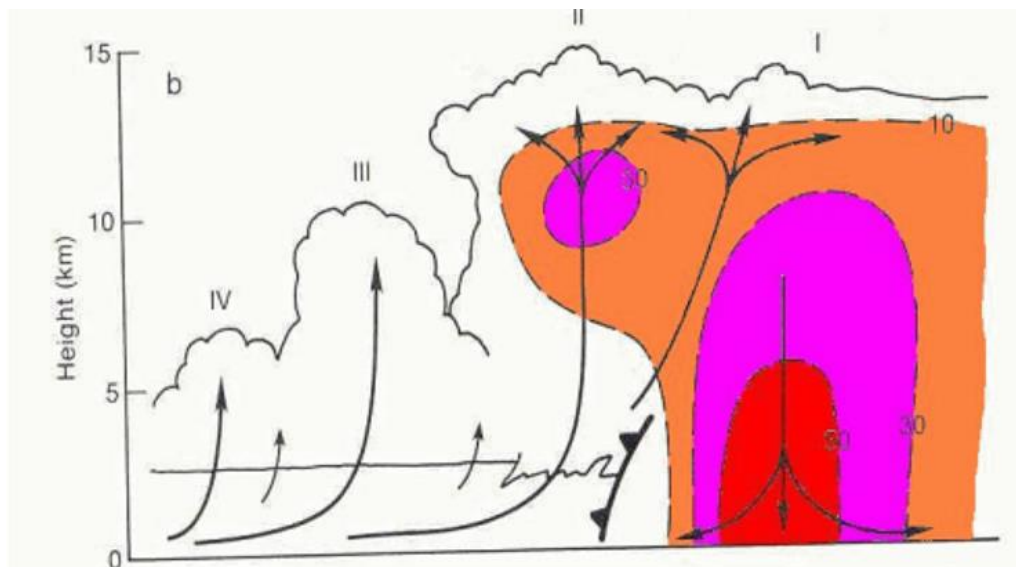


Рисунок 2.9. – Многоячейковое грозовое облако [19]

Многоячейковые линейные грозы характеризуются линией шквалов.

Линии шквалов формируют мощные нисходящие потоки, могут приносить обильные ливневые осадки и крупный град. На территории России встречаются редко.

Суперячейковые грозовые облака напоминают одноячейковые, т.к. оба этих вида облаков обладают одной зоной восходящего потока воздуха. Но это является единственной схожестью, в остальном суперячейка – необычный и крайне опасный вид грозовой активности.

Проявляется это в следующих особенностях: суперячейка обладает большим диаметром – около 50 км, вертикально распространяется до высоты 10-15 км, иногда даже может просачиваться в стратосферу, скорость восходящего потока достигает 40-60 м/с. Самой главной особенностью данного вида гроз является вращение восходящих потоков воздуха, поэтому в радарной терминологии суперячейки называют мезоциклонами.

Суперячейковые грозовые облака несут экстремальные погодные явления: большой град (более 5 сантиметров), шквалы достигающие 40 м/с и самое разрушительное – смерчи [18].

На рисунке 2.10 представлен вертикальный и горизонтальные разрез суперячейкового грозового облака.

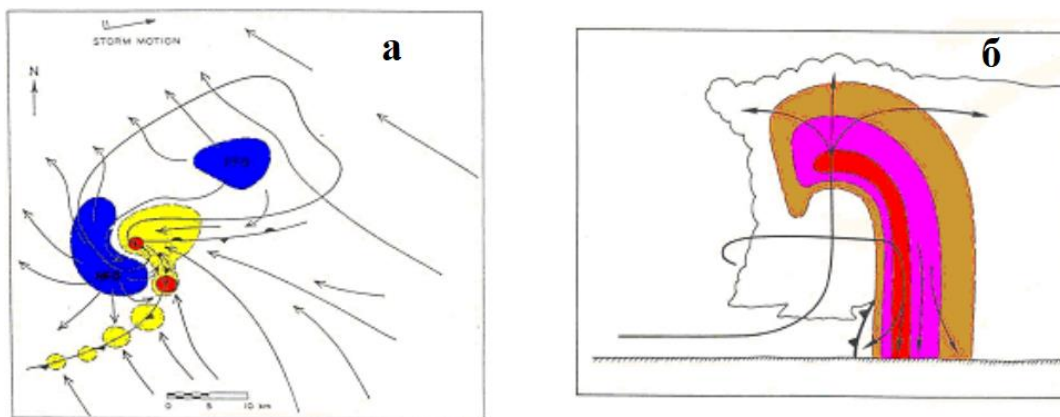


Рисунок 2.10 – Горизонтальный (а) и вертикальный (б) разрез суперячейкового грозового облака [19]

В следующем разделе будут рассмотрены методы прогноза грозовой деятельности.

### 3. Методы прогноза грозовой активности и прогноз гроз на территории Европейской части России

Гроза – крайне опасное атмосферное явление, способное вызвать, как серьезный экономический ущерб, так и повышение смертности среди людей, поэтому изучение и прогнозирование этого явления – крайне важная задача.

Существует большое количество методов прогнозирования грозовой активности такие, как: метод Вайтинга, Фауста, А.В. Фатеева, Кокса, Бейли, Н.В. Лебедевой, Б.Е. Пескова, Г.Д. Решетова и многие другие. Поэтому в данной работе кратко будут рассмотрены лишь некоторые из них.

Большинство методов основаны на адиабатической теории – это прогнозы методом частицы и методом слоя.

В методе частицы принято, что состояние поднимающихся потоков воздуха изменяется строго по адиабатическому закону, при этом воздух не взаимодействует с окружающей средой и не учитываются нисходящие потоки. На данном методе основаны следующие методы: Н.В. Лебедевой, Кокса, Б.Е. Пескова, Вайтинга, Бейли, Г.Д. Решетова и т.д.

В методе частицы состояние поднимающихся потоков изменяется по сухоадиабатическому закону и учитываются нисходящие потоки воздуха. На методе частицы основаны методы Н.С. Шишкина и А. Симиля, но широкого применения они не нашли, т.к. сложны в расчетах.

Также существует метод учитывающий неадиабатичность процесса формирования облаков – метод И.А. Славина. Данный метод основан на том, что при образовании конвективной облачности происходит эффект «вовлечения», т.е. поднимающийся теплый влажный воздух перемешивается с холодным и сухим. За счет этого облака не достигают уровня конвекции, построенного на аэрологической диаграмме методом частицы, и верхняя граница облачности располагается ниже уровня конвекции [20].

### 3.1. Основные методы прогнозирования

#### 3.1.1. Метод Н.В. Лебедевой

Метод Н.В. Лебедевой основан на расчете параметров конвекции, о которых пойдет речь далее.

1. Суммарный дефицит температуры точки росы ( $\sum D$ , °C) на следующих уровнях: 850, 700 и 500 гПа.

Этот параметр позволяет косвенно учесть вовлечение холодного сухого воздуха и характеризует возможность образования облаков в слое 850-500 гПа.

При  $\sum D > 25$  °C – дальнейшие расчеты не проводятся.

При  $\sum D < 25$  °C – рассчитываются следующие параметры;

2. Дефицит температуры точки росы у земли или на верхней границе приземной инверсии на момент максимального развития конвекции ( $D_0$ , °C);

При  $D_0 > 20$  °C – уровень конденсации располагается выше 2,5 км, а следовательно, будет происходить испарение выпадающих осадков.

При  $D_0 > 20$  °C – рассчитываются следующие параметры;

3. Толщина конвективно-неустойчивого слоя (КНС) ( $\Delta H_{\text{КНС}}$ , гПа)

В данном слое каждая частица участвует в конвекции до больших высот. Чем больше толщина конвективно-неустойчивого слоя, тем больше вероятность, что образуется кучево-дождевая облачность;

4. Уровень конденсации ( $H_{\text{конд}}$ , км)

$H_{\text{конд}}$  соответствует среднему положению нижней границы конвективной облачности, определяется по аэрологической диаграмме.

5. Уровень конвекции ( $H_{\text{конв}}$ , км)

Благодаря этому параметру можно определить среднее положение вершин облаков;

6. Температура воздуха на уровне конвекции ( $T_{\text{конв}}$ , °C);

7. Средняя величина отклонения температуры на кривой состояния ( $T'$ ) от температуры на кривой стратификации ( $T$ ). Отклонение ( $\Delta T$ ) определяется по формуле 3.1.

$$\Delta T = \frac{\sum_1^n (T' - T)}{n}, \quad (3.1)$$

где  $T'$  и  $T$  — температура на кривой состояния и кривой стратификации, соответственно, на уровнях, кратных 100 гПа,  $n$  — число целых слоев толщиной по 100 гПа, начиная от уровня конденсации и до уровня конвекции;

8. Средняя вертикальная мощность конвективных облаков ( $\Delta H_{\text{к.о.}}$ , км)  
Это разность высот уровня конвекции и уровня конденсации.

Для определения возможности образования грозовой деятельности рассчитываются вышеперечисленные параметры и в соответствие с таблицей 3.1. определяется возможность возникновения конвективных явлений [16].

Таблица 3.1

$\Sigma D$	$D_0$	$\Delta H_{\text{кнс}}$	$H_{\text{конд}}$	$H_{\text{конв}}$	$T_{\text{конв}}$	$\Delta T$	$\Delta H_{\text{к.о.}}$	Конвективные явления
$> 25$	$> 20$	–	–	–	–	–	–	Не ожидаются
$\leq 25$	$\leq 16$	$> 10$	$\approx 1,5$	$> 6$	$< -23$	$> 4$	$\approx 4,5$	Слабый ливневый дождь
$\leq 20$	$\leq 14$	$> 20$	$\approx 1,5$	$> 5$	От -23 до -10	$\geq 3$	$> 3,5$	Ливневый дождь без грозы
$\leq 20$	$\leq 14$	$> 30$	$\approx 1,5$	$> 8$	$< -23$	$\geq 3$	$> 6,5$	Ливневый дождь, местами гроза
$\leq 16$	$\approx 10$	$> 60-100$	От 1,5 до 1,0	$> 8$	$< -23$	$\geq 3$	$> 7,5$	Сильный ливневый дождь с грозой
$\approx 16$	$\approx 10$	–	От 1,5 до 1,0	$> 8$	$< -23$	$> 3$	$> 7,5$	Град

### 3.1.2. Метод Вайтинга

В данном методе возможность возникновения грозы определяется при помощи расчета параметра  $K_B$ , который можно определить по формуле 3.2.

$$K_B = T_{850} - T_{d850} - T_{500} - (T - T_d)_{700}, \quad (3.2)$$

$T$  и  $T_d$  – температура и температура точки росы соответственно.

Существуют следующие зависимости:

- Чем больше величина дефицита температуры точки росы на уровне 850 гПа ( $T_{850} - T_{d850}$ ) и меньше значение температуры на уровне 500 гПа ( $T_{500}$ ), тем выше располагается уровень конвекции, а значит и верхняя граница облачности;
- Величина дефицита температуры точки росы на уровне 700 гПа ( $(T - T_d)_{700}$ ) соответствует повышению уровня конвекции за счет эффекта вовлечения: чем меньше это слагаемое, тем больше влажность вовлекаемого воздуха.

Критерии, позволяющие определить возможность образования грозовой деятельности:

- При  $K_B < 20$  – образование гроз не ожидается;
- При  $K_B$  равном от 20 до 25 – возможно формирование отдельных гроз;
- При  $K_B$  равном от 25 до 30 – грозы ожидаются местами;
- При  $K_B > 30$  – грозы ожидаются повсеместно.

Вышеприведенные пороговые значения соответствуют центральным и северо-западным районам Европейской части России.

Метод Вайтинга показывает лучшие результаты при прогнозировании гроз не по пункту, а по площади [20].

### 3.1.3. Метод Фауста

В методе Фауста возможность образования гроз определяется при помощи параметра, характеризующего неустойчивость испарения, который определяется при помощи формулы 3.3.

$$\lambda_{\Phi} = E_1 - \kappa_{\Phi} E_2, \quad (3.3)$$

$E_1$  – площадь энергии неустойчивости в слое от уровня конденсации до уровня 500 гПа;

$E_2$  – площадь энергии неустойчивости между сухой и влажной адиабатами в том же слое;



$\kappa_{\Phi}$  – эмпирический коэффициент, квадратично зависящий от средней относительной влажности в том же слое, табличное значение.

Данный параметр позволяет учитывать адиабатическую неустойчивость атмосферного воздуха и эффект вовлечения.

Для прогноза грозовой активности параметр  $\lambda_{\Phi}$  должен быть больше или равен нулю. Это пороговое значение применимо для территории Западной Европы [20].

Для упрощения определения возникновения гроз Фауст ввел следующие изменения:

По рисунку 3.1 определяется температура нулевого испарения  $T_v$ , которая зависит от температуры воздуха на уровне 850 гПа и среднего значение дефицита точки росы в слое 850-500 гПа.

