



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра метеорологии, экологии и природопользования

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)
по направлению подготовки 05.03.05 Прикладная гидрометеорология
(квалификация – бакалавр)

На тему Характеристика грозовой деятельности на территории Краснодарского края

Исполнитель Решетов Александр Валерьевич

Руководитель д.г.н., профессор Сергин Сергей Яковлевич

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

« 22 » Января 2021 г.

Туапсе

2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Грозовая деятельность. Основные условия образования.....	5
1.1 Основные условия образования гроз и града.....	5
1.2 Синоптические условия образования гроз.....	15
2 Орографические и климатические особенности Краснодарского края	20
2.1 Орографические условия Краснодарского края	20
2.2 Климатические особенности Краснодарского края	25
3 Анализ грозовой деятельности на территории Краснодарского края	32
3.1 Пространственно – временное распределение гроз	32
3.2 Условия формирования и выпадения града на территории края.....	45
Заключение	51
Список использованной литературы.....	53

Введение

Первые исследование грозовых явлений начали проводиться еще во времена великого русского ученого М. В. Ломоносова. Михаил Васильевич первым из ученых обратил внимание, на существование в атмосфере электрическое поле, которое при определенных условиях вызывает грозовые разряды. Ломоносов объяснил весь процесс происхождения молнии и построил схему ее образования, которая остается актуальной и в современное время.

Грозовая деятельность является одним из опаснейших для человека природных процессов. Грозы могут являться причиной пожаров, нередко приводящих к гибели людей. Прямое попадание разряда молнии в человека почти всегда заканчивается летальным исходом. Каждый год в мире от молнии погибает около 3000 человек. Только в Америке, этот показатель, составляет порядка 200-230 человек. По количеству зарегистрированных смертельных случаев, с грозами, могут сравниться только наводнения [8, с.25].

Гроза – атмосферное явление, которое сопровождается молнией и громом, нередко одновременно наблюдается шквалистый ветер, выпадают ливневые осадки, иногда отмечается смерч. Часто, грозы сопровождаются выпадением града.

Грозы относятся к опасным явлениям погоды, которые нередко повреждают линии электропередач и связи, крыши домов и автотранспорта. При сопровождении грозы выпадением града особенно большой урон грозы наносят сельскому хозяйству, нередко уничтожая целые поля урожая. Нередко грозы приводят к гибели людей и являются причинами пожаров.

По данным Всемирной метеорологической организации материальный ущерб, причиняемый грозами только за один год по всему земному шару, составляет более 100 млн. долларов.

Столь огромный ущерб от гроз обусловлен тем, что они могут наблюдаться практически на всех континентах в любое время года и суток. Одновременно на земном шаре может наблюдаться порядка 2000 гроз, что в

среднем составляет около 46 молний в секунду. При этом при исследовании гроз необходимо учитывать неравномерное распределение гроз по поверхности земли.

Актуальность исследования заключается в выявлении изучения пространственно-временного распределения грозовой деятельности на территории Краснодарского края, для снижения возможных отрицательных последствий.

Объектом исследования являются грозовые явления.

Предмет исследования – атмосферные процессы, влияющие на образование гроз.

Цель исследования – изучение условий образования гроз, рассмотрение особенностей пространственно-временного распределения гроз на территории Краснодарского края.

Для достижения данной цели в работе поставлены следующие задачи:

- рассмотреть условия образования и классификацию гроз;
- рассмотреть физико-географические и климатические условия Краснодарского края;
- провести анализ пространственно-временного распределения гроз на территории Краснодарского края.
- провести анализ повторяемости случаев выпадения града на территории края.

1 Грозовая деятельность. Основные условия образования

1.1 Основные условия образования гроз и града

Гроза - атмосферное явление, которое обусловлено активным облакообразованием и возникновением электрических разрядов – молний. Гроза сопровождается звуковыми раскатами в виде грома. Для грозы характерным является выпадение ливневых осадков из кучево-дождевых облаков.

Для активных грозовых процессов благоприятными условиями являются развитие мощных вертикальных конвективных движений влажного воздуха и определенные синоптические условия. Определенную роль играют физико-географические условия территории, особенно свойства подстилающей поверхности [14, с.265].

При активной термической конвекции в результате интенсивных восходящих потоков влажного воздуха, образуются кучево-дождевые облака, которые являются грозовыми. Второй причиной образования кучево-дождевой облачности является орографические, когда, при вынужденном подъеме воздуха вдоль горных склонов или вытеснения теплого воздуха вверх также наблюдается активный процесс облакообразования. Чаще всего, оба эти процесса возникают одновременно. Но, степень устойчивости воздушных масс при вертикальном развитии имеет решающее значение при развитии грозового облака. Восходящие движения воздуха особенно интенсивно развиваются при неустойчивом состоянии атмосферы, при чем, более интенсивному развитию грозовых облаков способствует высокая влажность поднимающегося воздуха [8, с.130].

Формирование и развитие кучево-дождевой облачности обуславливает развитие грозовых явлений. Кучево-дождевая облачность относится к конвективным облакам, которые возникают в результате быстрого нагревания влажного приземного воздуха. Летом над сушей воздух нагревается особенно быстро. Так как, при повышении температуры воздуха, его плотность

уменьшается, воздух становится значительно легче, он начинает подниматься вверх в виде конвективных ячеек и как следствие адиабатически охлаждаться.

При достижении температуры точки росы, поднимающийся воздух начинает интенсивно конденсироваться и выделять влагу, при этом образуется большое количество скрытой теплоты конденсации. Выделенное при этом тепло активизирует в атмосфере турбулентность и вертикальные токи, тем самым активизирует термическую неустойчивость атмосферы. Все эти процессы являются весьма благоприятными условиями для образования и развития грозных облаков.

Рассмотрим кучево-дождевые облака, которые состоят из одной или нескольких конвективных ячеек, обычно их количество не превышает 5-8 штук. Конвективные ячейки располагаются либо вдоль линии, образующей некоторый угол с направлением перемещения облака, либо беспорядочно и имеют горизонтальные размеры от 1–1,5 км до 8–10 км [14, с.267].

За период своей жизни грозное облако проходит несколько стадий развития, которые различаются фазовой структурой облака, интенсивностью конвекции, и его электрическим состоянием (рисунок 1.1).

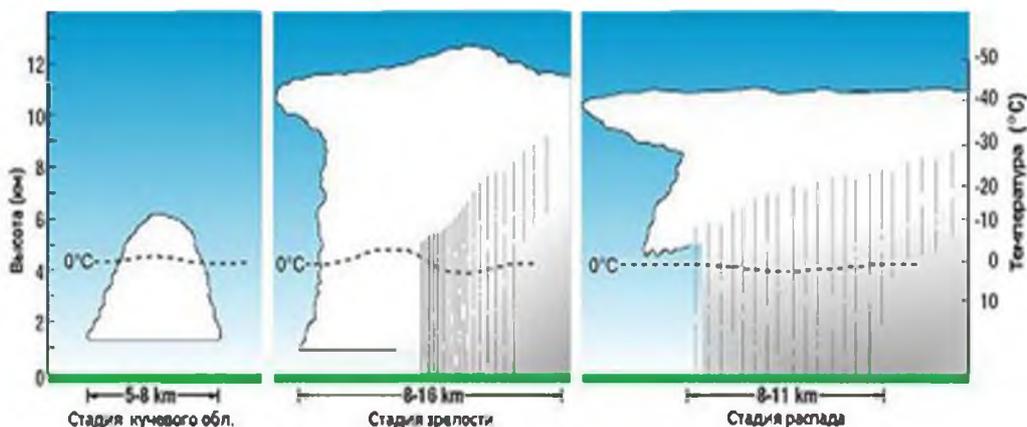


Рисунок 1.1 – Стадии развития кучево-дождевых облаков: а - роста, б- зрелости, в - разрушения [8, с.131]

Развитие конвективных облаков начинается с начальной стадии развития, которая характеризуется активным вертикальным ростом. Начальная стадия облака начинается с зарождения облака, которое в самом начале образуется как

просто кучевое. Затем оно начинает активно развиваться в вертикальном направлении и постепенно преобразуется в кучевое мощное.

Верхняя граница кучевого облака составляет от 3 до 5 км, нижняя граница такого облака находится в пределах 800-1500 м от поверхности земли.

В кучевом облаке скорость восходящих вертикальных токов может достигать 15-20 м/с, нисходящие токи очень слабые. Турбулентность в облаке небольшая, редко умеренная, электрический потенциал – низкий. На данной стадии образования кучевое облако практически не дает осадков и не проявляет грозовой деятельности [8, с.134].

Вторая стадия развития кучевого облака называется стадией зрелого облака. Стадия зрелого облака считается начавшейся с момента выпадения первых капель дождя, что является следствием образования ледяных кристаллов в облаке, и длится до начала стадии разрушения облака.

При второй стадии развития облака интенсивное его развитие обуславливает повышение верхней границы до 8-15 км и достигать тропопаузы, а нижняя граница может понижаться до 300-500 м. На вершине облака может образовываться своеобразная «наковальня» [11, с.356].

У поверхности земли при второй стадии развития облака наблюдаются интенсивные ливневые осадки, грозовые разряды, возможно выпадение града.

В самом облаке наблюдается сильная турбулентность и большие вертикальные токи. Скорости восходящих движений в облаке могут достигать 50 м/с, а нисходящие по краям облака – 30 м/с. По ходу движения облака, в его передней части ближе к земле образуется шквал в виде «крутящегося вала», реже смерч. Вторая стадия развития характеризуется наиболее интенсивным проявлением грозовых явлений.

Третья стадия разрушения или рассеяния. Это последняя стадия существования кучевого облака, характеризуется небольшими вертикальными токами, скорость не превышают 5 м/с, которые являются и восходящими, и нисходящими. Нисходящих движений воздуха наблюдается больше, что способствует окончательному затуханию грозовой деятельности. Ослабление

восходящих токов, обеспечивавших облаку новые запасы энергии, теперь не поставляют облаку достаточного количества тепла и влаги.

Как следствие происходит постепенное ослабление интенсивности осадков и их прекращение. При этом, как правило, кучевые мощные облака деформируются и преобразуются в небольшие по своей вертикальной мощности облака других форм и различных ярусов.

В зависимости от величины и мощности восходящих потоков формируются грозовые облака различных типов. Облака могут быть одноячейковыми и многоячейковыми и суперячейковыми [7, с.135].

В дни со слабым ветром образуются одноячейковые грозовые облака, которые развиваются при мало градиентном барическом поле. Грозы, которые образуются при одноячейковых грозовых облаках относятся к внутримассовым или локальным. Одноячейковые грозовые облака состоят из конвективной ячейки и характеризуются восходящими потоками в центральной их части, могут достигать грозовой интенсивности, сопровождаться выпадением града и быстро разрушаться с выпадением ливневых осадков.

Продолжительность жизни таких облаков чуть более 30 минут, иногда до 1 час. В вертикальном направлении облако достаточно вытянуто и может достигать высоты 8-12 км, горизонтальные размеры доходят до 5-20 км, что способствует большой площади распространения грозовых явлений. После окончания явления обычно устанавливается хорошая погода (рисунок 1.2).