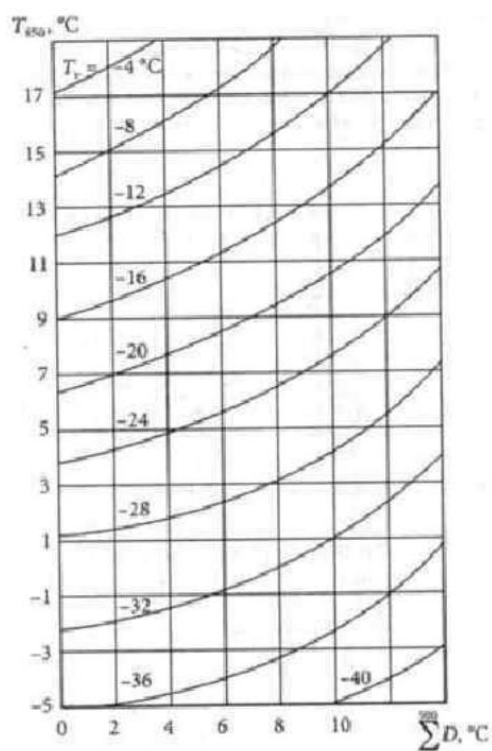


Рисунок 3.1. – График для определения температуры нулевого испарения [стр.170, 20].

Затем рассчитывается индекс неустойчивости  $\Delta T$  по формуле 3.4.

$$\Delta T = T_v + T_{500}, \quad (3.4)$$

Для полученных значений индекса неустойчивости следует вводить поправки на кривизну изобар и на сходимость/расходимость изобар на приземных картах.

Радиусам кривизны 1000, 500 и 250 км соответствуют поправки: 1, 1.4, 2 °С. При этом считается, что положительный знак поправки учитывает циклоническую кривизну, а отрицательный – антициклоническую.

При сходимости приземных изобар больше  $900 \text{ км}^2/\text{ч}^2$  на 500 км вводится поправка 1 °С, при расходимости – -1 °С.

Критерии позволяющие определить возможность образования грозы:

- При  $\Delta T$  от 0 до 3 °С – прогнозируются ливневые осадки без гроз;
- При  $\Delta T > 3$  °С – прогнозируется грозовая активность [21].

#### 3.1.4. Метод Г.Д. Решетова

В методе Решетова предполагается, что для центральной части восходящего воздушного потока эффект вовлечения оказывает несущественное влияние.

Прогноз грозовой активности данным методом начинается с анализа синоптической ситуации и определения благоприятных для развития гроз условий.

По аэрологической диаграмме выполняется построение прогностических кривых температуры и точки росы до изобарической поверхности 100 гПа.

Затем рассчитываются предикторы, по которым графическим или расчетным (по дискриминантным функциям) методом определяется возможность образования грозы.

Этими предикторами являются: расчетная высота верхней границы облачности ( $H_B$ ), расчетная температура воздуха на верхней границе облачности ( $T_B$ ) и мощность облака в зоне отрицательных температур ( $\Delta H$ ).

$H_B$  и  $T_B$  определяются по аэрологической диаграмме, а  $\Delta H$  определяется по формуле 3.5:

$$\Delta h_{0^{\circ}\text{C}}^B = H_B - H_{0^{\circ}\text{C}}, \quad (3.5)$$

где  $H_{0^{\circ}\text{C}}$  – высота нулевой изотермы в облаке, км.

На рисунке 3.2. представлен график, позволяющий определить возможность образования грозовой деятельности.

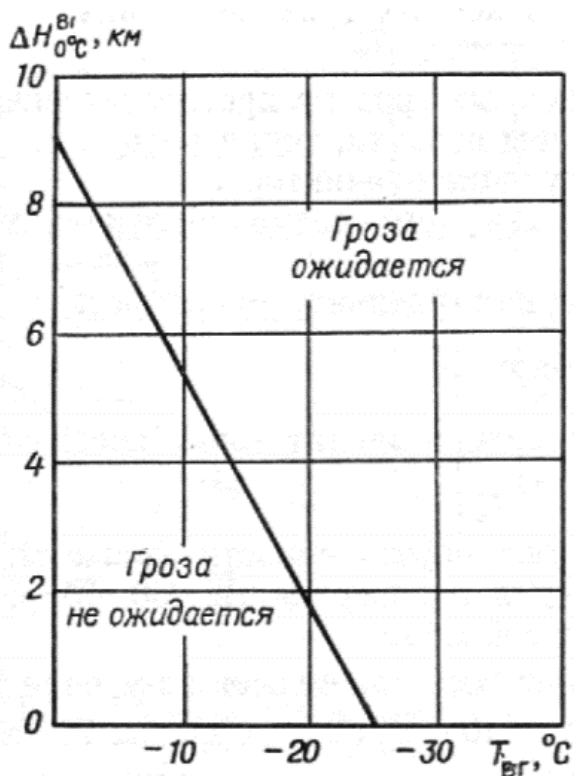


Рисунок 3.2. – График для прогнозирования гроз по методу Г.Д. Решетова [стр.164, 20]

Прямая линия на представленном графике соответствует дискриминантной функции  $L_1$ , которая рассчитывается по формуле 3.6.

$$L_1 = -0,022 * T_B + 0,08 * h_{0^{\circ}\text{C}}^B - 0,562 \quad (3.6)$$

Дискриминантная функция  $L_2$  рассчитывается по формуле 3.7.

$$L_2 = 0,36 * H_B - 0,0753 * T_B - 0,53 * h_{0^{\circ}\text{C}}^B - 3,36 \quad (3.7)$$

Исходя из полученных данных, делаются выводы по следующим критериям:

- $L_1 < 0$  – интенсивная конвекция в данном случае не прогнозируется;
- $L_1 \geq 0$  и  $L_2 < 0$  – прогнозируется грозовая активность;
- $L_1 \geq 0$  и  $L_2 \geq 0$  – прогнозируется гроза с градом [20].

### 3.2. Прогноз гроз на территории ЕЧР методом Г.Д. Решетова

#### 3.2.1. Подбор данных и источники

Как говорилось в разделе 1, для проверки прогноза гроз методом Г.Д. Решетова была выбрана Европейская часть России. Станции, на которых определялось наличие гроз и кучево-дождевой облачности также перечислены в разделе 1.

Для подбора информации использовались следующие источники:

- С сайта <http://autotaf.me/> с синоптических кольцевых карт за срок 12 ч были подобраны случаи фактического прохождения гроз и кучево-дождевой облачности. Пример кольцевой карты представлен в приложение А (рисунок А.1);
- С сайта <https://flymeteo.org/> использовались обработанные данные температурно-ветрового зондирования, представленные в виде аэрологических диаграмм. Пример обработанной аэрологической диаграммы представлен в приложение А (рисунок А.2);
- Также некоторые данные были взяты из архива (программа Oscar) кафедры метеорологических прогнозов Российского государственного гидрометеорологического университета.

Период, за который были подобраны все случаи: летние месяцы (июнь, июль, август) за 2015-2020 гг. и май 2021 г.

Подобранные данные представлены в Приложение А в таблицах А.1 и А.2.

### 3.2.2. Прогноз методом Г.Д. Решетова

Для прогноза данным метом необходимо найти высоту верхней границы облачности, температуру на верхней границе облачности и мощность облака в зоне отрицательных температур.

За верхнюю границу облаков и температуру на ней был принят уровень конвекции и температура на данном уровне, снятые с обработанных аэрологических диаграмм. Слой отрицательных температур рассчитан по формуле 3.5.

Все полученные и рассчитанные данные представлены в Приложении А.

В ходе работы было проанализировано 276 случаев, из них: 144 случая фактического прохождения грозы и 132 случая фактического прохождения кучево-дождевой облачности.

Определение возможности образования гроз происходило по графику, представленному на рисунке 3.2. Распределение всех подобранных случаев отражено на рисунке 3.3.

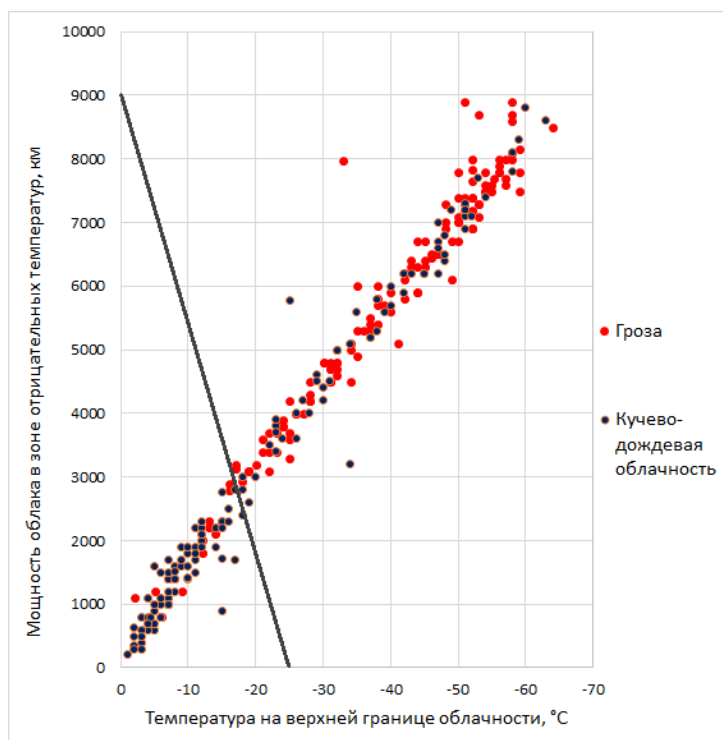


Рисунок 3.3. – График метода Г.Д. Решетова применительно для подобранных случаев

Из 144 случаев: 127 – прогнозируется грозовая активности и 17 – не прогнозируется.

Из 132 случаев: в 56 случаях прогнозируется отсутствие грозовой деятельности и в 76 – дается прогноз на грозу.

В результате проделанной работы было выяснено, что из 276 случаев в 93 прогноз не оправдался, для поиска причины были подобраны дополнительные данные, представленные в таблицах Б.1 и Б.2 в Приложение Б.

Были рассчитаны суммы дефицитов температуры точки росы, которые могут свидетельствовать об увлажненности облака, что является одной из причин образования кучевой и грозовой облачности.

Также для сравнения с полученными результатами с сайта <https://flymeteo.org/> были взяты данные о результатах прогнозирования методами Вайтинга и Фауста.

Из таблиц Б.1 и Б.2 можно сделать следующие выводы:

Из 17 случаев неоправдавшихся методом Г.Д. Решетова 2 случая методом Вайтинга и 12 случаев методом Фауста также не оправдываются.

Из 56 случаев неоправдавшихся методом Г.Д. Решетова 48 случая методом Вайтинга и 7 случаев методом Фауста также не оправдываются.

Анализируя рассчитанные суммы дефицитов, можно сделать вывод, что в 15 случаях из 17 (и в 31 из 56) воздушные потоки имеют достаточную влагонасыщенность, а значит причина неоправдавшихся прогнозов может быть связана с исходными данными.

В тех же случаях, когда влагонасыщенность является существенной, причина неоправдавшихся прогнозов может заключаться в том, что метод Г.Д. Решетова учитывает лишь температуру на верхней границе облачности и мощность облака в зоне отрицательных температур, но совсем не учитывает влагонасыщенность.

Далее будут представлены расчеты позволяющие оценить успешность данного метода прогноза.

### 3.2.3. Оценка успешности метода Г.Д. Решетова для территории ЕЧР

Для составления всех матриц и расчета критериев успешности, а также анализа полученных результатов был использован источник [24].

Для оценки качества альтернативного прогноза была составлена матрица сопряженности методического прогноза, представленная в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Матрица сопряженности методического прогноза для территории ЕЧР

	Прогноз явления			Сумма
		Ожидается	Не ожидается	
Фактическое наличие явления	Гроза	$n_{11} = 127$	$n_{12} = 17$	144
	Отсутствие грозы	$n_{21} = 56$	$n_{22} = 76$	132
	Сумма	183	93	276

По данной матрице видно, что число оправдавшихся прогнозов равно 203, а число неоправдавшихся – 73, из них 17 – это ошибка-пропуск, 56 – ошибка-страховка.

Также была составлена матрица сопряженности случайного прогноза, представленная в таблице 3.3.

Для составления этой матрицы использовалась формула 3.8.

$$n_{ij}^{сл} = \frac{n_{ij}}{N}, \quad (3.8)$$

$n_{ij}^{сл}$  – элемент случайной матрицы;

$n_{ij}$  – элемент методической матрицы;

$N$  – общее число всех случаев.

Таблица 3.3 – Матрица сопряженности случайного прогноза для территории ЕЧР

	Прогноз явления			Сумма
		Ожидается	Не ожидается	
Фактическое наличие явления	Гроза	$n_{11}^{сл} = 95$	$n_{12}^{сл} = 49$	144
	Отсутствие грозы	$n_{21}^{сл} = 88$	$n_{22}^{сл} = 44$	132
	Сумма	183	93	276

Выше составленные матрицы нужны для расчета критериев успешности, о которых пойдет речь далее.

### 1. Общая оправдываемость прогноза

Для расчета общей оправдываемости  $P$ , оправдываемости прогноза факты наличия явления  $U$  и оправдываемости факта отсутствия явления  $U_{оя}$  используется формулы 3.9, 3.10 и 3.11.

$$P = \frac{n_{11} + n_{22}}{N} * 100\% \quad (3.9)$$

$$U = \frac{n_{11}}{n_{10}} * 100\% \quad (3.10)$$

$$U_{оя} = \frac{n_{22}}{n_{20}} * 100\% \quad (3.11)$$

Расчет вышеперечисленных критериев для данного метода прогноза представлен в формулах 3.12, 3.14 и 3.15.

#### 1) Общая оправдываемость:

$$P = \frac{127 + 76}{276} * 100\% = 74\% \quad (3.10)$$

#### 2) Оправдываемость прогноза факта наличия явления:

$$U = \frac{127}{144} * 100\% = 88\% \quad (3.11)$$

#### 3) Оправдываемость прогноза факта отсутствия явления:

$$U_{оя} = \frac{44}{132} * 100\% = 56\% \quad (3.12)$$

### 2. Критерий точности прогноза по А.М. Обухову

Рассчитывается по формуле 3.13.

$$Q = 1 - \left( \frac{n_{12}}{n_{10}} + \frac{n_{21}}{n_{20}} \right) \quad (3.13)$$

Рассчитанный критерий для метода Г.Д. Решетова представлен в формуле 3.14.

$$Q = 1 - \left( \frac{17}{144} + \frac{56}{132} \right) = 0,5 \quad (3.14)$$

### 3. Критерий надежности прогноза по Н.А. Багрову

Рассчитывается по формуле 3.15.

$$H = \frac{P - P_{сл}}{100\% - P_{сл}} \quad (3.15)$$



Для расчета данного критерия необходима общая оправдываемость случайного прогноза, расчет которой представлен в формуле 3.16.

$$P = \frac{95+44}{276} * 100\% = 51\% \quad (3.16)$$

В формуле 3.17 представлен рассчитанный критерий надежности по Н.А. Багрову.

$$H = \frac{0,74-0,51}{1-0,51} = 0,5 \quad (3.17)$$

Для упрощения анализа была составлена таблица 3.4, в которую вошли все рассчитанные критерии применительно к ЕЧР.

Таблица 3.4 – Результаты расчетов критериев успешности применительно к Европейской части России.

Критерий	Значение критерия
Общая оправдываемость прогноза (P)	74%
Оправдываемость прогноза факта наличия явления (U)	88%
Оправдываемость прогноза факта отсутствия явления ( $U_{Oя}$ )	56%
Критерий надежности по Багрову (H)	0,5
Критерий точности по Обухову (Q)	0,5

По полученным результатам можно сделать вывод, что метод Г.Д. Решетова применительно ко всей территории Европейской части России работает достаточно успешно, об этом свидетельствует общая оправдываемость равная 74%.

Что же касается оправдываемости факта наличия и отсутствия явления, то лучше оправдывается фактическое прохождение грозовой активности (88%), отсутствие гроз оправдывается хуже (56%).

Касательно критериев точности по А.М. Обухову и надежности по Н.А. Багрову можно сделать вывод, что прогноз располагается между случайными и идеальными прогнозами, а также он близок к успешному.

### 3.3.3. Оценка успешности метода Г.Д. Решетова для территории Северо-Западного федерального округа

Далее в таблице 3.5 представлена матрица сопряженности альтернативного прогноза для территории Северо-Западного федерального округа, необходимая для оценки качества прогноза методом Г.Д. Решетова.

Таблица 3.5 – Матрица сопряженности методического прогноза для Северо-Западного федерального округа

	Прогноз явления			Сумма
		Ожидается	Не ожидается	
Фактическое наличие явления	Гроза	$n_{11} = 55$	$n_{12} = 6$	61
	Отсутствие грозы	$n_{21} = 22$	$n_{22} = 46$	68
	Сумма	77	52	129

Для расчета представленной матрицы были подобраны данные, представленные в таблицах В.1 и В.2 в Приложении В.

По составленной матрице видно, что число оправдавшихся прогнозов равно 101, а число неоправдавшихся – 28, из них 6 – это ошибка-пропуск, 22 – ошибка-страховка.

Также была составлена матрица сопряженности случайного прогноза, представленная в таблице 3.6.

Для составления этой матрицы использовалась формула 3.8.

Таблица 3.6 – Матрица сопряженности случайного прогноза для Северо-Западного федерального округа

	Прогноз явления			Сумма
		Ожидается	Не ожидается	
Фактическое наличие явления	Гроза	$n_{11}^{сл} = 36$	$n_{12}^{сл} = 25$	61
	Отсутствие грозы	$n_{21}^{сл} = 41$	$n_{22}^{сл} = 27$	68
	Сумма	77	52	129

Далее в таблице 3.7 предоставлены результаты расчетов критериев успешности прогноза методом Г.Д. Решетова применительно к Северо-Западному федеральному округу.

Таблица 3.7 - Результаты расчетов критериев успешности применительно к Северо-Западному федеральному округу.

Критерий	Значение критерия
Общая оправдываемость прогноза (P)	78%
Оправдываемость прогноза факта наличия явления (U)	90%
Оправдываемость прогноза факта отсутствия явления ( $U_{OЯ}$ )	68%
Критерий надежности по Багрову (H)	0,6
Критерий точности по Обухову (Q)	0,6

Выводы:

Применительно к Северо-Западной части ЕЧР данный метод показывает более лучшие результаты, об этом свидетельствует общая оправдываемость равная 78%.

Что же касается оправдываемости факта наличия и отсутствия явления, то в данном случае также лучше оправдывается фактическое прохождение грозовой активности (90%), отсутствие гроз оправдывается хуже (68%).

Касательно критериев точности по А.М. Обухову и надежности по Н.А. Багрову можно сделать вывод, что прогноз приближается к идеальным прогнозам, а также является успешным.

#### 1.3.4. Оценка успешности метода Г.Д. Решетова для территории

##### Приволжского федерального округа

В таблице 3.8 представлена матрица сопряженности альтернативного прогноза для территории Приволжского федерального округа, необходимая для оценки качества прогноза методом Г.Д. Решетовым.

Таблица 3.8 – Матрица сопряженности методического прогноза для Приволжского федерального округа

Фактическое наличие	Прогноз явления			Сумма
	Гроза	Ожидается	Не ожидается	
	Гроза	$n_{11} = 52$	$n_{12} = 8$	60

явления	Отсутствие грозы	$n_{21} = 32$	$n_{22} = 28$	60
	Сумма	84	36	120

Для расчета представленной матрицы были подобраны данные, представленные в таблицах Г.1 и Г.2 в Приложение Г.

По данной матрице видно, что число оправдавшихся прогнозов равно 80, а число неоправдавшихся – 40, из них 8 – это ошибка-пропуск, 32 – ошибка-страховка.

Также была составлена матрица сопряженности случайного прогноза, представленная в таблице 3.9.

Для составления этой матрицы использовалась формула 3.8.

Таблица 3.9 – Матрица сопряженности случайного прогноза для Приволжского федерального округа

		Прогноз явления		
		Ожидается	Не ожидается	Сумма
Фактическое наличие явления	Гроза	$n_{11}^{сл} = 42$	$n_{12}^{сл} = 18$	60
	Отсутствие грозы	$n_{21}^{сл} = 42$	$n_{22}^{сл} = 18$	60
	Сумма	84	36	120

Далее в таблице 3.10 предоставлены результаты расчетов критериев успешности прогноза методом Г.Д. Решетова применительно к Приволжскому федеральному округу.

Таблица 3.10 - Результаты расчетов критериев успешности применительно к Приволжскому федеральному округу.

Критерий	Значение критерия
Общая оправдываемость прогноза (P)	67%
Оправдываемость прогноза факта наличия явления (U)	87%
Оправдываемость прогноза факта отсутствия явления ( $U_{Oя}$ )	47%
Критерий надежности по Багрову (H)	0,3
Критерий точности по Обухову (Q)	0,3

Вывод:

В случае Приволжского федерального округа метод Г.Д. Решетова дает не такие хорошие результаты, как для все территории ЕЧР и отдельно для Северо-Запада.

Общая оправдываемость равна 68%, что говорит о меньшей успешности, так же об неуспешности этого метода прогноза применительно к Приволжском округу свидетельствуют критерии надежности по Н.А. Багрову и точности по А.М. Обухову: они равны всего 0,3.

## Заключение

В результате проделанной работы были изучены условия образования кучевого-дождевой облачности, особенности формирования грозовых облаков, классификация гроз и различные методы их прогнозирования.

Были подобраны данные, по которым были проведены расчеты и сделаны выводы об успешности метода Г.Д. Решетова для прогноза грозовой активности применительно к ЕЧР и отдельно для Северо-Западного и Приволжского федеральных округов.

Проводя анализ проделанной работы, можно сделать следующие выводы:

- 1) Метод Г.Д. Решетова для прогноза наличия гроз работает достаточно успешно, об этом свидетельствует оправдываемость прогноза равная 88% (для всей территории ЕЧР);
- 2) Прогнозирование отсутствия грозовой активности данным методом оказалось менее успешным – оправдываемость 56% (для всей территории ЕЧР);
- 3) Критерий надежности по Н.А. Багрову составил 0,5, критерий точности по А.М. Обухову равен 0,5;
- 4) Наиболее успешно данный метод работает для Северо-Западного региона, об этом говорят рассчитанные критерии: общая оправдываемость СЗФО – 78%, ПФО – 67%; критерий по Обухову СЗФО – 0,6, ПФО – 0,3; критерий по Обухову СЗФО – 0,6, ПФО – 0,3;
- 5) В целом данный метод можно использовать для прогноза гроз (общая оправдываемость равна 74%), но следует учесть два момента: мощность конвективного облака в зоне отрицательных температур и температуру на верхней границе облака. При большой мощности и низких температурах на вершине облака не удастся разграничить два класса: класс «Гроза» и класс «Без грозы»

(рисунок 3.3) В этом случае следует предусмотреть возможность возникновения грозового положения.

На основе поставленных задач и цели были сформулированы следующие выводы:

- Были изучены условия образования кучево-дождевой и грозовой облачности: главными факторами, влияющими на формирование этих видов облачности, являются мощные вертикальные воздушные потоки, неустойчивая стратификация атмосферы, достаточная увлажненность воздуха;
- Были подобраны 144 случая фактического наблюдения грозовой деятельности и 132 случая кучевого-дождевой облачности;
- Проанализировав полученные данные были сделаны выводы: Общая оправдываемость метода Г.Д. Решетова составила 74%, рассчитанные критерии: по А.М. Обухову – 0,5 и по Н.А. Багрову – 0,5.

Наиболее успешно метод работает для северных регионов территории ЕЧР (для Северо-Запад общая оправдываемость – 78%, для Приволжского округа – 67%).

Полученные результаты могут быть полезны для дальнейшего исследования данного метода.

## Список использованных источников

1. Электронный ресурс: <https://nbcrs.org/regions/murmanskaya-oblast/klimat>
2. Электронный ресурс: <https://www.google.com/maps>
3. Электронный ресурс: <https://nbcrs.org/regions/voronezhskaya-oblast/klimat>
4. Электронный ресурс: <http://nbcrs.org/regions/nizhegorodskaya-oblast/klimat>
5. Электронный ресурс: <http://www.pfo.meteorf.ru>
6. Электронный ресурс: <http://nbcrs.org/regions/volgogradskaya-oblast/klimat>
7. Электронный ресурс: <http://bigcountry.ru>
8. Электронный ресурс: <https://studbooks.net>
9. Андреев А.О., Дукальская М.В., Головина Е.Г. Облака: происхождение, классификация, распознавание/ Под ред. д-ра геогр. наук А.И. Угрюмова. Учебное пособие. СПб., изд. РГГМУ, 2007.- 228 с.
10. Рыбакова Ж.В., Облака и их трансформация / науч. ред. И.В. Кужевская. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2020. – 234 с.
11. Кашлева Л.В. Атмосферное электричество. Учебное пособие. - СПб.: изд. РГГМУ, 2008. - 116 с.
12. <https://studbooks.net/>
13. Ермаков Е.И., Стожков Ю.И. Физика грозových облаков /краткие сообщения по физике. – М.: ФИАН, 2004. – 438 с.
14. Милликен Р., Электроны (+ и -), протоны, фотоны, нейтроны и космические лучи, пер. с англ., М-Л: ГОНТИ, 1939, 311 с.
15. Русанов А.И. К термодинамике нуклеации на заряженных центрах. // ДАН СССР, 1978, т. 238, № 4, 831-834.