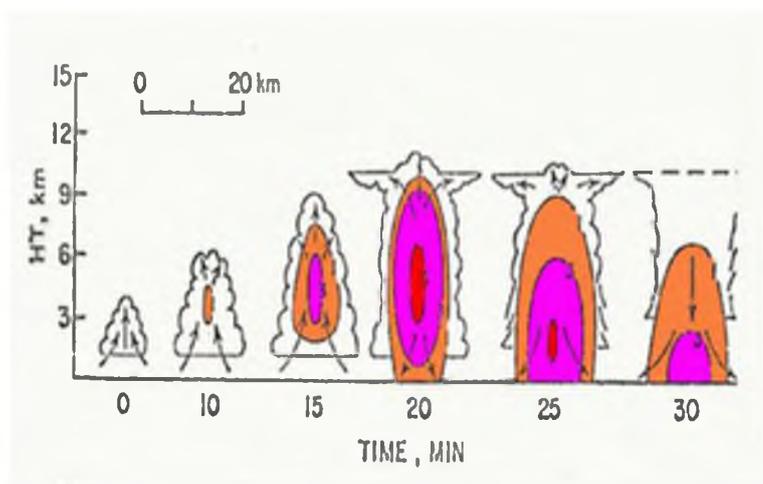


Рисунок 1.2– Цикл жизни одноячейкового облака [8, с.136]

Сама гроза начинается с образования кучевого облака хорошей погоды (*Cumulus humulus*). Возникшие кучевые облака при благоприятных условиях быстро растут в вертикальном и в горизонтальном направлениях, при этом быстро возрастает скорость восходящих потоков до 15-20 м/с, а сами восходящие потоки занимают практически весь объем облака.

Нисходящие потоки в таком облаке очень слабые. За счет смешения на границе и вершине облака внутрь облака активно затекает окружающий воздух, и облако переходит в стадию кучевого среднего облака (*Cumulus mediocris*). Если наблюдается активный процесс конденсации, при котором микроскопические водяные капли, содержащиеся в этом облаке, быстро коагулируют в более крупные, и мощными восходящими потоками уносятся вверх облака. Образуются *Cumulus mediocris*, из которых обычно не выпадают осадки. Такие облака обычно являются однородными водяными [8, с.137].

Благодаря тому, что в верхней части облака наблюдаются отрицательные температуры капли воды при попадании в эту зону постепенно начинают превращаться в кристаллы льда и облако переходит в стадию мощно-кучевого облака (*Cumulus congestus*). Облако является смешанным, состоящим из капель воды и кристаллов льда, что благоприятствует укрупнению облачных элементов и созданию необходимых условий для выпадения осадков [17, с.203].

Такие мощно-кучевые облака являются кучево-дождевыми (*Cumulonimbus*) или кучево-дождевыми лысыми (*Cumulonimbus calvus*). Характеризуются большими скоростями вертикальных потоков в облаке до 25 м/с и более, вертикальная граница такого облака достигает уровень вершины находится в пределах 7-8 км. При этом, Испаряющиеся выпадающие осадки охлаждают окружающий воздух, что приводит к дальнейшему усилению нисходящих потоков. При достижении стадии зрелости в облаке одновременно присутствуют и восходящие и нисходящие воздушные потоки. При наступлении стадии распада в облаке восходящие потоки затухают, преобладающими являются нисходящие, которые постепенно охватывают все облако [9, с.79].

Наиболее типичным грозовым облаком, характеризующиеся мезомасштабными возмущениями и имеющий масштаб распространения от 10 до 1000 км является многоячейковое кластерное облако [8, с.138].

Многоячейковый кластер представляет собой группы грозовых ячеек,двигающихся как единое целое, при этом каждая ячейка в кластере может находиться на разных стадиях развития грозового облака (рисунок 1.3).

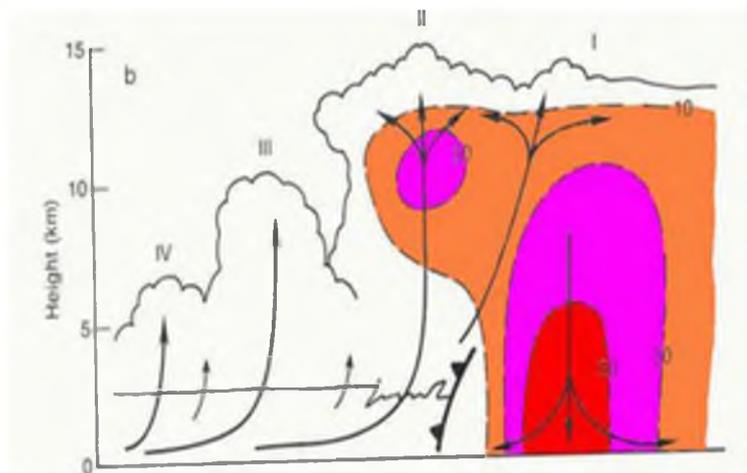


Рисунок 1.3 – Многоячейковое грозовое облако [8, с.138]

В центральной части кластера располагаются грозовые ячейки, находящиеся в стадии зрелости, с подветренной стороны кластера находятся распадающиеся ячейки. Поперечные размеры ячеек находятся в пределах от 20 до 40 км, вертикальные размеры нередко простираются до тропопаузы, вершины такого облака могут проникать в стратосферу.

Многоячейковые кластерные грозы могут сопровождаться ливневыми осадками и градом, при этом шквальные порывы ветра достаточно слабые. Многоячейковое кластерное облако может существовать в течение нескольких часов, при этом жизненный цикл каждой отдельной ячейки находится в зрелом состоянии не более 20 минут. Многоячейковые кластерные грозы обычно более интенсивные, чем одноячейковые, но слабее суперячейковых гроз [6, с.87].

Наиболее высокоорганизованное грозовое облако является суперячейковым. Суперячейковые облака возникают относительно редко, но именно этот тип облаков представляют наибольшую угрозу для здоровья и

жизни человека, а также приводит к максимальному ущербу различным отраслям экономики. Как и одноячейковое облако, суперячейковое облако имеет одну зону восходящего потока [8, с.143].

Разница в размерах ячейки - диаметр ячейки суперячейкового облака может превышать 50 км, достигая верхней границы 10-15 км, нередко верхняя граница проникает в стратосферу), вершина такого облака заканчивается полукруглой наковальней. В суперячейковом облаке скорость восходящих потоков значительно выше, чем в других типах грозовых облаков и может достигать 40 - 60 м/с (рисунок 1.4).

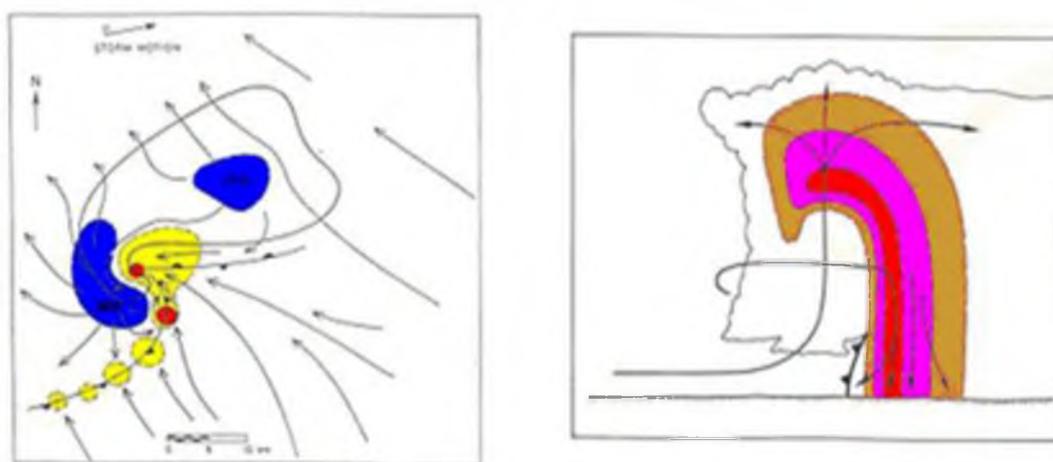


Рисунок 1.4 – Вертикальная и горизонтальная структура суперячейкового облака [8, с.144]

Суперячейковое облака характеризуется наличием вращения внутри облака, что является его главной отличительной особенностью от других облаков такого типа, отличающей его от грозовых облаков других типов. Вращающийся восходящий поток в облаке, в радарной терминологии называемым мезоциклоном, создает экстремальные по силе погодные условия, такие, как шквалистый ветер со скоростью до 40 м/с, огромного размера град (более 5 см в диаметре), реже мощные разрушительные смерчи.

Основным фактором в образовании суперячейкового облака являются сложившиеся окружающие условия. Главным фактором для образования суперячейкового облака является очень сильная конвективная неустойчивость

воздуха.

Благоприятными условиями являются - температура воздуха у земли +27...+30 и выше, ветер переменного направления, который вызывает вращающийся восходящий поток [15, с.35].

Но, для образования суперячейки главным условием является сдвиг ветра в средней тропосфере, благодаря которому, осадки, образующиеся в восходящем потоке, быстро переносятся сильным потоком в зону нисходящего потока по верхнему уровню облака. Благодаря этому, восходящие и нисходящие потоки оказываются разделенными в пространстве на определенные зоны, именно этот фактор способствует продолжительности существования суперячейкового облака в течение длительного периода времени. Со стороны передней части суперячейкового облака наблюдается слабый дождь, а к северо-востоку от зоны основного восходящего потока могут наблюдаться довольно интенсивные ливни, сопровождающиеся выпадением крупного града.

Нередко, грозы сопровождаются выпадением града. Град относится к твердым осадкам, выпадает преимущественно в теплое время года из мощных кучево-дождевых облаков, и представляет собой кусочки плотного льда различных размеров, иногда достигающих больших размеров [11, с.356].

Град, как правило, выпадает из кучево-дождевых облаков, имеющих смешанную структуру. В таких облаках облачные элементы могут иметь разное фазовое состояние. Причем, при температуре в облаке до -40 °С обычно наблюдается упругость пара, которая способствует быстрому насыщению над поверхностью воды.

При этих условиях создается быстрое пресыщение пара надо льдом, превышающее нормальное в несколько десятков процентов (так как при прочих равных условиях упругость пара надо льдом меньше, чем над водой). Поэтому ледяные частички растут, намного быстрее, чем капельки воды. Наиболее интенсивен рост происходит при температуре воздуха около -13°С, при которой наблюдается наибольшая разность упругостей пара надо льдом и водой.

Наблюдения в смешанных облаках показали, что быстрый рост ледяных частиц происходит, когда они оказываются в окружении переохлажденных капель.

В этом случае при уменьшении относительной влажности воздуха в облаке, происходящей в результате сублимации водяного пара на ледяных частицах, нарушаются условия фазового равновесия над каплями, и они начинают испаряться. При этом пополняется запас влаги в облаке, идущий на рост кристаллов. Таким образом, начинает действовать своеобразный процесс «перегонки» воды с переохлажденных капель на кристаллы. Он может продолжаться до тех пор, пока все капли в облаке не испарятся и не сублимируют на кристаллах, что позволяет кристаллам, вырасти до больших размеров (градин). Облако в таких случаях может полностью преобразоваться из смешанного в кристаллическое [8, с.146].

Помимо процесса сублимации в образовании градин принимает участие и процесс коагуляции. Обычно, при столкновении частиц льда с переохлажденными каплями воды на частице льда происходит намерзание капель воды, приводящее в дальнейшем к обзернению ледяного кристалла, либо, если процесс происходил более медленно, к образованию вокруг кристалла водяной пленки, которая вначале его обволакивает и лишь затем, намерзает (рисунок 1.5).

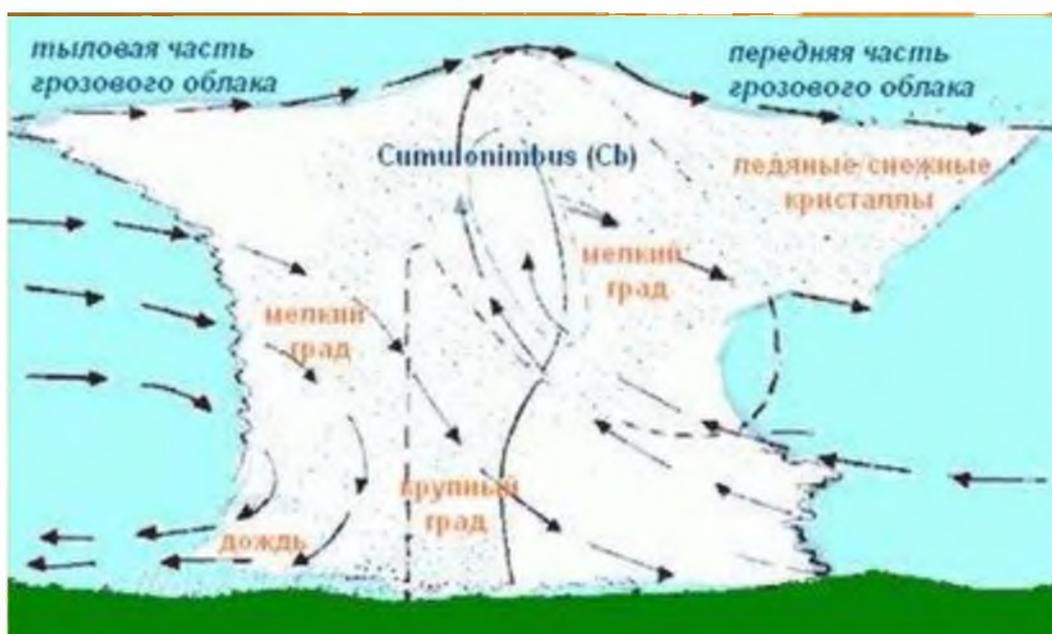


Рисунок 1.5 – Схема образования града в грозовом облаке [8, с.147]

При малой водности облака (или отдельной его части), когда преобладают мелкие капли, они, как правило, замерзают на кристаллическом зародыше почти мгновенно, образуя рыхлый слой мутного льда плотностью 0,6-0,7 г/см³ в виде крупы или мелкой градины. Этот процесс относится к сухому росту града [20, с.187].

Если облака обладают большей водностью и содержат крупные переохлажденные капли, которые при столкновении с частицей льда полностью растекаются по поверхности кристалла, при этом покрывая его водяной пленкой, то данный процесс относится к мокрому росту градин. При мокром росте града отмечается быстрое замерзание капель воды, которые и обуславливают образование градины в виде сплошного слоя прозрачного льда плотностью 0,9 г/см³.

В природе водность среды частей облака, в котором образуется град, достаточно различна, поэтому процессы образования мокрого и сухого и града происходят поочередно. Поэтому, выпадающий на землю град имеет слоистую структуру, при чем, в реальных условиях одного только сухого процесса роста града недостаточно, т.к., зародыши градин не могут вырасти до размеров крупного плотного града. Чаще всего выпавшие на землю градины образуются в результате мокрого роста.

Процессы, влияющие на рост града, происходят в определенной части облака, которая называется градовым очагом. Градовой очаг находится в облаке в зоне накапливания восходящих токов воздуха, обладающих достаточно большими скоростями скоростью - 30-40 м/с. Восходящие токи в первые полчаса способствуют образованию большого числа крупных капель воды, а затем только начинается формирование градин. Образование градин происходит очень быстро, например, для увеличения радиуса градин от 3,0мм до 30 мм требуется не более за 5 мин.

Всего на образование градин и их выпадение из облаков на землю затрачивается в среднем 15 мин, при этом, чем больше скорость восходящих потоков, тем интенсивнее растет облако и тем более крупные градины

образовываются [17, с.96].

Внешний вид, форма и структура градин определяются, с одной стороны, условиями их образования, с другой, - их трансформацией при падении в облаке и в подоблачном пространстве. Плотность градин обычно составляет 0,3-0,95 г/см³, а диаметр изменяется от нескольких миллиметров до нескольких см. Чаще всего встречаются градины диаметром 1-3 см.

Однако, при смерзании (коагуляции) градин, происходящем при их столкновении, могут образовываться и выпадать на землю сложные по форме и структуре градины, достигающие значительных размеров (иногда до 10 см весом до 500 и более грамм).

Интенсивность града может варьировать в значительных пределах от 0,1 до 30 мм/ч. При этом, средняя продолжительность его выпадения редко превышает 10-15 мин, а толщина слоя выпавшего града может превышать 10 см [19, с.74].

Нередко сформировавшийся в облаке град, при падении успевает полностью растаять и тогда на землю выпадает только ливневый дождь. Это происходит при определенных соотношениях размера выпадающих из облака градин и высоты уровня нулевой изотермы.

Например, если диаметр образовавшихся градин не более 1 см, а отрицательная температура в атмосфере начинается с высот выше, чем 3-4 км от земли, то вероятность, что они растают, не достигнув подстилающей поверхности, весьма велика. Если же нулевая изотерма располагается на высоте всего 1-1,5 км, то даже сравнительно небольшие градины радиусом 1 см и менее обычно выпадают на землю.

1.2 Синоптические условия образования гроз

Помимо, классификации гроз в соответствие с их характеристиками и условиями образования, грозы рассматриваются в зависимости от синоптических условий их образования.

В зависимости от синоптических условий грозы делятся на внутримассовые и фронтальные [4, с.235].

Благоприятным для образования внутримассовых гроз является неустойчивость воздушной массы вследствие термической конвекции или вынужденного подъема воздуха вдоль наветренных горных склонов, которое сочетается с динамической турбулентностью. Над сушей внутримассовые грозы образуются в теплое время года, преимущественно во второй половине дня.

В основном внутримассовые грозы возникают в тыловой части циклона при наличии ветров северного и северо-западного направлений, а также могут образовываться в заполняющихся циклонах.

Внутримассовые грозы подразделяют на конвективные (тепловые), адвективные и орографические.

Конвективные (тепловые) грозы чаще всего возникают во второй половине дня в размытом барическом поле, когда конвекция достигает своего максимального развития и температура воздуха у земной поверхности достигает значений 22-25°С и выше [4, с.237].

Конвективные грозы занимают небольшие площади и смещаются с незначительной скоростью - не более 10-15 м/с. Однако, такие грозы характеризуются сильными ливневыми осадками, сопровождающиеся множеством молний, нередко выпадает град. Перед началом грозы наблюдается кратковременное небольшое усиление ветра до шквала, но затем, с началом выпадения осадков порывы ветра затихают.

Адвективные внутримассовые грозы возникают после прохождения холодных фронтов в массах морского умеренного воздуха.

По мере продвижения холодного воздуха в южные широты воздух быстро прогревается, влажность его повышается, нисходящие движения в свободной атмосфере ослабевают, и задерживающие слои не образуются (как в более высоких широтах), что способствует вертикальному развитию кучево-дождевых облаков.

Поэтому, в южных районах вероятность адвективных гроз и связанных с ними ливневых осадков значительно выше, чем в средних и северных широтах.

Возникновению орографических гроз способствуют наличие не только гор, но даже небольших холмов, т.к., рельеф может нарушать первоначальное направление движения воздушных масс и способствовать увеличению скорости вертикальных токов.

В результате, возникающая при этом орографическая конвекция насыщенного теплом и влагой воздуха поднимает его выше уровня конденсации и в результате, как следствие, образуются кучевые облака различных форм, которые затем могут перерасти в грозовые.

Фронтальные грозы чаще всего наблюдаются в первой половине лета, на Европейской территории России (ЕТР), по статистике они самые частые и составляют более половины от всех наблюдающихся гроз [4, с.239].

При прохождении фронтов всех типов вероятность гроз и ливней зависит от термодинамических и гигрометрических свойств теплой воздушной массы. Благоприятными условиями для образования гроз и ливневых осадков на фронте является неустойчивая стратификация воздушных масс.

Поэтому, оценивая вероятность перемещение холодного фронта и связанных с ним гроз, необходимо, прежде всего, учитывать свойства теплого воздуха, притекающего к фронту.

Те атмосферные фронты, которые перемещаются из районов с сухой подстилающей поверхностью, имеют тенденцию проявляться в более активном образовании облачности, осадков и гроз. Наоборот, если фронт перемещается в районы, где подстилающая поверхность не увлажнена, велика вероятность ослабления грозовой деятельности [4, с.241].

Фронтальные грозы подразделяются на грозы холодного фронта, теплого фронта и фронта окклюзии.

Грозы холодного фронта возникают над поверхностью фронтального раздела, они характеризуются вытянутостью вдоль линии фронта при небольшой ширине до 50-70 км. Обычно, скорость смещения грозовых зон не

превышает 30-40 км/ч, однако, в редких случаях, они могут смешаться со скоростью более 100 км/ч. Отдельные кучево-дождевые облака располагаются на расстоянии 10-20 км друг от друга.

Статистический анализ динамики холодных фронтов над центральными регионами Европейской территории России свидетельствует, что фронты, которые перемещаются с запада, в большинстве случаев (60 %) характеризуются слабой грозовой деятельностью и выпадением незначительных осадков. В половине случаев, грозовая деятельность затухает и быстро прекращается.

Это связано тем, что по мере продвижения холодного фронта в восточном направлении к нему притекает большое количество более теплого и сухого воздуха из южных и юго-восточных районов территории.

Приток сухого и теплого воздуха уменьшает водность облаков, способствует не выпадению осадков, и рассеиванию самих облаков [4, с.241].

Холодные фронты, перемещающиеся с северо-запада, наоборот, чаще всего обостряются именно над центральными районами Европейской территории России (ЕТР) и усиливают грозовую деятельность. Происходит это в результате притекания к фронту воздуха с запада, содержащего большое количество влаги.

Фронтальные грозы, образовавшиеся на холодном фронте, усиливаются во второй половине дня и ослабевают ночью. Повторяемость такого типа фронтальных гроз больше, в теплый период на ЕТР они составляют 2/3 всех фронтальных гроз.

Грозы на теплом фронте наблюдаются сравнительно редко. Они возникают в результате подъема теплого и влажного воздуха. Чаще всего такие условия возникают при выходе циклонов с Черного или Средиземного морей на ЕТР. Кучево-дождевые облака на теплом фронте почти всегда маскированы. Грозы на теплом фронте чаще всего образуются ночью, в дневное время они ослабевают.