16. Богаткин О. Г. Основы авиационной метеорологии. - СПб.: РГГМУ. 2009.
17. Говорушко С.М. Риски для человеческой деятельности, связанные с грозами / Говорушко С.М. // Проблемы анализа риска. – 2011. - №4, том 8. – С. 48-57.
18. Мазин И.П., Шметер С.М. Облака, строение и физика образования. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 279 с.
19. Электронный ресурс: <https://commons.wikimedia.org/>, автор: Pierre cb
20. Богаткин О.Г., Еникеева В.Д. Анализ и прогноз погоды для авиации. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 230 с.
21. Практикум по синоптической метеорологии. Руководство к лабораторным работам по синоптической метеорологии и атлас учебных синоптических материалов. Под ред. проф. В.И. Воробьева. Издание 2-е, перераб. и доп. – СПб.: изд. РГГМУ, 2005 – 304 с.
22. Электронный ресурс: <http://autotaf.me/>
23. Электронный ресурс <https://flymeteo.org/>
24. Дробжева Я.В., Волобуева О.В. Метеорологические прогнозы и их экономическая полезность.: учебное пособие /Дробжева, Волобуева. – СПб.: Адмирал, 2016. – 116 с.

# Приложение А

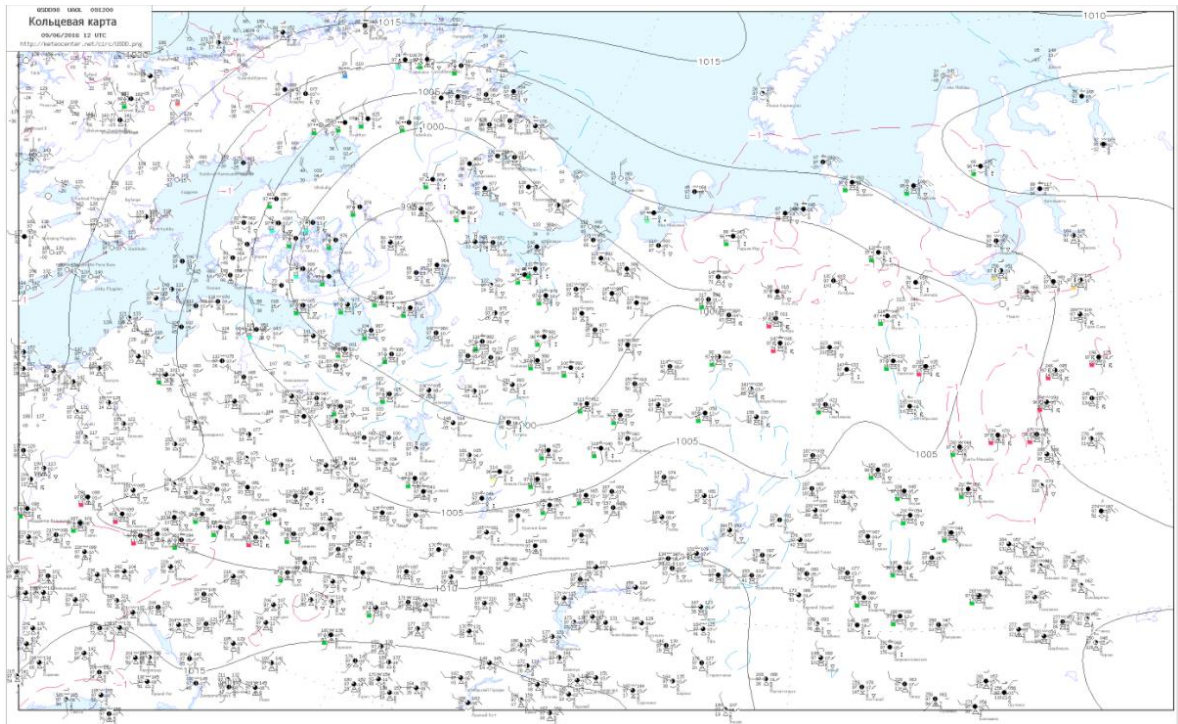


Рисунок А.1 – Кольцевая карта за срок 09.06.2016 12 ч [22].

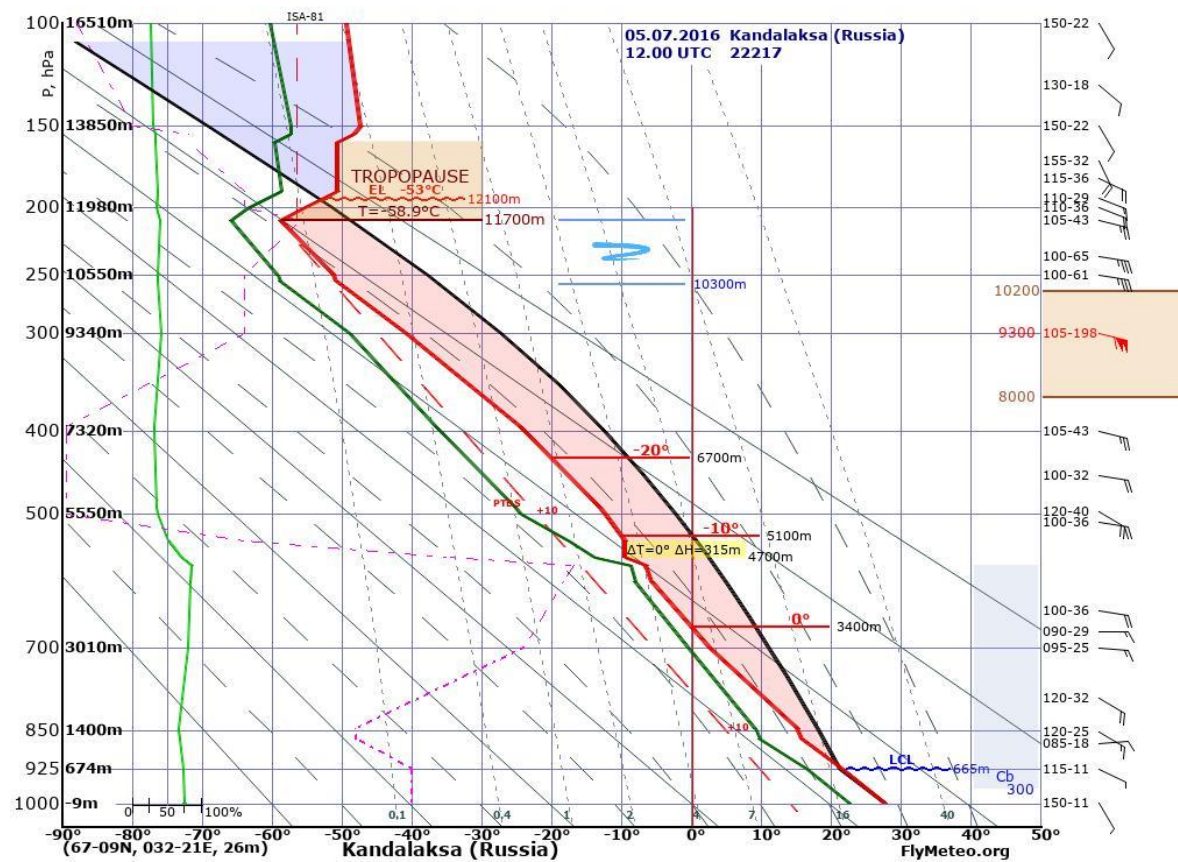


Рисунок А.2 – Обработанная аэрологическая диаграмма за 05.07.2016 12 ч, г. Кандалакша [23].

Таблица А.1 – Наличие гроз								
№	Станция	Дата	Срок	$H_B$	$H_0$	$\Delta h$	$T_B$	Прогноз
1	Пермь	01.06.2015	12 ч	11100	3600	7500	-54	Ожидается
2	Пермь	02.06.2015	12 ч	10400	3700	6700	-50	Ожидается
3	Уфа	03.06.2015	12 ч	10900	3066	7834	-52	Ожидается
4	Нижний Новгород	04.06.2015	12 ч	6400	3500	2900	-16	Не ожидается
5	Пермь	04.06.2015	12 ч	10300	3300	7000	-48	Ожидается
6	Киров	06.06.2015	12 ч	4000	1900	2100	-14	Не ожидается
7	Сыктывкар	08.06.2015	12 ч	7400	1600	5800	-42	Ожидается
8	Сыктывкар	10.06.2015	12 ч	2600	1400	1200	-9	Не ожидается
9	Ростов-на-Дону	12.06.2015	12 ч	6700	3300	3400	-22	Ожидается
10	Кандалакша	13.06.2015	12 ч	4600	1500	3100	-22	Ожидается
11	Вологда	21.06.2015	12 ч	11400	3900	7500	-54	Ожидается
12	Пенза	22.06.2015	12 ч	6400	4100	2300	-15	Не ожидается
13	Оренбург	22.06.2015	12 ч	10600	4100	6500	-47	Ожидается
14	Воронеж	22.06.2015	12 ч	11000	3600	7400	-50	Ожидается
15	Ростов-на-Дону	23.06.2015	12 ч	12200	3300	8900	-51	Ожидается
16	Вологда	23.06.2015	12 ч	9700	3200	6500	-46	Ожидается
17	Воронеж	24.06.2015	12 ч	11200	3800	7400	-52	Ожидается
18	Пенза	24.06.2015	12 ч	8100	3800	4300	-28	Ожидается
19	Оренбург	25.06.2015	12 ч	7800	4000	3800	-24	Ожидается
20	Оренбург	28.06.2015	12 ч	5800	4000	1800	-12	Не ожидается
21	Нижний Новгород	05.07.2015	12 ч	6300	3200	3100	-19	Ожидается
22	Волгоград	10.07.2015	12 ч	9900	3900	6000	-38	Ожидается
23	Каргополь	24.07.2015	12 ч	7400	2800	4600	-32	Ожидается
24	Вологда	31.07.2015	12 ч	8800	2300	6500	-47	Ожидается
25	Печора	02.08.2015	12 ч	5500	2571	2929	-18	Ожидается
26	Воронеж	04.06.2016	12 ч	8800	2357	6443	-46	Ожидается
27	Пермь	07.06.2016	12 ч	3900	2700	1200	-5	Не ожидается
28	Киров	08.06.2016	12 ч	5100	1500	3600	-25	Ожидается
29	Печора	09.06.2016	12 ч	7000	1700	5300	-35	Ожидается
30	Нижний Новгород	11.06.2016	12 ч	7300	2500	4800	-32	Ожидается
31	Каргополь	17.06.2016	12 ч	6900	3086	3814	-23	Ожидается
32	Курск	19.06.2016	12 ч	6700	3500	3200	-17	Ожидается
33	Казань	20.06.2016	12 ч	8700	4000	4700	-31	Ожидается
34	Уфа	21.06.2016	12 ч	12100	3600	8500	-64	Ожидается
35	Нижний Новгород	22.06.2016	12 ч	4400	3300	1100	-2	Не ожидается