Это связано с тем, что после захода Солнца верхняя граница облачности

перестает получать тепло, и начинает излучать его. Это приводит к понижению температуры верхней границы облачности и увеличению вертикального градиента температуры в облаке, и как следствие, появлению неустойчивой стратификации и образованию кучево-дождевой облачности.

На фронтах окклюзии грозы формируются в области повышенного давления при прохождении циклона, движущегося по северу ЕТР.

Грозы окклюзии могут наблюдаться в любое время суток, чаще всего во второй половине дня. Грозовые облака на фронтах окклюзии никогда не бывают сплошными, и состоят из нескольких групп кучево-дождевых облаков.

2 Орографические и климатические особенности Краснодарского края

2.1 Орографические условия Краснодарского края

Краснодарский край расположен в южной части территории России между $43^{\circ}30'$ и $46^{\circ}50'$ с.ш. и $36^{\circ}30'$ - $46^{\circ}45'$ в.д., занимает западную часть Большого Кавказа [24].

На севере и северо-востоке Краснодарский край граничит с Ростовской областью, на востоке и юго-востоке со Ставропольским краем, на юге с республикой Грузия. Территория Краснодарского края на юго-западе занимает побережье Черного моря, на северо-западе Азовского (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Карта Краснодарского края [24]

Краснодарский край занимает почти 85 тыс. км² площади, при этом большая часть площади края, более 50 тыс. км² занята сельскохозяйственной деятельностью.

Краевым центром является г. Краснодар.

По орографическим условиям территория Краснодарского края делится на две крупные части – равнинную, занимающую северную и северо-восточную

части края, и горную, представляющую собой южную и юго-восточную части края.

Равнинная часть края представляет собой Приазовскую или Азово – Кубанскую низменность, и характеризуется относительно ровным низменным рельефом, большую часть низменности занимают леса и степи.

В северо–западной части края ровность рельефа низменности нарушают долины степных рек - Бейсуга, Челбаса, Кирпили, Понуры, которые впадают в Азовское море. Речные долины степных рек имеют широкие поймы и характеризуются пологими склонами, в долинах реки сильно заболочены.

На северо-западе края на Азово – Кубанскую низменность заходят остроги Ставропольского плато, с высотами не более 200 м., что обуславливает в данном районе достаточно большое количество балок и отрогов.

На западе края Азово – Кубанская низменность имеет более ровную поверхность, высота над уровнем моря не превышает 10 м. Западная часть низменности вплотную подходит к Азовскому морю и является дельтой реки Кубань и ее притоков. Благодаря этому, Азово – Кубанскую низменность часто называют Приазовской.

Азово – Кубанская низменность пересекает широкая долина реки Кубань, которая плавно перетекает в наклонную равнину предгорья северо-западной части Большого Кавказа, представляющую собой террасы.

Западная часть края занята Лабинскими горами. В данной части края можно увидеть ледники и вершин с вечными снегами - г. Чугуш (3238м) и Псеашко (3255м) и др. Многие горы имеют вершины в форме острых гребней или пиков и характеризуются отвесными склонами большой крутизны. Вершины гор становятся более пологими лишь в районе зоны альпийских лугов [16, с.71].

В южной и юго-западной частях края параллельно осевой части северного склона хребта Большого Кавказа, протянулись продольные боковые гряды, от которых отходят многочисленные отроги.

От высокогорного пояса отроги отделены немалым количеством куэстов,

которые представляют собой гряды с северными пологими склонами и южными, более крутыми. Между собой гряды чередуются долинами различных притоков р.Кубань. По расположению куэст над уровнем моря в западной части края можно выделить три основных гряды - с высотами около 2000м, в пределах около 1000 – 1200м, и четко выделяется низкая гряда предгорной зоны.

Наиболее протяженной является первый ряд куэста, представляющий собой Скалистый хребет и занимающий южную территорию приблизительно до 40° в. д.

Второй ряд куэста, протянулся через Черные горы, еще севернее располагается ряд куэстов предгорья.

Долины многочисленных притоков Кубани - Уруп, Лаба, Белая, Пшиш, Псекупс, Афипс делят куэстовые гряды на отдельные массивы, которые представляют собой плоские плато, со слабым уклоном в северном направлении [12, с.72].

Ближе к Черному морю, западнее Лабинских гор протянулся Черноморский Кавказ, который представляет собой ряд горных отрогов, плавно понижающихся в северо – западном направлении и меняющих очертания на более мягкие.

В Апшеронском и Большого Сочи районах находится горное плато Лагонаки, наивысшими точками которого являются гора Фишт (2852м) и г.Оштен. В районе плато Лагонаки на территории Апшеронского района представлены карстовые формы рельефа – карстовые пещеры, например Большая Азишская пещера, карры, воронки, колодцы.

В отличие от северного склона, южный склон Большого Кавказа короче и значительно круче. куэсты не характерны, но имеется ряд хребтов и гряд перед водораздельным хребтом Большого Кавказа.

Рельеф южного склона хребта представлен немалым количеством высокогорных полей, самая известная из них - Красная поляна. Известняковая форма рельефа обуславливает образование большого количества различных по

размеру пещер - Ахштырская, Воронцовская и др. [12, с.45].

Горы Большого Кавказа заканчиваются в окрестностях Анапы и уже представляют собой невысокие пологие холмы.

К орографическим особенностям края относится узкая прибрежная полоса, протянувшаяся вдоль Черного моря от Таманского полуострова до границы с Абхазией. Территорию Краснодарского Причерноморья пересекает большое количество горных рек и речушек – в районе Большого Сочи – р. Мзымта, Псоу, Сочи, Шахе, в Туапсинском районе - река Туапсе, Джубга и др. На всем протяжении почти 400 км, причерноморская зона характеризуется ровной береговой линией, которую нередко занимают морские террасы.

На Западе края располагается Таманский полуостров, который является берегом двух морей - Черного и Азовского. На территории всего полуострова присутствуют грязево-вулканические формы рельефа, имеется немало небольших вулканов. Через весь полуостров в направлении с запада на восток гряды тянутся шесть небольших возвышенностей, с высотами не превышающими 150 м.

На территории Краснодарского края основной рекой является река Кубань. Южную часть края пересекают реки, которые являются притоками Кубани, северную часть - реки Прикубанской равнины. Свое начало р. Кубань берет за пределами края и обуславливает наличие на территории края немалого количества мелководных озер и лиманов.

Река Кубань принимает немало притоков, особенно в левой части, многие из них являются достаточно многоводными и протяженными, наиболее крупными притоками являются реки Уруп, Лаба, Пшиш, Псекупс, Афипс. Для регулирования водного режима на реке Кубань построены три водохранилища - Краснодарское, Тшикское и Шапсугское.

В горной зоне края основными реками являются реки Белая, Урупа, Лаба, характеризующиеся большими уклонами и бурным быстрым течением, нередко на реках образуются половодья, особенно в весенний период года. В летний и

осенний периоды года на горных реках часто наблюдаются дождевые паводки.

В отличие от горных рек, реки Пшиш, Псекупс, Афипс не имеют ледникового питания, талые воды образуются за счет таяния снегов, которое является достаточно интенсивным не только в весенний период, но и зимой при частых оттепелях, что приводит к тому, к смещению периода высокого стока рек на зимние месяцы.

Еще резче паводочный режим с максимумом стока в холодное время года выражен у притоков р. Кубани, стекающих с небольших гор западнее р. Афипс.

Ледостав также является характерным для р. Кубань и ее притоков Урупа, Лабы, и Белой. Ледостав наступает чаще всего в декабре и заканчивается в начале марта. На притоках Пшиш, Псекупс, Афипс, Убинка, Абин ледостав наступает в декабре и заканчивается в феврале.

Средняя продолжительность ледостава не превышает 30 дней, при этом, в холодные годы ледостав может длиться до 60 дней и более, а в теплые годы может не наблюдаться. За весь период наблюдений самый длительный ледостав наблюдался на р. Кубань у станции Темижбекской и длился 116 дней [24].

Северная часть края характеризуется большим числом рек. Все они относятся к степным рекам Прикубанской равнины. Свое начало эти реки берут у степных родников и ключей, выходящих из-под склонов балок и у водоразделов хребта. Отличаются маловодностью и спокойным течением, почти на всем протяжении степные реки зарегулированы небольшими прудами. Летом такие реки сильно пересыхают.

Наиболее крупными степными реками являются Сосыка, Ясени, Албаши, Понура, Челбасы, Ея, Куго-Ея, Бейсуг, Кирпили. Эти реки не доходят до самого Азовского моря и чаще всего впадают в лиманы и плавни Азовского моря. Питание этих рек зависит от снеготаяния, поэтому основная доля стока, как правило, наблюдается ранней весной в течение 1 – 1,5 месяцев [16, с.78].

В отдельные годы реки сильно мелеют или пересыхают.

2.2 Климатические особенности Краснодарского края

Климат территории Краснодарского края обусловлен особенностями географического положения и сложными орографическими условиями – территорию омывает два моря, разнообразие рельефа - равнинный рельеф, сформированный Прикубанской низменностью, граничит с горным, который занимает западную часть Большого Кавказа. Все эти условия формируют в крае климатические особенности.

Климатические особенности территории Краснодарского края хорошо прослеживаются по сезонам года [2, с.64].

На равнинной части края осень наступает в конце сентября, в предгорных районах на 10-15 дней раньше. Длится осень в среднем до середины декабря. Осень характеризуется изменчивостью погодных условий: теплые ясные дни сменяет большое количество пасмурных дней. Ночи холодные. Выпадение осадков, не редко сопровождается грозами и шквалистым усилением ветра.

Климатическая зима наступает в третьей декаде декабря, и характеризуется частой сменой погодных условий - от небольших похолоданий до периодов потепления с положительными значениями температуры воздуха. Зима на большей территории края короткая, продолжительность редко превышает два месяца. С увеличением высоты над уровнем моря продолжительность климатической зимы увеличивается, что особенно хорошо проявляется в предгорных и горных районах.

На большей части края к самому холодному месяцу зимы относится январь. Наиболее низкие температуры воздуха отмечаются в северо-восточных районах края (-4.5°C), в предгорных районах температура составляет около -4.0°C . На равнинной территории края средняя температура воздуха редко опускается ниже -2.0°C [24].

Нередко на территорию края приходят воздушные массы с Арктики, приносящие с собой резкое понижение температуры воздуха практически на всей территории края. При Арктических вторжениях минимальная температура

воздуха может нередко может понижаться до минус 20 -25°C [24].

В редкие годы абсолютный минимум температуры воздуха может понижаться до минус 30 -35°C, но по многолетним данным вероятность таких низких температур не превышает 5%. Наблюдающиеся оттепели, при которых даже в северных районах края наблюдается таяние снега могут повышать температуру воздуха до значений +6-12°C.

Практически на всей территории края, за исключением горных районов, снежный покров неустойчивый. В районе Красной Поляны снежный покров наблюдается с третьей декады декабря до середины марта, в зависимости от высоты над уровнем моря высота снежного покрова в пределах 1-5 м. На северо-востоке края на равнинной территории снежный покров сохраняется до конца февраля, высота его редко превышает 10 см.

Характерной особенностью зимнего периода являются пасмурные дни, в холодный период года с ноября по март на территории края отмечается 70 – 80 пасмурных дней.