36	Кандалакша	25.06.2016	12 ч	8000	2300	5700	-39	Ожидается
37	Сыктывкар	25.06.2016	12 ч	6000	2300	3700	-23	Ожидается
38	Воронеж	28.06.2016	12 ч	7000	3900	3100	-19	Ожидается
39	Петрозаводск	01.07.2016	12 ч	4100	3300	800	-6	Не ождается
40	Курск	03.07.2016	12 ч	4500	3500	1000	-7	Не ождается
41	Киров	03.07.2016	12 ч	5600	3400	2200	-14	Не ождается
42	Сыктывкар	03.07.2016	12 ч	11100	3500	7600	-54	Ожидается
43	Сыктывкар	04.07.2016	12 ч	10600	3200	7400	-52	Ожидается
44	Кандалакша	05.07.2016	12 ч	12100	3400	8700	-53	Ожидается
45	Кандалакша	08.07.2016	12 ч	3700	2300	1400	-7	Не ождается
46	Киров	11.07.2016	12 ч	4000	2600	1400	-8	Не ождается
47	Вологда	11.07.2016	12 ч	8300	3200	5100	-41	Ожидается
48	Печора	12.07.2016	12 ч	10100	2900	7200	-51	Ожидается
49	Уфа	12.07.2016	12 ч	7700	3000	4700	-32	Ожидается
50	Сыктывкар	14.07.2016	12 ч	10000	2700	7300	-48	Ожидается
51	Пенза	23.07.2016	12 ч	6800	3500	3300	-25	Ожидается
52	Пермь	23.07.2016	12 ч	10600	3600	7000	-50	Ожидается
53	Уфа	27.07.2016	12 ч	11000	3400	7600	-55	Ожидается
54	Нижний Новгород	27.07.2016	12 ч	10400	3500	6900	-48	Ожидается
55	Киров	03.08.2016	12 ч	7000	3800	3200	-20	Ожидается
56	Киров	08.08.2016	12 ч	7600	4000	3600	-21	Ожидается
57	Пермь	09.08.2016	12 ч	11200	3800	7400	-51	Ожидается
58	Воронеж	13.08.2016	12 ч	5600	3600	2000	-12	Не ождается
59	Уфа	23.08.2016	12 ч	10700	3800	6900	-52	Ожидается
60	Пермь	23.08.2016	12 ч	11200	3900	7300	-53	Ожидается
61	Киров	24.08.2016	12 ч	8500	3700	4800	-30	Ожидается
62	Уфа	24.08.2016	12 ч	9600	3700	5900	-44	Ожидается
63	Киров	24.08.2016	12 ч	8500	3700	4800	-30	Ожидается
64	Оренбург	25.08.2016	12 ч	9900	3800	6100	-49	Ожидается
65	Уфа	25.08.2016	12 ч	12700	3800	8900	-58	Ожидается
66	Волгоград	02.06.2017	12 ч	8000	2600	5400	-38	Ожидается
67	Пермь	11.06.2017	12 ч	7800	2500	5300	-37	Ожидается
68	Киров	14.06.2017	12 ч	8600	2300	6300	-45	Ожидается
69	Волгоград	15.06.2017	12 ч	7800	2700	5100	-34	Ожидается
70	Волгоград	18.06.2017	12 ч	4900	2600	2300	-13	Не ождается
71	Волгоград	18.06.2017	12 ч	8100	3300	4800	-31	Ожидается
72	Сыктывкар	22.06.2017	12 ч	6400	1900	4500	-34	Ожидается

73	Волгоград	22.06.2017	12 ч	8400	3500	4900	-35	Ожидается
74	Пенза	07.07.2017	12 ч	6200	2000	4200	-25	Ожидается
75	Нарьян-Мар	13.07.2017	12 ч	5300	3100	2200	-13	Не ождается
76	Оренбург	18.07.2017	12 ч	10800	3600	7200	-52	Ожидается
77	Курск	22.07.2017	12 ч	11900	3900	8000	-58	Ожидается
78	Нарьян-Мар	23.07.2017	12 ч	11300	3200	8100	-58	Ожидается
79	Нижний Новгород	23.07.2017	12 ч	8100	2300	5800	-38	Ожидается
80	Печора	25.07.2017	12 ч	9900	3200	6700	-49	Ожидается
81	Сыктывкар	26.07.2017	12 ч	11400	3254	8146	-59	Ожидается
82	Печора	26.07.2017	12 ч	10000	3100	6900	-52	Ожидается
83	Печора	27.07.2017	12 ч	10700	3050	7650	-52	Ожидается
84	Каргополь	30.07.2017	12 ч	12400	3800	8600	-58	Ожидается
85	Архангельск	01.08.2017	12 ч	6200	2800	3400	-23	Ожидается
86	Вологда	06.08.2017	12 ч	6600	2600	4000	-27	Ожидается
87	Кандалакша	09.08.2017	12 ч	8700	2400	6300	-44	Ожидается
88	Печора	18.08.2017	12 ч	8000	2500	5500	-37	Ожидается
89	Печора	22.08.2017	12 ч	10400	3300	7100	-50	Ожидается
90	Вологда	24.08.2017	12 ч	8100	2800	5300	-36	Ожидается
91	Печора	26.08.2017	12 ч	5200	2400	2800	-16	Не ождается
92	Сыктывкар	27.08.2017	12 ч	6800	2300	4500	-31	Ожидается
93	Туапсе	16.06.2018	12 ч	8200	3700	4500	-28	Ожидается
94	Туапсе	17.06.2018	12 ч	7500	3700	3800	-24	Ожидается
95	Туапсе	18.06.2018	12 ч	11500	3600	7900	-56	Ожидается
96	Уфа	28.06.2018	12 ч	10100	3400	6700	-45	Ожидается
97	Пермь	02.07.2018	12 ч	11700	4000	7700	-57	Ожидается
98	Уфа	10.07.2018	12 ч	9200	3000	6200	-42	Ожидается
99	Пермь	14.07.2018	12 ч	11700	3700	8000	-57	Ожидается
100	Уфа	19.07.2018	12 ч	11300	3500	7800	-50	Ожидается
101	Печора	13.08.2018	12 ч	9100	3100	6000	-35	Ожидается
102	Уфа	14.08.2018	12 ч	8300	330	7970	-33	Ожидается
103	Сыктывкар	01.06.2019	12 ч	7400	2600	4800	-32	Ожидается
104	Воронеж	02.06.2019	12 ч	11100	3300	7800	-56	Ожидается
105	Киров	03.06.2019	12 ч	6800	2300	4500	-31	Ожидается
106	Каргополь	08.06.2019	12 ч	10900	3600	7300	-53	Ожидается
107	Вологда	08.06.2019	12 ч	7900	3700	4200	-28	Ожидается
108	Кандалакша	08.06.2019	12 ч	7600	3400	4200	-28	Ожидается
109	Мурманск	08.06.2019	12 ч	7900	3200	4700	-31	Ожидается
110	Каргополь	09.06.2019	12 ч	11300	3300	8000	-56	Ожидается
111	Бологое	09.06.2019	12 ч	11300	3500	7800	-56	Ожидается
112	Сыктывкар	09.06.2019	12 ч	9900	3500	6400	-43	Ожидается

113	Пермь	10.06.2019	12 ч	11100	3600	7500	-55	Ожидается
114	Нижний Новгород	10.06.2019	12 ч	11300	3500	7800	-59	Ожидается
115	Курск	18.06.2019	12 ч	11200	3900	7300	-51	Ожидается
116	Каргополь	18.06.2019	12 ч	9500	3000	6500	-47	Ожидается
117	Вологда	22.06.2019	12 ч	12600	3900	8700	-58	Ожидается
118	Каргополь	22.06.2019	12 ч	9300	3400	5900	-40	Ожидается
119	Смоленск	27.06.2019	12 ч	8300	3300	5000	-32	Ожидается
120	Пенза	28.06.2019	12 ч	7000	3300	3700	-22	Ожидается
121	Киров	28.06.2019	12 ч	9500	2800	6700	-44	Ожидается
122	Оренбург	13.07.2019	12 ч	12200	4200	8000	-52	Ожидается
123	Архангельск	15.07.2019	12 ч	6100	2100	4000	-26	Ожидается
124	Вологда	20.07.2019	12 ч	8200	2600	5600	-40	Ожидается
125	Сыктывкар	21.07.2019	12 ч	6500	2800	3700	-25	Ожидается
126	Киров	27.07.2019	12 ч	10200	3200	7000	-50	Ожидается
127	Оренбург	28.07.2019	12 ч	6900	3500	3400	-21	Ожидается
128	Мурманск	22.08.2019	12 ч	9300	2200	7100	-53	Ожидается
129	Оренбург	28.08.2019	12 ч	7100	2100	5000	-34	Ожидается
130	Архангельск	06.06.2020	12 ч	8500	2600	5900	-44	Ожидается
131	Сыктывкар	06.06.2020	12 ч	8500	3100	5400	-37	Ожидается
132	Архангельск	09.06.2020	12 ч	6600	3500	3100	-19	Ожидается
133	Петрозаводск	09.06.2020	12 ч	11000	3400	7600	-57	Ожидается
134	Бологое	10.06.2020	12 ч	11300	3500	7800	-54	Ожидается
135	Бологое	16.06.2020	12 ч	9800	3500	6300	-43	Ожидается
136	Архангельск	02.07.2020	12 ч	6300	2300	4000	-26	Ожидается
137	Вологда	21.07.2020	12 ч	6100	2971	3129	-17	Ожидается
138	Пенза	22.07.2020	12 ч	8800	3100	5700	-38	Ожидается
139	Нижний Новгород	22.07.2020	12 ч	10800	3100	7700	-55,3	Ожидается
140	Вологда	23.07.2020	12 ч	8700	2600	6100	-42	Ожидается
141	Бологое	29.07.2020	12 ч	7400	3500	3900	-24	Ожидается
142	Архангельск	24.08.2020	12 ч	3100	2400	700	-4	Не ождается
143	Сыктывкар	25.08.2020	12 ч	9000	2600	6400	-45	Ожидается
144	Санкт-Петербург	18.05.2021	12 ч	10700	3200	7500	-59	Ожидается

Таблица А.2 – Наличие кучево-дождевой облачности								
№	Станция	Дата	Срок	$H_B$	$H_0$	$\Delta h$	$T_B$	Прогноз
1	Петрозаводск	03.06.2015	12 ч	4400	2800	1600	-5	Не ожидается
2	Пенза	04.06.2015	12 ч	10200	3500	6700	-47	Ожидается
3	Нижний Новгород	05.06.2015	12 ч	4600	2000	2600	-19	Ожидается
4	Казань	06.06.2015	12 ч	7800	1900	5900	-42	Ожидается
5	Пенза	12.06.2015	12 ч	4700	2500	2200	-14	Не ожидается
6	Нижний Новгород	03.06.2016	12 ч	6000	220	5780	-25	Ожидается
7	Кандалакша	03.06.2016	12 ч	3700	1300	2400	-18	Не ожидается
8	Казань	04.06.2016	12 ч	4200	2500	1700	-11	Не ожидается
9	Пенза	05.06.2016	12 ч	6300	2900	3400	-23	Ожидается
10	Казань	05.06.2016	12 ч	3700	2700	1000	-6	Не ожидается
11	Пермь	05.06.2016	12 ч	2900	2500	400	-3	Не ожидается
12	Нижний Новгород	05.06.2016	12 ч	2500	1900	600	-5	Не ожидается
13	Каргополь	05.06.2016	12 ч	2600	1200	1400	-10	Не ожидается
14	Нижний Новгород	06.06.2016	12 ч	2500	2200	300	-3	Не ожидается
15	Пенза	06.06.2016	12 ч	6300	2500	3800	-23	Ожидается
16	Сыктывкар	06.06.2016	12 ч	3300	1400	1900	-14	Не ожидается
17	Нижний Новгород	07.06.2016	12 ч	6400	3200	3200	-34	Ожидается
18	Пенза	07.06.2016	12 ч	3000	1600	1400	-7	Не ожидается
19	Пермь	08.06.2016	12 ч	3900	2300	1600	-8	Не ожидается
20	Казань	09.06.2016	12 ч	3800	1900	1900	-11	Не ожидается
21	Сыктывкар	09.06.2016	12 ч	3300	1500	1800	-10	Не ожидается
22	Каргополь	10.06.2016	12 ч	2800	1300	1500	-11	Не ожидается
23	Казань	12.06.2016	12 ч	3800	2700	1100	-7	Не ожидается
24	Казань	13.06.2016	12 ч	3100	2300	800	-3	Не ожидается
25	Пенза	15.06.2016	12 ч	11500	3400	8100	-58	Ожидается
26	Нижний Новгород	17.06.2016	12 ч	12100	3500	8600	-63	Ожидается
27	Нижний Новгород	19.06.2016	12 ч	10700	4100	6600	-47	Ожидается
28	Казань	23.06.2016	12 ч	9600	3400	6200	-43	Ожидается
29	Казань	25.06.2016	12 ч	3500	2800	700	-5	Не ожидается
30	Нижний Новгород	01.07.2016	12 ч	4000	2900	1100	-4	Не ожидается
31	Казань	05.07.2016	12 ч	6400	3400	3000	-18	Ожидается
32	Печора	06.07.2016	12 ч	8000	3000	5000	-32	Ожидается
33	Сыктывкар	07.07.2016	12 ч	4700	2500	2200	-11	Не ожидается
34	Нижний Новгород	08.07.2016	12 ч	3000	2787	213	-1	Не ожидается
35	Пенза	10.07.2016	12 ч	4900	2800	2100	-12	Не ожидается
36	Казань	12.07.2016	12 ч	4800	2900	1900	-10	Не ожидается
37	Нижний Новгород	14.07.2016	12 ч	12000	4200	7800	-58	Ожидается
38	Каргополь	19.07.2016	12 ч	12500	3700	8800	-60	Ожидается