Для территории Черноморского побережья период времени с декабря по февраль является самым дождливым временем года. Снежный покров на побережье практически отсутствует. На протяжении всего побережья количество дней с отрицательными среднесуточными температурами воздуха разнится - в районе Новороссийска наблюдается 20 дней за зиму, в Сочи не превышает 4 дней.

Климатическая весна на большей территории края наступает в конце февраля – первой декаде марта. На равнинной части края весна наступает не позже 10 марта, в горных районах на высоте более 2000 м в конце марта. Особенностью весеннего периода является быстрое повышение температуры воздуха, при чем, в северо-восточных районах края уже в апреле наблюдаются засухи.

Климатическое лето на равнинной территории края наступает в первой декаде мая, в предгорьях - во второй половине мая, в горных районах до высот 1700-1800 м над уровнем моря – в первой половине июля, выше этого уровня –

устойчивого перехода температуры воздуха через +15°C нет [24].

В таблице 2.1 представлена среднемесячная температура воздуха по отдельным станциям Краснодарского края, в теплый период года с апреля по сентябрь.

Таблица 2.1 – Среднемесячная температура воздуха теплого периода (1940–2019гг), (°C)

Месяц	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Равнинная часть края						
Краснодар	10.9	16.8	20.4	23.2	22.7	17.4
Круглик						
Каневская	10.1	16.5	20.3	23.2	22.5	16.9
Отрадная	9.3	15.0	18.0	20.8	20.6	15.7
Староминская	9.5	16.4	20.1	23.1	22.3	16.4
Тихорецк	10.0	16.6	20.2	23.2	22.6	17.0
Темрюк	9.8	16.0	20.4	23.4	22.9	17.8
Горная и предгорная части края						
Белореченск	10.7	16.2	19.7	22.5	22.1	17.0
Горячий ключ	10.6	16.0	19.5	21.5	21.3	16.2
Ачишхо	2.2	6.9	9.8	12.6	12.9	9.4
Красная Поляна	9.2	14.0	16.9	19.3	19.4	15.3
Прибрежная часть края						
Ейск	9.2	13.1	17.1	20.3	20.2	15.6
Приморско – Ахтарск	10.0	17.0	21.4	24.3	23.4	17.8
Новороссийск	10.6	15.9	20.2	23.6	23.7	19.2
Геленджик	10.7	15.5	19.8	23.2	23.6	19.3
Джубга	10.2	15.2	19.2	22.2	22.2	17.8
Сочи	11.6	16.1	19.9	22.8	23.2	19.9

На равнинной территории края лето чаще всего жаркое, с небольшой влажностью, в предгорных районах более прохладное. На большей территории края самым теплым месяцем года является июль, на равнинной части территории среднемесячная температура воздуха в июле составляет плюс 23°C, в предгорных районах плюс в районе 20°C. На Черноморском побережье лето умеренно жаркое с высокой влажностью, температура июля плюс 22 -23°C.

К середине июня на большей части равнинной территории края, температура воздуха переходит через +20°C и сохраняется выше этого предела

70-90 дней, в предгорьях - в конце июня – начале июля и сохраняется в этих пределах не более 30-40 дней. При этом, максимальные температуры воздуха в этот период могут достигать плюс 35-38°C, в отдельные годы на равнинной территории превышать плюс 40°C.

По многолетним данным среднегодовая температура воздуха в Краснодарском крае равна плюс 10,6°C, абсолютный минимум составляет минус 36°C, абсолютный максимум плюс 44°C. Средняя температура воздуха июля по краю составляет плюс 22,9°C, средняя температура января составляет минус 2,1°C [24].

В таблице 2.2 представлено среднеемесячное количество осадков, выпавшее на территории Краснодарского края за теплый период года с апреля по сентябрь.

Таблица 2.2 –Количество осадков теплого периода (1940–2019гг), мм

Месяц	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Равнинная часть края						
Краснодар	48	57	67	60	48	38
Круглик						
Каневская	35	40	60	55	45	35
Отрадная	40	69	86	69	57	57
Староминская	36	43	66	62	47	38
Тихорецк	40	57	68	52	43	34
Темрюк	30	34	46	38	39	36
Горная и предгорная части края						
Белореченск	51	66	76	61	55	51
Горячий ключ	59	59	79	67	68	58
Ачишхо	212	194	216	161	161	199
Красная Поляна	129	119	128	115	108	136
Прибрежная часть края						
Ейск	33	36	46	48	46	29
Приморско – Ахтарск	35	41	56	52	53	42
Новороссийск	47	40	54	62	45	52
Геленджик	46	43	48	55	50	46
Джубга	57	56	67	88	83	78
Сочи	106	76	89	97	106	133

Практически по всей территории края наблюдается неравномерность в

выпадении атмосферных осадков. Особенно резкие колебания в выпадении осадков наблюдается в горных районах, где на количество выпавших осадков оказывают большое влияние высота и крутизна горных склонов.

Для большинства равнинных территорий края средне годовое количество осадков редко превышает 500-600 мм, при чем, их количество увеличивается по мере продвижения с севера на юг края. В предгорных районах среднегодовое количество осадков возрастает до 700-800 мм, а в горных их количество увеличивается до 1000 - 1800 мм. Рекордсменом края по количеству выпавших осадков является район г. Ачишхо, где в среднем, выпадает около 1900 мм осадков. На равнинной части края максимальное количество выпавших осадков наблюдается в теплый период, а на Черноморском побережье, наоборот, в холодный период года.

Небольшое количество осадков в холодный период года на равнинной части обусловлено тем, что в это время большая территория Краснодарского края находится под влиянием континентальных умеренных и холодных арктических воздушных масс, отличающихся невысоким влагосодержанием. В теплый период года территория края преимущественно находится под влиянием более влажных атлантических воздушных масс, приходящих с запада. Благодаря господству воздушных масс на территории края среднегодовые значения относительной влажности воздуха отличаются большой изменчивостью. Особенно большие вариации влажности имеют на равнинных территориях края, в летние месяцы июль и август наблюдаются наименьшие значения влажности воздуха, которые редко превышают 60%, при чем, в отдельные дни влажность может опускаться ниже 30% [24].

Более ровный годовой ход относительной влажности наблюдается на Черноморском побережье, в горных и предгорных районах края. Нередко летом атмосферные осадки выпадают в виде ливневых дождей.

На равнинной территории края только за теплый период года может выпасть от 300 до 400 мм осадков, что является более половины годовой нормы, на побережье Азовского моря и на полуострове Тамань количество

осадков теплого периода года редко превышают 200-350 мм. В предгорных районах выпавшие осадков увеличиваются до 450 мм, а в горах могут достигать 1000 мм [24].

За период с апреля по октябрь на севере Черноморского побережья выпадает незначительное количество осадков, не более 200-300 мм, в более южных районах побережья количество возрастает до 500-700 мм. В основном, выпадение осадков в Краснодарском крае в теплый период года обусловлено западными, юго-западными, северо-западными потоками воздуха.

В таблице 2.3 представлена среднемесячная скорость ветра по отдельным станциям Краснодарского края в теплый период года с апреля по сентябрь.

Таблица 2.3 – Среднемесячная скорость ветра теплого периода (1940-2019гг) (м / с)

Месяц	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Равнинная часть края						
Краснодар	3.4	3.1	2.8	2.6	2.5	2.4
Круглик	3.3	3.0	2.8	2.6	2.4	2.3
Крымск	3.5	3.1	2.5	2.3	2.5	2.4
Отрадная	4.0	3.5	2.5	2.5	2.3	2.2
Староминская	4.5	3.8	3.2	3.1	2.8	2.8
Каневская	5.9	4.9	4.2	3.5	3.7	4.0
Тихорецк	5.7	5.2	4.8	4.7	4.8	4.8
Горная и предгорная части края						
Белореченск	3.1	2.7	2.4	2.3	2.2	2.2
Горячий ключ	2.1	2.1	1.9	1.6	1.5	1.4
Ачишхо	2.4	2.1	2.0	1.9	1.8	1.9
Красная Поляна	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.8
Прибрежная часть края						
Ейск	6.1	5.9	5.5	5.4	5.2	5.3
Приморско – Ахтарск	5.9	5.6	5.1	4.8	4.7	4.5
Новороссийск	4.0	3.6	3.4	3.6	4.1	4.6
Геленджик	2.9	2.4	2.6	2.9	3.1	3.4
Джубга	4.2	3.7	3.6	3.8	3.8	4.4
Сочи	2.7	2.4	2.3	2.3	2.4	2.4
Адлер	3.2	3.1	2.9	3.0	3.3	3.1

Практически над всей территорией Краснодарского края в осенний и зимний периоды года преобладают ветры восточного направления, обусловленные охлаждением материка, влиянием антициклона с Казахстана и наличием Черноморской депрессии.

В зимний период, когда эти процессы развиты более сильно наблюдается значительное увеличение барических градиентов, и, как следствие, наблюдается значительное увеличение скоростей ветра восточного направления.

В летний период года, особенно в июле, на равнинных территориях края наблюдаются частые суховеи. Общее число дней с суховеями на равнинной части территории составляет 60 – 80, в северо-восточных районах – до 90 дней.

3 Анализ грозовой деятельности на территории Краснодарского края

3.1 Пространственно – временное распределение гроз

Из целого ряда факторов, влияющих на интенсивность грозовой деятельности наибольшее влияние, оказывают синоптические процессы. На территории Краснодарского края выделяется пять основных типов синоптических ситуаций, которые способствуют образованию гроз в разных частях Северо-Кавказского региона [2, с.65].

Процессы, возникающие в размытом, малоградиентном барическом поле, реже в деформационном поле, относятся к первому типу. При первом типе синоптического положения чаще всего возникают термические внутримассовые грозы. Обычно они распространяются более или менее равномерно по всей территории края, хотя влияние подстилающей поверхности сказывается весьма резко [1, с.42].

В связи с этим повышенной повторяемостью термических внутримассовых гроз характеризуются районы дельты Нижней Кубани. Интенсивное развитие конвекции и повышенная увлажненность почвы дельты Нижней Кубани увеличивает вероятность образования гроз в северо - западной части края на склонах Западного Предкавказья.

При прохождении над территорией области пониженного давления, ориентированной меридионально в системе холодных фронтов, формируется второй тип грозовых синоптических процессов. При этом зона максимальной вероятности возникновения гроз этого типа прослеживается также меридионально. Наибольшая вероятность возникновения гроз при этом типе будет наблюдаться в районе южного берега Таганрогского залива и прилегающих степей Приазовья.

Третий тип синоптического положения, связанный с грозовой деятельностью на территории края, обуславливает развитие грозовой деятельности на западе Краснодарского края и в горной части края. Данный тип связан с прохождением циклонических фронтов над территорией Украины.

Данный фронт также может увеличивать образование грозовой деятельности в нижнем течении р. Кубань, а также на южном побережье Таганрогского залива.

Грозы на наветренных, северных склонах горных хребтов, образуются благодаря четвертому типу синоптических процессов. Такие грозы возникают в системе фронтов депрессии, проходящей восточнее Северо-Кавказского региона. При четвертом типе вероятность возникновения гроз почти вдвое меньше, чем при третьем типе.

Одновременное установление области повышенного давления над Кавказским регионом и прохождение в это время фронтов окклюзивного циклона, который продвигается по северу европейской территории России обуславливает возникновение гроз пятого типа.