39	Пенза	22.07.2016	12 ч	8600	3500	5100	-34	Ожидается
40	Нижний Новгород	24.07.2016	12 ч	10600	3500	7100	-51	Ожидается
41	Нижний Новгород	25.07.2016	12 ч	10600	3300	7300	-51	Ожидается
42	Киров	28.07.2016	12 ч	7400	3500	3900	-23	Ожидается
43	Казань	31.07.2016	12 ч	8100	3900	4200	-27	Ожидается
44	Казань	01.08.2016	12 ч	10800	3900	6900	-51	Ожидается
45	Каргополь	01.08.2016	12 ч	10500	3400	7100	-52	Ожидается
46	Нижний Новгород	03.08.2016	12 ч	6200	3900	2300	-15	Не ожидается
47	Пенза	08.08.2016	12 ч	11400	3700	7700	-53	Ожидается
48	Пенза	09.08.2016	12 ч	7800	4100	3700	-23	Ожидается
49	Пенза	13.08.2016	12 ч	9300	4100	5200	-37	Ожидается
50	Казань	15.08.2016	12 ч	5100	4000	1100	-7	Не ожидается
51	Кандалакша	15.08.2016	12 ч	4900	2600	2300	-15	Не ожидается
52	Пенза	17.08.2016	12 ч	9100	3300	5800	-38	Ожидается
53	Киров	25.08.2016	12 ч	5600	3400	2200	-12	Не ожидается
54	Каргополь	26.08.2016	12 ч	6700	2100	4600	-29	Ожидается
55	Киров	28.08.2016	12 ч	5100	2300	2800	-17	Не ожидается
56	Пермь	29.08.2016	12 ч	3400	1400	2000	-12	Не ожидается
57	Киров	31.08.2016	12 ч	5400	2645	2755	-15	Не ожидается
58	Нижний Новгород	11.06.2017	12 ч	4600	2400	2200	-15	Не ожидается
59	Вологда	11.06.2017	12 ч	4400	2400	2000	-12	Не ожидается
60	Казань	14.06.2017	12 ч	7900	2200	5700	-40	Ожидается
61	Сыктывкар	15.06.2017	12 ч	7500	2200	5300	-38	Ожидается
62	Нижний Новгород	15.06.2017	12 ч	4100	2300	1800	-11	Не ожидается
63	Каргополь	18.06.2017	12 ч	9100	2700	6400	-48	Ожидается
64	Киров	27.06.2017	12 ч	8900	2900	6000	-40	Ожидается
65	Каргополь	07.07.2017	12 ч	4100	2200	1900	-9	Не ожидается
66	Пермь	13.07.2017	12 ч	6500	2900	3600	-24	Ожидается
67	Каргополь	22.07.2017	12 ч	9600	2400	7200	-51	Ожидается
68	Архангельск	22.07.2017	12 ч	4000	2500	1500	-7	Не ожидается
69	Каргополь	23.07.2017	12 ч	5700	2700	3000	-20	Ожидается
70	Пермь	25.07.2017	12 ч	6600	2600	4000	-28	Ожидается
71	Каргополь	25.07.2017	12 ч	9200	3000	6200	-42	Ожидается
72	Сыктывкар	06.08.2017	12 ч	7200	2700	4500	-29	Ожидается
73	Киров	09.08.2017	12 ч	7000	2600	4400	-30	Ожидается
74	Бологое	18.08.2017	12 ч	10600	3400	7200	-49	Ожидается
75	Нарьян-Мар	26.08.2017	12 ч	3800	2100	1700	-7	Не ожидается
76	Пермь	27.08.2017	12 ч	4400	2800	1600	-9	Не ожидается
77	Каргополь	16.06.2018	12 ч	4600	2900	1700	-9	Не ожидается
78	Вологда	17.06.2018	12 ч	3800	3000	800	-6	Не ожидается
79	Вологда	18.06.2018	12 ч	3700	3100	600	-4	Не ожидается



80	Бологое	18.06.2018	12 ч	4000	3300	700	-4	Не ожидается
81	Вологда	14.07.2018	12 ч	8700	3100	5600	-35	Ожидается
82	Каргополь	14.07.2018	12 ч	3600	3252	348	-2	Не ожидается
83	Каргополь	13.08.2018	12 ч	8400	2200	6200	-45	Ожидается
84	Архангельск	13.08.2018	12 ч	2600	1800	800	-3	Не ожидается
85	Вологда	14.08.2018	12 ч	3000	2400	600	-3	Не ожидается
86	Пермь	14.08.2018	12 ч	3900	2800	1100	-6	Не ожидается
87	Мурманск	01.06.2019	12 ч	4500	900	3600	-26	Ожидается
88	Каргополь	02.06.2019	12 ч	4100	2200	1900	-12	Не ожидается
89	Печора	04.06.2019	12 ч	2000	1000	1000	-7	Не ожидается
90	Бологое	08.06.2019	12 ч	11000	3600	7400	-54	Ожидается
91	Кандалакша	10.06.2019	12 ч	8500	2300	6200	-47	Ожидается
92	Печора	18.06.2019	12 ч	2100	900	1200	-8	Не ожидается
93	Вологда	18.06.2019	12 ч	3800	2900	900	-5	Не ожидается
94	Нижний Новгород	22.06.2019	12 ч	7100	3600	3500	-22	Ожидается
95	Сыктывкар	27.06.2019	12 ч	4900	2100	2800	-17	Не ожидается
96	Кандалакша	27.06.2019	12 ч	3600	1700	1900	-10	Не ожидается
97	Кандалакша	13.07.2019	12 ч	2500	1500	1000	-5	Не ожидается
98	Архангельск	15.07.2019	12 ч	6100	2100	4000	-26	Ожидается
99	Вологда	15.07.2019	12 ч	3400	2400	1000	-7	Не ожидается
100	Бологое	20.07.2019	12 ч	8100	2900	5200	-37	Ожидается
101	Сыктывкар	20.07.2019	12 ч	7900	3400	4500	-31	Ожидается
102	Печора	21.07.2019	12 ч	10100	3100	7000	-47	Ожидается
103	Киров	21.07.2019	12 ч	9000	2800	6200	-45	Ожидается
104	Печора	27.07.2019	12 ч	2100	1800	300	-2	Не ожидается
105	Вологда	27.07.2019	12 ч	4700	3600	1100	-4	Не ожидается
106	Киров	28.07.2019	12 ч	2900	2100	800	-4	Не ожидается
107	Пермь	22.08.2019	12 ч	5400	4000	1400	-8	Не ожидается
108	Каргополь	22.08.2019	12 ч	5300	2500	2800	-18	Ожидается
109	Кандалакша	22.08.2019	12 ч	8700	2200	6500	-48	Ожидается
110	Уфа	28.08.2019	12 ч	3200	2000	1200	-7	Не ожидается
111	Мурманск	06.06.2020	12 ч	6600	2400	4200	-30	Ожидается
112	Мурманск	10.06.2020	12 ч	2100	1300	800	-6	Не ожидается
113	Мурманск	18.06.2020	12 ч	5000	2700	2300	-16	Не ожидается
114	Мурманск	26.06.2020	12 ч	4300	1800	2500	-16	Не ожидается
115	Кандалакша	28.06.2020	12 ч	2200	1400	800	-4,5	Не ожидается
116	Кандалакша	29.06.2020	12 ч	3900	2300	1600	-10	Не ожидается
117	Кандалакша	01.06.2020	12 ч	2600	2100	500	-2	Не ожидается
118	Нижний Новгород	03.07.2020	12 ч	11800	3500	8300	-59	Ожидается
119	Кандалакша	04.06.2020	12 ч	3900	1800	2100	-12	Не ожидается
120	Санкт-Петербург	05.07.2020	12 ч	9600	2800	6800	-48	Ожидается

121	Архангельск	06.07.2020	12 ч	5600	3300	2300	-12	Не ожидается
122	Кандалакша	08.07.2020	12 ч	5300	2400	1700	-17	Не ожидается
123	Мурманск	10.07.2020	12 ч	2700	2200	700	-4	Не ожидается
124	Мурманск	11.07.2020	12 ч	4300	1700	1726	-15	Не ожидается
125	Кандалакша	17.07.2020	12 ч	4400	2700	1414	-10	Не ожидается
126	Мурманск	28.07.2020	12 ч	3800	2900	1100	-6	Не ожидается
127	Мурманск	01.08.2020	12 ч	3000	1493	1507	-8	Не ожидается
128	Архангельск	01.08.2020	12 ч	2300	1800	500	-3	Не ожидается
129	Мурманск	05.08.2020	12 ч	8200	2600	5600	-39	Ожидается
130	Архангельск	05.08.2020	12 ч	4600	3100	1500	-6	Не ожидается
131	Кандалакша	13.08.2020	12 ч	2100	1475	625	-2	Не ожидается
132	Кандалакша	28.08.2020	12 ч	2400	1500	900	-15	Не ожидается

## Приложение Б

Б.1 – Дополнительные данные для анализа (грозы)					
№	Станция	Дата	$\Sigma D$	Метод Вайтинга	Метод Фауста
1	Нижний Новгород	04.06.2015	32	Изолированные грозы	Без гроз
2	Киров	06.06.2015	17,8	Изолированные грозы	Без гроз
3	Сыктывкар	10.06.2015	19,5	Без гроз	Без гроз
4	Пенза	22.06.2015	18,6	Рассеянные грозы	Гроза
5	Оренбург	28.06.2015	23	Многочисленные грозы	Гроза
6	Нижний Новгород	22.06.2016	12,6	Изолированные грозы	Без гроз
7	Петрозаводск	01.07.2016	18,9	Несколько гроз	Без гроз
8	Курск	03.07.2016	18,9	Несколько гроз	Гроза
9	Киров	03.07.2016	28	Изолированные грозы	Без гроз
10	Кандалакша	08.07.2016	10,3	Несколько гроз	Без гроз
11	Киров	11.07.2016	4,6	Рассеянные грозы	Гроза
12	Воронеж	13.08.2016	6,4	Несколько гроз	Без гроз
13	Волгоград	18.06.2017	36	Изолированные грозы	Без гроз
14	Нарьян-Мар	13.07.2017	29	Изолированные грозы	Без гроз
15	Печора	26.08.2017	16,7	Без гроз	Без гроз
16	Архангельск	24.08.2020	5,4	Несколько гроз	Без гроз

Б.2 – Дополнительные данные для анализа (кучево-дождевая облачность)					
№	Станция	Дата	$\Sigma D$	Метод Вайтинга	Метод Фауста
1	Пенза	04.06.2015	27	Несколько гроз	Без гроз
2	Нижний Новгород	05.06.2015	30,8	Изолированные грозы	Без гроз
3	Казань	06.06.2015	16,4	Рассеянные грозы	Гроза
4	Нижний Новгород	03.06.2016	24,1	Несколько гроз	Без гроз
5	Пенза	05.06.2016	18,8	Изолированные грозы	Без гроз
6	Пенза	06.06.2016	11,7	Несколько гроз	Без гроз
7	Нижний Новгород	07.06.2016	26,6	Изолированные грозы	Без гроз
8	Пенза	15.06.2016	20	Несколько гроз	Без гроз
9	Нижний Новгород	17.06.2016	18,6	Несколько гроз	Гроза

10	Нижний Новгород	19.06.2016	21	Рассеянные грозы	Без гроз
11	Казань	23.06.2016	22	Изолированные грозы	Без гроз
12	Казань	05.07.2016	16,2	Несколько гроз	Без гроз
13	Печора	06.07.2016	20,1	Рассеянные грозы	Гроза
14	Нижний Новгород	14.07.2016	42,8	Без гроз	Без гроз
15	Каргополь	19.07.2016	11	Несколько гроз	Без гроз
16	Пенза	22.07.2016	12,6	Несколько гроз	Без гроз
17	Нижний Новгород	24.07.2016	32	Несколько гроз	Без гроз
18	Нижний Новгород	25.07.2016	21	Несколько гроз	Без гроз
19	Киров	28.07.2016	25	Изолированные грозы	Без гроз
20	Казань	31.07.2016	36	Несколько гроз	Без гроз
21	Казань	01.08.2016	30	Изолированные грозы	Гроза
22	Каргополь	01.08.2016	34	Без гроз	Без гроз
23	Пенза	08.08.2016	20,5	Несколько гроз	Гроза
24	Пенза	09.08.2016	44,6	Без гроз	Без гроз
25	Пенза	13.08.2016	32	Несколько гроз	Гроза
26	Пенза	17.08.2016	37	Несколько гроз	Без гроз
27	Каргополь	26.08.2016	25,8	Без гроз	Без гроз
28	Казань	14.06.2017	24	Изолированные грозы	Без гроз
29	Сыктывкар	15.06.2017	9	Несколько гроз	Без гроз
30	Каргополь	18.06.2017	23	Несколько гроз	Гроза
31	Киров	27.06.2017	27	Без гроз	Без гроз
32	Пермь	13.07.2017	31	Изолированные грозы	Без гроз
33	Каргополь	22.07.2017	14,1	Несколько гроз	Без гроз
34	Каргополь	23.07.2017	10,6	Несколько гроз	Без гроз
35	Пермь	25.07.2017	10,9	Несколько гроз	Без гроз
36	Каргополь	25.07.2017	14	Несколько гроз	Без гроз
37	Сыктывкар	06.08.2017	18,4	Несколько гроз	Без гроз
38	Киров	09.08.2017	24	Изолированные грозы	Без гроз
39	Бологое	18.08.2017	38,9	Несколько гроз	Без гроз
40	Вологда	14.07.2018	12	Несколько гроз	Без гроз
41	Каргополь	13.08.2018	18	Изолированные грозы	Без гроз
42	Мурманск	01.06.2019	18,2	Без гроз	Без гроз
43	Бологое	08.06.2019	49	Без гроз	Без гроз
44	Кандалакша	10.06.2019	26	Изолированные грозы	Без гроз
45	Нижний Новгород	22.06.2019	23	Несколько гроз	Без гроз