Вероятность возникновения гроз на территории Краснодарского края и их связь с синоптическими процессами дает представление таблица 3.1.

Таблица 3.1 – Среднегодовое число дней с грозой и вероятность различных типов синоптического положения [1, с.45]

Тип синоптического положения	Число дней с грозой среднегодовое	Вероятность возникновения типа процесса, %
I	20,4	28
II	16,0	23
III	13,8	20
IV	9,4	13
V	6,6	9
Вне типа	5,0	7

Из таблицы 3.1 следует, что 28%, всех гроз, наблюдавшихся на территории Краснодарского края, связаны с первым типом синоптического и обусловлены и внутримассовыми процессами, которые наиболее благоприятны для формирования гроз в нижнем течении р. Кубань. Довольно часто грозы образуются при втором и третьем процессах - 23% всех гроз наблюдается при втором типе, 20% - при третьем типе.

Наименее вероятны грозы при пятом типе синоптических процессов, всего 9%, которые связаны с наличием депрессии на востоке края и

прохождением фронтов окклюзий [2, с.67].

Распределение среднего числа дней с грозой по исследуемой территории представлено в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Среднее число дней с грозой [24]

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Равнинная часть края													
Усть-Лабинск	0,1	0,1	0,2	1	6	10	8	7	3	0,9	0,3	0,2	37
Кущевская		0,03	0,2	0,9	4	8	7	6	2	0,9	0,3		29
СтароМинская		0,03	0,1	0,8	4	9	8	7	2	0,8	0,1	0,03	32
Белоглинская			0,1	0,9	4	8	7	6	2	0,4	0,1	0,1	29
Каневская		0,03	0,1	0,6	4	7	7	5	2	0,8	0,3	0,1	27
Краснодар	0,2	0,1	0,1	0,6	5	8	7	6	2	0,9	0,5	0,2	31
Тихорецк		0,03	0,2	0,9	5	9	8	6	2	0,6	0,2	0,2	32
Тимашевская	0,03	0,1	0,2	0,6	4	7	7	5	2	0,9	0,3	0,1	27
Кореновск		0,04	0,2	0,8	6	8	7	6	3	0,8	0,2	0,4	32
Кропоткин			0,2	0,8	4	7	6	5	2	0,3	0,1	0,1	26
Первомайская		0,07	0,4	1	5	9	9	6	3	0,6	0,07	0,1	34
Темрюк	0,1	0,04	0,1	0,3	3	6	5	4	2	1	0,3	0,3	22
Славянск-на-Кубани	0,1		0,1	0,6	5	8	7	6	2	1	0,4	0,3	30
Крымск	0,2	0,1	0,2	0,8	4	8	7	6	2	1	0,7	0,5	30
Лабинск	0,03		0,2	1	6	9	8	7	3	0,6	0,2	0,1	35
Отрадная		0,03	0,3	2	7	11	10	8	3	0,5	0,04		42
Горная и предгорная части края													
Майкоп	0,1	0,1	0,4	2	6	9	8	7	4	1	0,5	0,1	38
Армавир			0,2	1	5	8	8	7	2	0,4	0,2	0,1	32
Мархотский Перев.	0,2	0,1	0,2	0,8	2	6	6	5	3	1	1	0,4	26
Белореченск	0,03	0,03	0,2	1	5	8	8	6	3	1	0,4	0,2	33
Горячий Ключ	0,3	0,4	0,2	0,6	4	8	6	6	3	1	1	0,6	31
Калиновое Озеро	2	1	0,8	1	4	9	10	9	7	5	3	2	54
Гойтх	1	1	0,6	0,9	6	11	10	9	5	3	2	1	50
Зубровый Парк	0,2	0,1	0,1	2	9	14	11	9	5	2	0,5	0,3	53
Бурное	0,03	0,1		2	9	13	12	10	4	0,8	0,3	0,3	52
Гузерибль	0,2	0,4	0,4	2	7	12	11	9	5	2	0,9	0,4	50
Ачишхо	0,7	0,4	0,5	2	6	11	12	10	6	3	1	0,9	54
Красная Поляна	0,6	0,8	0,7	2	5	10	11	10	6	4	2	0,8	53
Прибрежная часть края													
Анапа	0,1	0,2	0,3	0,3	2	6	5	4	2	1	0,8	0,2	22
ПриморскоАхтарск		0,1		0,4	2	6	6	6	2	0,8	0,2	0,1	24
Ейск				0,5	2	5	5	5	1	0,3	0,1		19
Тамань	0,1	0,1	0,1	0,1	2	5	5	4	2	1	0,6	0,2	20
Новороссийск	0,3	0,3	0,2	0,6	2	6	6	5	3	2	0,9	0,6	27
Джубга	1	0,8	0,3	0,7	3	7	6	8	4	3	2	0,8	37
Геленджик	0,5	0,3	0,2	0,6	2	6	6	6	3	3	1	0,8	29
Туапсе	0,9	2	0,5	0,8	3	6	7	8	5	3	2	1	39
Сочи	1	0,5	0,4	0,4	2	5	7	8	6	4	0,9	2	37
Сочи, оп. ст.	1	1	0,6	0,6	2	5	7	8	5	4	2	2	38
Адлер	1	1	0,4	0,7	2	5	7	7	5	4	2	1	36
Среднее по краю	0,3	0,3	0,2	0,9	4,1	7,8	7,4	6,5	3,1	1,5	0,7	0,4	33

К наиболее важным характеристикам грозовой деятельности относят повторяемость гроз и число дней с ней. На всей территории края в среднем в течение года наблюдается 33 дня с грозой, причем, большее число дней с грозой наблюдается в летние месяцы (рисунок 3.1).

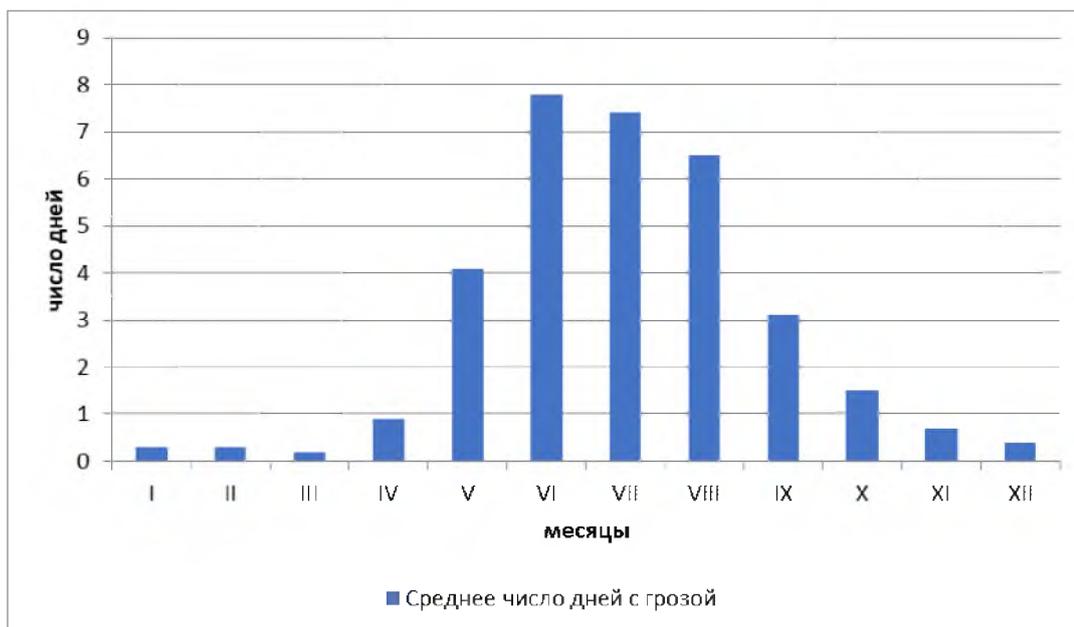


Рисунок 3.1 – Распределение среднемесячного числа дней с грозой

Проведенный анализ свидетельствуют, что грозовая активность существенно изменяется от пункта к пункту. В Ейске среднегодовое число дней с грозой составляет всего 19, а в Ачишхо – 54 дня (рисунок 3.2).

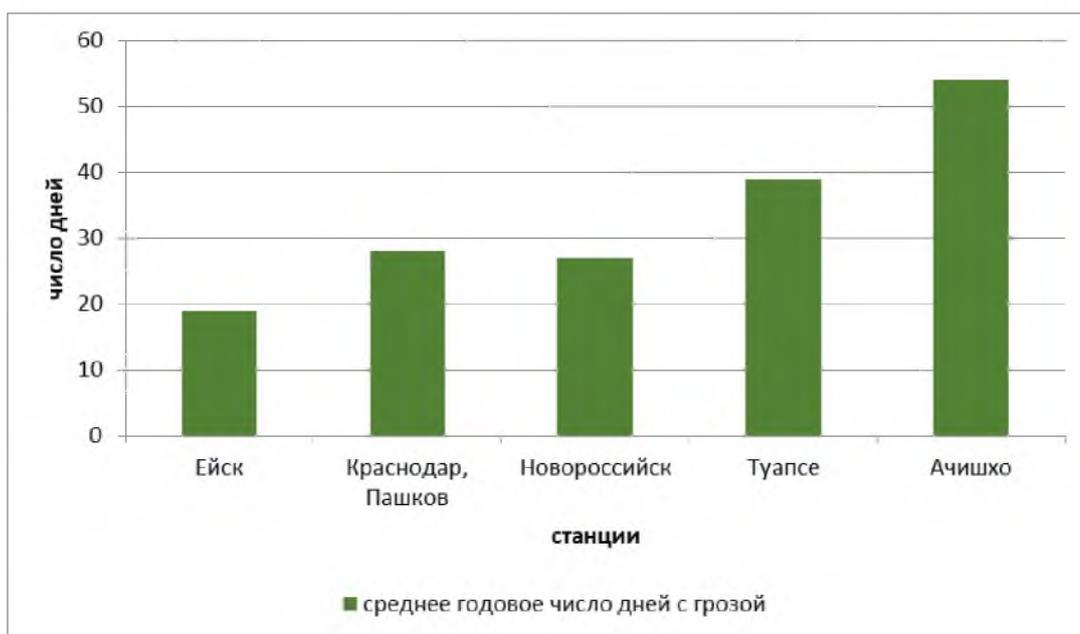


Рисунок 3.2 – Распределение среднегодового числа дней с грозой

Распределение наибольшего числа дней с грозой по исследуемой территории представлено в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Наибольшее число дней с грозой [24]

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Равнинная часть края													
Усть-Лабинск	1	1	1	7	12	19	15	13	13	5	2	2	50
Кущевская		1	1	5	11	16	11	13	9	4	4		39
СтароМинская		1	2	5	13	16	15	12	9	5	1	1	48
Белоглинская			1	5	10	18	12	10	7	3	1	2	43
Каневская		1	1	5	8	16	12	16	8	3	2	2	40
Краснодар	2	1	1	3	13	16	13	12	8	5	3	2	46
Тихорецк		1	2	3	12	17	13	11	8	2	2	2	46
Тимашевская	1	1	3	4	11	15	14	12	5	3	2	2	40
Кореновск		1	2	3	9	16	13	13	8	3	2	2	53
Кропоткин		1	2	4	13	16	15	18	8	2	1	3	50
Первомайская			1	3	10	13	12	11	8	1	2	2	37
Темрюк		1	2	3	10	15	13	11	9	2	1	2	40
Славянск-на-Кубани	1		1	4	9	17	15	15	7	3	3	2	48
Крымск	1	1	2	3	12	15	14	13	6	7	4	4	53
Лабинск	1		2	5	16	15	13	15	8	2	2	1	51
Отрадная		1	2	6	20	19	15	16	7	3	1		64
Горная и предгорная части края													
Майкоп	1	1	2	6	14	20	14	17	11	5	3	1	55
Армавир			1	4	13	15	14	14	8	2	3	1	46
Мархотский Перев.	1	1	2	3	9	13	13	12	7	5	4	3	52
Белореченск	1	1	3	5	11	15	12	12	9	3	2	1	47
Горячий Ключ	3	2	2	3	11	17	12	12	7	4	4	3	58
Калиновое Озеро	9	6	3	3	8	17	16	15	15	14	6	5	74
Гойтх	5	4	5	3	14	21	17	19	13	10	5	4	75
Зубровый Парк	2	2	1	5	16	20	23	17	14	6	3	1	75
Бурное	1	2		7	21	21	19	20	10	4	2	4	77
Гузерибль	1	2	2	5	15	20	18	16	15	6	3	2	71
Ачишхо	5	3	5	4	11	21	26	18	16	7	5	5	91
Красная Поляна	6	4	4	5	10	20	24	17	12	7	5	4	76
Прибрежная часть края													
Анапа	2	1	3	3	6	12	12	16	11	6	4	2	39
ПриморскоАхтарск		2		2	6	12	12	13	8	3	2	1	37
Ейск				2	6	12	11	12	4	2	3		29
Тамань	1	1	1	1	5	12	12	11	5	4	3	1	35
Новороссийск	2	2	1	2	8	11	13	15	8	8	4	4	45
Джубга	6	3	1	4	12	14	14	17	11	11	7	3	60
Геленджик	6	3	2	4	9	13	12	14	6	11	7	4	51
Туапсе	4	4	5	5	7	13	15	16	13	9	7	5	61
Сочи, оп. ст.	5	5	3	3	6	10	12	15	11	12	7	6	63
Адлер	7	4	2	3	5	11	11	13	11	11	6	6	54
Среднее по краю	1,8	1,6	1,9	3,7	10,7	15,6	14,2	14,1	9,1	5,2	3,2	2,4	52

Наибольшее число дней с грозовой активностью по всему краю составляет 52 дня. В отдельные годы в Ейске было зафиксировано 29 грозовых

дней, а в Ачишхо – 91.

Таким образом, в Ачишхо по сравнению с Ейском значения этих грозовых характеристик выше, примерно, в три раза (рисунок 3.3).

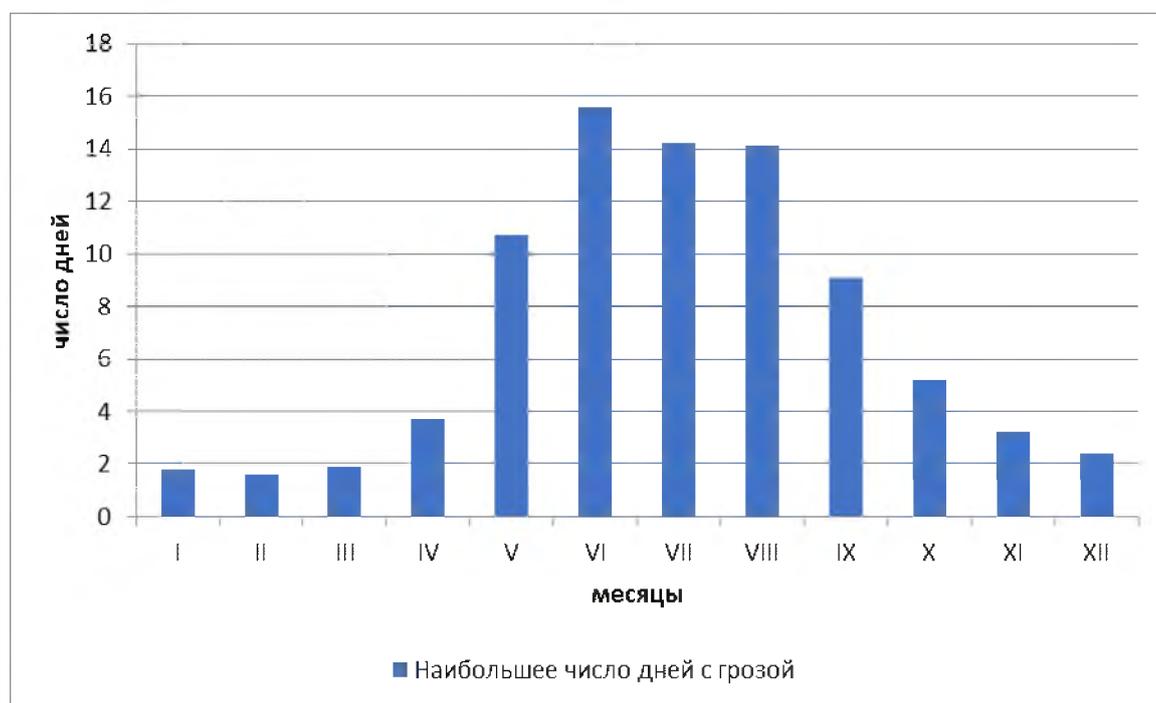


Рисунок 3.3 – Распределение наибольшего числа дней с грозовой деятельностью на территории Краснодарского края

Такая высокая пространственная изменчивость грозовой деятельности вполне объяснима. Она связана со значительной неоднородностью подстилающей поверхности Краснодарского края.

На северо-западе территории на плоских берегах Азовского моря условия для конвекции сравнительно неблагоприятные. Здесь отчетливо проявляются бризовая циркуляция и нисходящие движения воздуха над водоемами.

По направлению к западу от Азовского побережья грозовая активность усиливается. Например, в станицах Кушевской и Староминской, не очень существенно удаленных от моря, средняя годовая повторяемость гроз увеличивается по сравнению с Ейском на 8-15 дней.

Еще больше увеличивается количество грозовых дней на невысоких гористых морских берегах. Об этом свидетельствуют грозовые характеристики на метеостанциях Черноморского побережья. Так, в районе МС Джубга, высота

над уровнем моря 21 м, и ГМБ Туапсе (71 м), в среднем в течение года наблюдается на 18-20 дней с грозой больше, чем в районе МС Ейск (10 м) [24].

Не меньшее влияние на интенсивность грозовой деятельности оказывают влияние орографические особенности территории, особенно крупные черты рельефа. На склонах гор, обращенных в сторону преобладающих влажных ветров, наблюдается большее количество гроз, чем на подветренных склонах гор. Это обусловлено повышенной интенсивностью динамической турбулентности и восходящих токов, которые усиливают процесс неустойчивости атмосферы и конденсации водяного пара. Именно эти процессы в свою очередь приводят к образованию мощных конвективных облаков и соответственно, увеличению количества гроз.

Влияние орографических особенностей особенно ярко прослеживается при сравнении наибольшего числа дней с грозой в близлежащих пунктах, имеющих разные высоты над уровнем моря, например в районе МС Адлер, высота над уровнем моря которой равна 13 м, грозы в среднем, наблюдаются в течение 54 дней, в районе МС Красная Поляна (высота над уровнем моря 566 м) уже 76 дней, ТДС Ачишхо (высота над уровнем моря 1880 м) – 91 день [24].

Однако, следует иметь в виду, что данная закономерность увеличения количества гроз с увеличением высоты над уровнем моря прослеживается только до высоты 3000 м. На больших высотах отмечается тропосферное понижение температуры и влажности воздуха и как следствие, наблюдается ослабление грозовой деятельности.

В горных долинах, закрытых от воздушных потоков, а также в горных котловинах, когда окружающие хребты значительно превышаются над ними, также наблюдается ослабление грозовой деятельности, например, по данным МС Горячий Ключ, наибольшее число дней с грозой в этом районе за год не превышает 58 дней.

В целом прослеживается общая закономерность увеличения количества дней с грозой в направлении с севера на юг, что обусловлено понижением влажности воздуха и орографическими особенностями территории при

движении в южном направлении.

Выявленное влияние данных факторов на режим грозовой деятельности, позволяет подразделить территорию Краснодарского края на пять основных грозовых районов (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Районирование территории Краснодарского края по режиму гроз

Номер района	Территория края, входящая в грозовой район	Число дней с грозой среднегодовое	Наибольшее число число дней с грозой
1	Полуостров Тамань и Кубано- Приазовская низменность	менее 25	менее 40
2	Черноморское побережье в районе Абрау-Дюрсо - Геленджик и Кубанская равнина	в пределах от 25 до 29	в пределах от 40 до 45
3	Черноморское побережье в районе Геленджик - Джубги и Закубанская равнина	в пределах от 30 до 34	в пределах от 45 до 50
4	Черноморское побережье в районе Джубга- Адлер и предгорье Кавказского хребта	в пределах от 35 до 45	в пределах от 50 до 65
5	Наветренные горные склоны Кавказского хребта	более 45	более 65

На всей территории края грозы могут, наблюдаются практически в течение всего года. Лишь в северной части края грозы не наблюдаются в период с января по март.

В отдельные времена года грозы могут наблюдаться не каждый год. На Таманском полуострове и в районах Кубано- Приазовской низменности и Кубанской равнины отмечается небольшая повторяемость гроз в период с октября по апрель, а на Черноморском побережье в районе Абрау-Дюрсо – Геленджик наименьшая повторяемость гроз отмечается с декабря по апрель.

В четвертом и пятом районах на годовой ход числа дней с грозами большое влияние оказывает рельеф и удаленность территории от Черноморского побережья. На самом побережье в южной части территории (Сочи, Адлер) грозы наблюдаются в течение всего года. Лишь в марте они фиксируются не ежегодно (рисунок 3.4).