46	Архангельск	15.07.2019	23,2	Изолированные грозы	Без гроз
47	Бологое	20.07.2019	11,6	Рассеянные грозы	Без гроз
48	Сыктывкар	20.07.2019	29	Изолированные грозы	Без гроз
49	Печора	21.07.2019	25,5	Несколько гроз	Без гроз
50	Киров	21.07.2019	12,9	Несколько гроз	Без гроз
51	Каргополь	22.08.2019	13,2	Рассеянные грозы	Без гроз
52	Кандалакша	22.08.2019	14,5	Несколько гроз	Без гроз
53	Мурманск	06.06.2020	31	Изолированные грозы	Без гроз
54	Нижний Новгород	03.07.2020	28	Несколько гроз	Без гроз
55	Санкт-Петербург	05.07.2020	15,2	Несколько гроз	Без гроз
56	Мурманск	05.08.2020	33	Без гроз	Без гроз

## Приложение В

Таблица В.1 – Наличие гроз в Северо-Западном федеральном округе								
№	Станция	Дата	Срок	$H_B$	$H_0$	$\Delta h$	$T_B$	Прогноз
1	Сыктывкар	08.06.2015	12 ч	7400	1600	5800	-42	Ожидается
2	Сыктывкар	10.06.2015	12 ч	2600	1400	1200	-9	Не ожидается
3	Кандалакша	13.06.2015	12 ч	4600	1500	3100	-22	Ожидается
4	Вологда	21.06.2015	12 ч	11400	3900	7500	-54	Ожидается
5	Вологда	23.06.2015	12 ч	9700	3200	6500	-46	Ожидается
6	Каргополь	24.07.2015	12 ч	7400	2800	4600	-32	Ожидается
7	Вологда	31.07.2015	12 ч	8800	2300	6500	-47	Ожидается
8	Печора	02.08.2015	12 ч	5500	2571	2929	-18	Ожидается
9	Печора	09.06.2016	12 ч	7000	1700	5300	-35	Ожидается
10	Каргополь	17.06.2016	12 ч	6900	3086	3814	-23	Ожидается
11	Кандалакша	25.06.2016	12 ч	8000	2300	5700	-39	Ожидается
12	Сыктывкар	25.06.2016	12 ч	6000	2300	3700	-23	Ожидается
13	Петрозаводск	01.07.2016	12 ч	4100	3300	800	-6	Не ожидается
14	Сыктывкар	03.07.2016	12 ч	11100	3500	7600	-54	Ожидается
15	Сыктывкар	04.07.2016	12 ч	10600	3200	7400	-52	Ожидается
16	Кандалакша	05.07.2016	12 ч	12100	3400	8700	-53	Ожидается
17	Кандалакша	08.07.2016	12 ч	3700	2300	1400	-7	Не ожидается
18	Вологда	11.07.2016	12 ч	8300	3200	5100	-41	Ожидается
19	Печора	12.07.2016	12 ч	10100	2900	7200	-51	Ожидается
20	Сыктывкар	14.07.2016	12 ч	10000	2700	7300	-48	Ожидается
21	Сыктывкар	22.06.2017	12 ч	6400	1900	4500	-34	Ожидается
22	Нарьян-Мар	13.07.2017	12 ч	5300	3100	2200	-13	Не ожидается
23	Нарьян-Мар	23.07.2017	12 ч	11300	3200	8100	-58	Ожидается
24	Печора	25.07.2017	12 ч	9900	3200	6700	-49	Ожидается
25	Сыктывкар	26.07.2017	12 ч	11400	3254	8146	-59	Ожидается
26	Печора	26.07.2017	12 ч	10000	3100	6900	-52	Ожидается
27	Печора	27.07.2017	12 ч	10700	3050	7650	-52	Ожидается
28	Каргополь	30.07.2017	12 ч	12400	3800	8600	-58	Ожидается
29	Архангельск	01.08.2017	12 ч	6200	2800	3400	-23	Ожидается
30	Вологда	06.08.2017	12 ч	6600	2600	4000	-27	Ожидается
31	Кандалакша	09.08.2017	12 ч	8700	2400	6300	-44	Ожидается
32	Печора	18.08.2017	12 ч	8000	2500	5500	-37	Ожидается
33	Печора	22.08.2017	12 ч	10400	3300	7100	-50	Ожидается
34	Вологда	24.08.2017	12 ч	8100	2800	5300	-36	Ожидается
35	Печора	26.08.2017	12 ч	5200	2400	2800	-16	Не ожидается
36	Сыктывкар	27.08.2017	12 ч	6800	2300	4500	-31	Ожидается

37	Печора	13.08.2018	12 ч	9100	3100	6000	-35	Ожидается
38	Сыктывкар	01.06.2019	12 ч	7400	2600	4800	-32	Ожидается
39	Каргополь	08.06.2019	12 ч	10900	3600	7300	-53	Ожидается
40	Вологда	08.06.2019	12 ч	7900	3700	4200	-28	Ожидается
41	Кандалакша	08.06.2019	12 ч	7600	3400	4200	-28	Ожидается
42	Мурманск	08.06.2019	12 ч	7900	3200	4700	-31	Ожидается
43	Каргополь	09.06.2019	12 ч	11300	3300	8000	-56	Ожидается
44	Сыктывкар	09.06.2019	12 ч	9900	3500	6400	-43	Ожидается
45	Каргополь	18.06.2019	12 ч	9500	3000	6500	-47	Ожидается
46	Вологда	22.06.2019	12 ч	12600	3900	8700	-58	Ожидается
47	Каргополь	22.06.2019	12 ч	9300	3400	5900	-40	Ожидается
48	Архангельск	15.07.2019	12 ч	6100	2100	4000	-26	Ожидается
49	Вологда	20.07.2019	12 ч	8200	2600	5600	-40	Ожидается
50	Сыктывкар	21.07.2019	12 ч	6500	2800	3700	-25	Ожидается
51	Мурманск	22.08.2019	12 ч	9300	2200	7100	-53	Ожидается
52	Архангельск	06.06.2020	12 ч	8500	2600	5900	-44	Ожидается
53	Сыктывкар	06.06.2020	12 ч	8500	3100	5400	-37	Ожидается
54	Архангельск	09.06.2020	12 ч	6600	3500	3100	-19	Ожидается
55	Петрозаводск	09.06.2020	12 ч	11000	3400	7600	-57	Ожидается
56	Архангельск	02.07.2020	12 ч	6300	2300	4000	-26	Ожидается
57	Вологда	21.07.2020	12 ч	6100	2971	3129	-17	Ожидается
58	Вологда	23.07.2020	12 ч	8700	2600	6100	-42	Ожидается
59	Архангельск	24.08.2020	12 ч	3100	2400	700	-4	Не ожидается
60	Сыктывкар	25.08.2020	12 ч	9000	2600	6400	-45	Ожидается
61	Санкт-Петербург	18.05.2021	12 ч	10700	3200	7500	-59	Ожидается

Таблица В.2 – Наличие кучево-дождевой облачности в Северо-Западном федеральном округе

№	Станция	Дата	Срок	$H_B$	$H_0$	$\Delta h$	$T_B$	Прогноз
1	Петрозаводск	03.06.2015	12 ч	4400	2800	1600	-5	Не ожидается
2	Кандалакша	03.06.2016	12 ч	3700	1300	2400	-18	Не ожидается
3	Каргополь	05.06.2016	12 ч	2600	1200	1400	-10	Не ожидается
4	Сыктывкар	06.06.2016	12 ч	3300	1400	1900	-14	Не ожидается
5	Сыктывкар	09.06.2016	12 ч	3300	1500	1800	-10	Не ожидается
6	Каргополь	10.06.2016	12 ч	2800	1300	1500	-11	Не ожидается
7	Печора	06.07.2016	12 ч	8000	3000	5000	-32	Ожидается
8	Сыктывкар	07.07.2016	12 ч	4700	2500	2200	-11	Не ожидается
9	Каргополь	19.07.2016	12 ч	12500	3700	8800	-60	Ожидается
10	Каргополь	01.08.2016	12 ч	10500	3400	7100	-52	Ожидается
11	Кандалакша	15.08.2016	12 ч	4900	2600	2300	-15	Не ожидается
12	Каргополь	26.08.2016	12 ч	6700	2100	4600	-29	Ожидается

13	Вологда	11.06.2017	12 ч	4400	2400	2000	-12	Не ожидается
14	Сыктывкар	15.06.2017	12 ч	7500	2200	5300	-38	Ожидается
15	Каргополь	18.06.2017	12 ч	9100	2700	6400	-48	Ожидается
16	Каргополь	07.07.2017	12 ч	4100	2200	1900	-9	Не ожидается
17	Каргополь	22.07.2017	12 ч	9600	2400	7200	-51	Ожидается
18	Архангельск	22.07.2017	12 ч	4000	2500	1500	-7	Не ожидается
19	Каргополь	23.07.2017	12 ч	5700	2700	3000	-20	Ожидается
20	Каргополь	25.07.2017	12 ч	9200	3000	6200	-42	Ожидается
21	Сыктывкар	06.08.2017	12 ч	7200	2700	4500	-29	Ожидается
22	Нарьян-Мар	26.08.2017	12 ч	3800	2100	1700	-7	Не ожидается
23	Каргополь	16.06.2018	12 ч	4600	2900	1700	-9	Не ожидается
24	Вологда	17.06.2018	12 ч	3800	3000	800	-6	Не ожидается
25	Вологда	18.06.2018	12 ч	3700	3100	600	-4	Не ожидается
26	Вологда	14.07.2018	12 ч	8700	3100	5600	-35	Ожидается
27	Каргополь	14.07.2018	12 ч	3600	3252	348	-2	Не ожидается
28	Каргополь	13.08.2018	12 ч	8400	2200	6200	-45	Ожидается
29	Архангельск	13.08.2018	12 ч	2600	1800	800	-3	Не ожидается
30	Вологда	14.08.2018	12 ч	3000	2400	600	-3	Не ожидается
31	Мурманск	01.06.2019	12 ч	4500	900	3600	-26	Ожидается
32	Каргополь	02.06.2019	12 ч	4100	2200	1900	-12	Не ожидается
33	Печора	04.06.2019	12 ч	2000	1000	1000	-7	Не ожидается
34	Кандалакша	10.06.2019	12 ч	8500	2300	6200	-47	Ожидается
35	Печора	18.06.2019	12 ч	2100	900	1200	-8	Не ожидается
36	Вологда	18.06.2019	12 ч	3800	2900	900	-5	Не ожидается
37	Сыктывкар	27.06.2019	12 ч	4900	2100	2800	-17	Не ожидается
38	Кандалакша	27.06.2019	12 ч	3600	1700	1900	-10	Не ожидается
39	Кандалакша	13.07.2019	12 ч	2500	1500	1000	-5	Не ожидается
40	Архангельск	15.07.2019	12 ч	6100	2100	4000	-26	Ожидается
41	Вологда	15.07.2019	12 ч	3400	2400	1000	-7	Не ожидается
42	Сыктывкар	20.07.2019	12 ч	7900	3400	4500	-31	Ожидается
43	Печора	21.07.2019	12 ч	10100	3100	7000	-47	Ожидается
44	Печора	27.07.2019	12 ч	2100	1800	300	-2	Не ожидается
45	Вологда	27.07.2019	12 ч	4700	3600	1100	-4	Не ожидается
46	Каргополь	22.08.2019	12 ч	5300	2500	2800	-18	Ожидается
47	Кандалакша	22.08.2019	12 ч	8700	2200	6500	-48	Ожидается
48	Мурманск	06.06.2020	12 ч	6600	2400	4200	-30	Ожидается
49	Мурманск	10.06.2020	12 ч	2100	1300	800	-6	Не ожидается
50	Мурманск	18.06.2020	12 ч	5000	2700	2300	-16	Не ожидается
51	Мурманск	26.06.2020	12 ч	4300	1800	2500	-16	Не ожидается
52	Кандалакша	28.06.2020	12 ч	2200	1400	800	-4,5	Не ожидается
53	Кандалакша	29.06.2020	12 ч	3900	2300	1600	-10	Не ожидается



54	Кандалакша	01.06.2020	12 ч	2600	2100	500	-2	Не ожидается
55	Кандалакша	04.06.2020	12 ч	3900	1800	2100	-12	Не ожидается
56	Санкт-Петербург	05.06.2020	12 ч	9600	2800	6800	-48	Ожидается
57	Архангельск	06.07.2020	12 ч	5600	3300	2300	-12	Не ожидается
58	Кандалакша	08.07.2020	12 ч	5300	2400	2900	-17	Не ожидается
59	Мурманск	10.07.2020	12 ч	2700	2200	500	-4	Не ожидается
60	Мурманск	11.07.2020	12 ч	4300	1700	2600	-15	Не ожидается
61	Кандалакша	17.07.2020	12 ч	4400	2700	4400	-10	Не ожидается
62	Мурманск	28.07.2020	12 ч	3800	2900	1600	-6	Не ожидается
63	Мурманск	01.08.2020	12 ч	3000	1493	1507	-8	Не ожидается
64	Архангельск	01.08.2020	12 ч	2300	1800	500	-3	Не ожидается
65	Мурманск	05.08.2020	12 ч	8200	2600	5600	-39	Ожидается
66	Архангельск	05.08.2020	12 ч	4600	3100	1500	-6	Не ожидается
67	Кандалакша	13.08.2020	12 ч	2100	1475	625	-2	Не ожидается
68	Кандалакша	28.08.2020	12 ч	2400	1500	900	-15	Не ожидается

## Приложение Г

Таблица Г.1 – Наличие гроз в Приволжском федеральном округе								
№	Станция	Дата	Срок	$N_B$	$N_0$	$\Delta h$	$T_B$	Прогноз
1	Пермь	01.06.2015	12 ч	11100	3600	7500	-54	Ожидается
2	Пермь	02.06.2015	12 ч	10400	3700	6700	-50	Ожидается
3	Уфа	03.06.2015	12 ч	10900	3066	7834	-52	Ожидается
4	Нижний Новгород	04.06.2015	12 ч	6400	3500	2900	-16	Не ожидается
5	Пермь	04.06.2015	12 ч	10300	3300	7000	-48	Ожидается
6	Киров	06.06.2015	12 ч	4000	1900	2100	-14	Не ожидается
7	Ростов-на-Дону	12.06.2015	12 ч	6700	3300	3400	-22	Ожидается
8	Пенза	22.06.2015	12 ч	6400	4100	2300	-15	Не ожидается
9	Воронеж	22.06.2015	12 ч	11000	3600	7400	-50	Ожидается
10	Оренбург	22.06.2015	12 ч	10600	4100	6500	-47	Ожидается
11	Ростов-на-Дону	23.06.2015	12 ч	12200	3300	8900	-51	Ожидается
12	Пенза	24.06.2015	12 ч	8100	3800	4300	-28	Ожидается
13	Оренбург	25.06.2015	12 ч	7800	4000	3800	-24	Ожидается
14	Оренбург	28.06.2015	12 ч	5800	4000	1800	-12	Не ожидается
15	Нижний Новгород	05.07.2015	12 ч	6300	3200	3100	-19	Ожидается
16	Пермь	07.06.2016	12 ч	3900	2700	1200	-5	Не ожидается
17	Киров	08.06.2016	12 ч	5100	1500	3600	-25	Ожидается
18	Нижний Новгород	11.06.2016	12 ч	7300	2500	4800	-32	Ожидается
19	Казань	20.06.2016	12 ч	8700	4000	4700	-31	Ожидается
20	Уфа	21.06.2016	12 ч	12100	3600	8500	-64	Ожидается
21	Нижний Новгород	22.06.2016	12 ч	4400	3300	1100	-2	Не ожидается
22	Киров	03.07.2016	12 ч	5600	3400	2200	-14	Не ожидается
23	Киров	11.07.2016	12 ч	4000	2600	1400	-8	Не ожидается
24	Уфа	12.07.2016	12 ч	7700	3000	4700	-32	Ожидается
25	Пенза	23.07.2016	12 ч	6800	3500	3300	-25	Ожидается
26	Пермь	23.07.2016	12 ч	10600	3600	7000	-50	Ожидается
27	Уфа	27.07.2016	12 ч	11000	3400	7600	-55	Ожидается
28	Нижний Новгород	27.07.2016	12 ч	10400	3500	6900	-48	Ожидается
29	Киров	03.08.2016	12 ч	7000	3800	3200	-20	Ожидается
30	Киров	08.08.2016	12 ч	7600	4000	3600	-21	Ожидается
31	Пермь	09.08.2016	12 ч	11200	3800	7400	-51	Ожидается
32	Уфа	23.08.2016	12 ч	10700	3800	6900	-52	Ожидается
33	Пермь	23.08.2016	12 ч	11200	3900	7300	-53	Ожидается
34	Киров	24.08.2016	12 ч	8500	3700	4800	-30	Ожидается
35	Уфа	24.08.2016	12 ч	9600	3700	5900	-44	Ожидается
36	Киров	24.08.2016	12 ч	8500	3700	4800	-30	Ожидается

37	Оренбург	25.08.2016	12 ч	9900	3800	6100	-49	Ожидается
38	Уфа	25.08.2016	12 ч	12700	3800	8900	-58	Ожидается
39	Пермь	11.06.2017	12 ч	7800	2500	5300	-37	Ожидается
40	Киров	14.06.2017	12 ч	8600	2300	6300	-45	Ожидается
41	Пенза	07.07.2017	12 ч	6200	2000	4200	-25	Ожидается
42	Оренбург	18.07.2017	12 ч	10800	3600	7200	-52	Ожидается
43	Нижний Новгород	23.07.2017	12 ч	8100	2300	5800	-38	Ожидается
44	Уфа	28.06.2018	12 ч	10100	3400	6700	-45	Ожидается
45	Пермь	02.07.2018	12 ч	11700	4000	7700	-57	Ожидается
46	Уфа	10.07.2018	12 ч	9200	3000	6200	-42	Ожидается
47	Пермь	14.07.2018	12 ч	11700	3700	8000	-57	Ожидается
48	Уфа	19.07.2018	12 ч	11300	3500	7800	-50	Ожидается
49	Уфа	14.08.2018	12 ч	8300	330	7970	-33	Ожидается
50	Киров	03.06.2019	12 ч	6800	2300	4500	-31	Ожидается
51	Пермь	10.06.2019	12 ч	11100	3600	7500	-55	Ожидается
52	Нижний Новгород	10.06.2019	12 ч	11300	3500	7800	-59	Ожидается
53	Пенза	28.06.2019	12 ч	7000	3300	3700	-22	Ожидается
54	Киров	28.06.2019	12 ч	9500	2800	6700	-44	Ожидается
55	Оренбург	13.07.2019	12 ч	12200	4200	8000	-52	Ожидается
56	Киров	27.07.2019	12 ч	10200	3200	7000	-50	Ожидается
57	Оренбург	28.07.2019	12 ч	6900	3500	3400	-21	Ожидается
58	Оренбург	28.08.2019	12 ч	7100	2100	5000	-34	Ожидается
59	Пенза	22.07.2020	12 ч	8800	3100	5700	-38	Ожидается
60	Нижний Новгород	22.07.2020	12 ч	10800	3100	7700	-55,3	Ожидается

Таблица Г.2 – Наличие кучево-дождевой облачности в Приволжском федеральном округе								
№	Станция	Дата	Срок	$H_b$	$H_0$	$\Delta h$	$T_b$	Прогноз
1	Пенза	04.06.2015	12 ч	10200	3500	6700	-47	Ожидается
2	Нижний Новгород	05.06.2015	12 ч	4600	2000	2600	-19	Ожидается
3	Казань	06.06.2015	12 ч	7800	1900	5900	-42	Ожидается
4	Пенза	12.06.2015	12 ч	4700	2500	2200	-14	Не ожидается
5	Нижний Новгород	03.06.2016	12 ч	6000	220	5780	-25	Ожидается
6	Казань	04.06.2016	12 ч	4200	2500	1700	-11	Не ожидается
7	Пенза	05.06.2016	12 ч	6300	2900	3400	-23	Ожидается
8	Казань	05.06.2016	12 ч	3700	2700	1000	-6	Не ожидается
9	Пермь	05.06.2016	12 ч	2900	2500	400	-3	Не ожидается
10	Нижний Новгород	05.06.2016	12 ч	2500	1900	600	-5	Не ожидается
11	Нижний Новгород	06.06.2016	12 ч	2500	2200	300	-3	Не ожидается
12	Пенза	06.06.2016	12 ч	6300	2500	3800	-23	Ожидается
13	Нижний Новгород	07.06.2016	12 ч	6400	3200	3200	-34	Ожидается

14	Пенза	07.06.2016	12 ч	3000	1600	1400	-7	Не ожидается
15	Пермь	08.06.2016	12 ч	3900	2300	1600	-8	Не ожидается
16	Казань	09.06.2016	12 ч	3800	1900	1900	-11	Не ожидается
17	Казань	12.06.2016	12 ч	3800	2700	1100	-7	Не ожидается
18	Казань	13.06.2016	12 ч	3100	2300	800	-3	Не ожидается
19	Пенза	15.06.2016	12 ч	11500	3400	8100	-58	Ожидается
20	Нижний Новгород	17.06.2016	12 ч	12100	3500	8600	-63	Ожидается
21	Нижний Новгород	19.06.2016	12 ч	10700	4100	6600	-47	Ожидается
22	Казань	23.06.2016	12 ч	9600	3400	6200	-43	Ожидается
23	Казань	25.06.2016	12 ч	3500	2800	700	-5	Не ожидается
24	Нижний Новгород	01.07.2016	12 ч	4000	2900	1100	-4	Не ожидается
25	Казань	05.07.2016	12 ч	6400	3400	3000	-18	Ожидается
26	Нижний Новгород	08.07.2016	12 ч	3000	2787	213	-1	Ожидается
27	Пенза	10.07.2016	12 ч	4900	2800	2100	-12	Не ожидается
28	Казань	12.07.2016	12 ч	4800	2900	1900	-10	Не ожидается
29	Нижний Новгород	14.07.2016	12 ч	12000	4200	7800	-58	Ожидается
30	Пенза	22.07.2016	12 ч	8600	3500	5100	-34	Ожидается
31	Нижний Новгород	24.07.2016	12 ч	10600	3500	7100	-51	Ожидается
32	Нижний Новгород	25.07.2016	12 ч	10600	3300	7300	-51	Ожидается
33	Киров	28.07.2016	12 ч	7400	3500	3900	-23	Ожидается
34	Казань	31.07.2016	12 ч	8100	3900	4200	-27	Ожидается
35	Казань	01.08.2016	12 ч	10800	3900	6900	-51	Ожидается
36	Нижний Новгород	03.08.2016	12 ч	6200	3900	2300	-15	Не ожидается
37	Пенза	08.08.2016	12 ч	11400	3700	7700	-53	Ожидается
38	Пенза	09.08.2016	12 ч	7800	4100	3700	-23	Ожидается
39	Пенза	13.08.2016	12 ч	9300	4100	5200	-37	Ожидается
40	Казань	15.08.2016	12 ч	5100	4000	1100	-7	Не ожидается
41	Пенза	17.08.2016	12 ч	9100	3300	5800	-38	Ожидается
42	Киров	25.08.2016	12 ч	5600	3400	2200	-12	Не ожидается
43	Киров	28.08.2016	12 ч	5100	2300	2800	-17	Не ожидается
44	Пермь	29.08.2016	12 ч	3400	1400	2000	-12	Не ожидается
45	Киров	31.08.2016	12 ч	5400	2645	2755	-15	Не ожидается
46	Нижний Новгород	11.06.2017	12 ч	4600	2400	2200	-15	Не ожидается
47	Казань	14.06.2017	12 ч	7900	2200	5700	-40	Ожидается
48	Нижний Новгород	15.06.2017	12 ч	4100	2300	1800	-11	Не ожидается
49	Киров	27.06.2017	12 ч	8900	2900	6000	-40	Ожидается
50	Пермь	13.07.2017	12 ч	6500	2900	3600	-24	Ожидается
51	Пермь	25.07.2017	12 ч	6600	2600	4000	-28	Ожидается
52	Киров	09.08.2017	12 ч	7000	2600	4400	-30	Ожидается
53	Пермь	27.08.2017	12 ч	4400	2800	1600	-9	Не ожидается
54	Пермь	14.08.2018	12 ч	3900	2800	1100	-6	Не ожидается

55	Нижний Новгород	22.06.2019	12 ч	7100	3600	3500	-22	Ожидается
56	Киров	21.07.2019	12 ч	9000	2800	6200	-45	Ожидается
57	Киров	28.07.2019	12 ч	2900	2100	800	-4	Не ожидается
58	Пермь	22.08.2019	12 ч	5400	4000	1400	-8	Не ожидается
59	Уфа	28.08.2019	12 ч	3200	2000	1200	-7	Не ожидается
60	Нижний Новгород	03.07.2020	12 ч	11800	3500	8300	-59	Ожидается