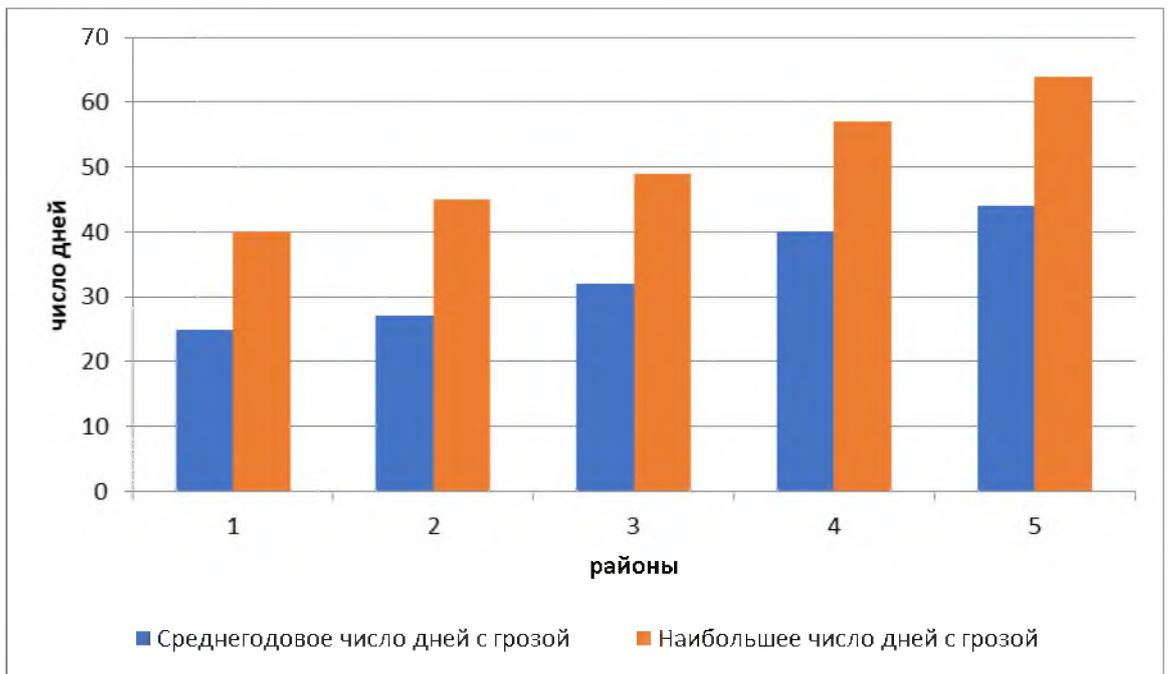


Рисунок 3.4 – Распределение числа дней с грозой с учетом районирования

Районирование территории Краснодарского края по режиму гроз представлено на рисунке 3.5.

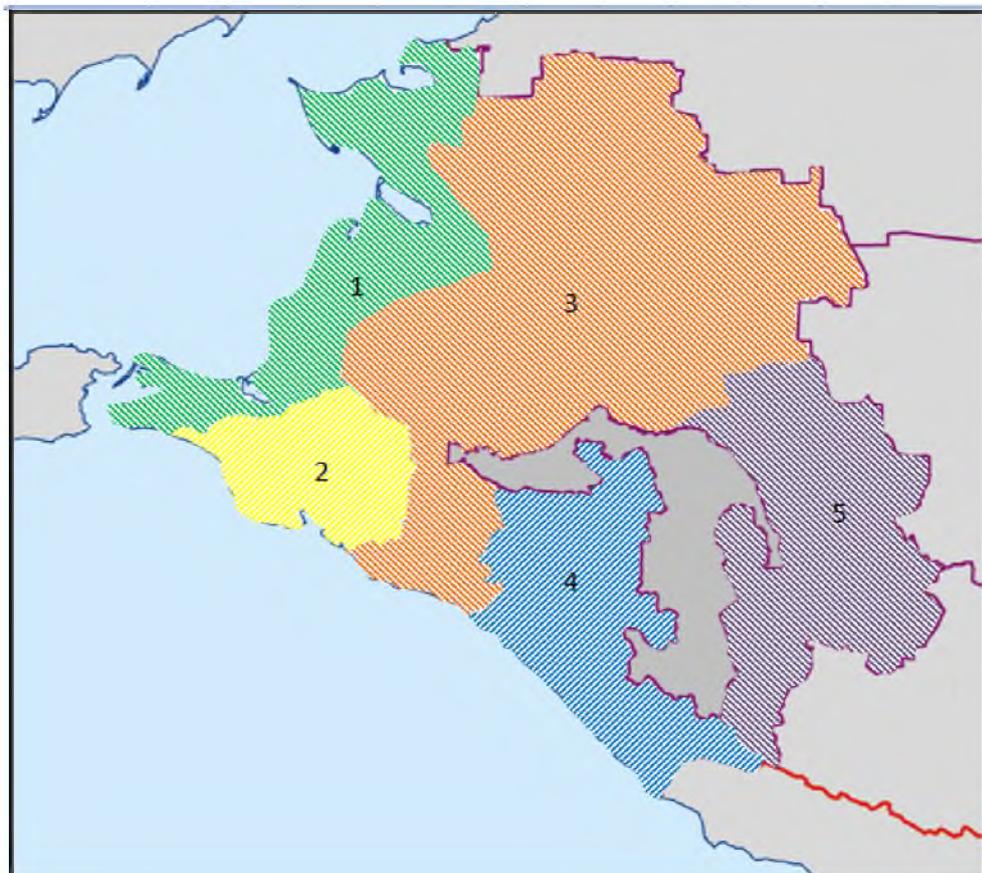


Рисунок 3.5 – Районирование территории Краснодарского края по режиму гроз

Практически на всей территории Краснодарского края наиболее часто грозы наблюдаются в летние месяцы - июне и июле, что обусловлено развитой атмосферной турбулентностью и сильными конвективными движениями воздуха.

В среднем, в летние месяцы отмечается от 6 до 9 дней с грозой. В горной местности число дней с грозой увеличивается до 10-14 дней. Наименьшее число дней с грозой отмечается в зимние месяцы - на январе и марте. Повторяемость гроз имеет хорошо выраженный суточный ход (таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Повторяемость гроз в различные часы суток МС Краснодар (2000 -2020 гг), % [24]

Месяц Время	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ
00-03	0,2		0,2	0,8	0,2	1,0	1,5	1,9	0,6	0,4			6,8
03-06				0,2	0,8	1,2	0,8	2,5	0,8	0,4			6,8
06-09				0,4	0,4	1,0	1,5	1,9	1,5	1,0	0,2		7,9
09-12			0,2	0,2	0,8	1,2	1,9	2,2	1,2		0,2		7,9
12-15			0,2	0,8	1,2	4,6	3,3	5,0	1,0	0,4		0,2	16,7
15-18	0,2			0,6	3,3	5,4	4,1	7,5	3,6	0,4			25,1
18-21				1,2	2,1	3,6	4,1	4,1	2,5	1,2	0,2		19,0
21-24				0,4	1,9	1,0	1,5	1,7	1,9	0,6	0,8		9,8
Σ	0,4		0,6	4,8	10,7	19,0	18,7	26,8	13,0	4,4	1,4	0,2	100

В течение года максимум повторяемости гроз приходится на послеполуденное время с 15 до 18 час, когда в атмосфере наблюдается сильно развитая конвекция, особенно ярко суточный ход проявляется в теплый период года с мая по сентябрь.

Минимум гроз отмечается в ночное и вечернее время.

В работе проведен анализ продолжительности гроз на территории Краснодарского края, который выявил, что суммарная продолжительность гроз в среднем за год изменяется по территории края в достаточно широких пределах от 50 до 100 час и более.

При этом довольно отчетливо прослеживается тенденция увеличения продолжительности гроз в направлении с севера на юг.

Продолжительность гроз имеет годовой ход с максимумом в июне и июле для равнинных территорий края (13-18 час за месяц), и в июле и августе для горных и предгорных территорий края (26-29 час за месяц).

В южной части края максимум продолжительности гроз также наблюдается в июле и августе. Суммарная и непрерывная продолжительность гроз представлена в таблице 3.6.

Таблица 3.6 –Суммарная и непрерывная продолжительность гроз, (час) [24]

Станция	Параметр	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Приморско-Ахтарск	Сумм		0,1		0,4	4	18	17	17	6	1	0,2	0,1	64
	Непр													2,8
Краснодар, Пашковская	Сумм	0,1	0,1	0,1	0,3	7	18	14	15	4	1	0,6	0,4	61
	Непр													2,1
Новорос-Сийск	Сумм	0,4	0,2	0,1	0,5	4	9	13	13	6	3	1	0,5	51
	Непр													1,9
Красная Поляна	Сумм	0,7	0,9	1	2	6	20	26	26	12	7	2	2	105
	Непр													2,1
Адлер	Сумм	2	2	1	2	5	16	22	29	21	9	6	2	117
	Непр													3,1
Среднее	Сумм	0,64	0,66	0,44	1,0	5,2	16,2	18,4	20,0	9,8	4,2	2,0	1,0	80
	Непр													2,4

В зависимости от расположения районов суточный ход суммарной продолжительности гроз довольно различен. Что обусловлено, влиянием на образование значительной части гроз атмосферных фронтов и связанных с ними циклонов, которые не отличаются временной стабильностью и поэтому могут иметь не только годовой и суточный ход, но и заметную межгодовую изменчивость.

В районах, расположенных на прибрежных территориях, где наиболее часто повторяются тепловые грозы, зависимость суммарной длительности гроз от времени суток может не наблюдаться вовсе. Например, в Приморско-Ахтарске суточный ход гроз практически отсутствует, а в районе Адлера, четко проявляется только ночной максимум.

По мере удаления от береговой линии, наибольшая суммарная длительность гроз наблюдается во второй половине дня (Краснодар, Красная Поляна) (таблица 3.7).

Таблица 3.7 – Средняя суммарная продолжительность гроз в различные часы суток (часы) [13]

Станция	Часы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Приморско-Ахтарск	18-24		0,08		0,08	2	5	5	4	2	0,5	0,04	0,002	19
	24-6				0,04	0,9	5	5	5	2	0,2		0,05	18
	6-12				0,01	0,4	3	3	4	1	0,08			11
	12-18				0,3	1	5	4	4	0,8	0,2	0,2	0,004	16
Краснодар, Пашковская	18-24		0,02	0,1	0,07	2	6	3	4	0,4	0,4	0,2	0,1	16
	24-6	0,03			0,1	0,8	3	2	3	0,9	0,04	0,03	0,05	10
	6-12	0,06	0,04		0,1	0,6	2	2	2	0,3	0,2	0,2	0,1	8
	12-18	0,02	0,02			4	7	7	6	2	0,4	0,2	0,1	27
Новороссийск	18-24	0,1	0,2	0,02	0,2	0,8	1	3	2	1	1	0,3	0,1	10
	24-6	0,06	0,01	0,04	0,2	0,8	2	3	4	1	0,6	0,2	0,2	12
	6-12		0,01	0,03		0,3	2	2	3	0,8	0,8	0,2	0,2	9
	12-18	0,2	0,03	0,02	0,1	2	4	5	4	3	1	0,6	0,03	20
Красная Поляна	18-24	0,2	0,4	0,1	0,4	1	3	4	4	2	2	0,3	0,2	18
	24-6	0,2	0,2	0,5	0,3	1	3	5	6	3	2	0,7	0,3	22
	6-12	0,2	0,1	0,3	0,5	1	3	4	6	3	1	0,4	0,6	20
	12-18	0,1	0,2	0,1	0,5	3	11	13	10	4	2	0,7	0,4	45
Адлер	18-24	0,6	0,5	0,5	0,3	1	3	4	6	5	2	2	0,5	25
	24-6	0,8	1	0,2	0,8	2	6	10	12	9	4	2	0,5	48
	6-12	0,6	0,6	0,3	0,4	1	3	4	6	4	2	0,8	0,5	23
	12-18	0,3	0,3	0,3	0,4	0,8	4	4	5	3	1	0,9	0,7	21

В работе проведен анализ влияния межгодовой изменчивости атмосферной циркуляции на характеристиках грозовой деятельности, вычисленных за различные периоды лет.

В частности, проведен анализ режима гроз, по метеорологическим данным более позднего периода наблюдений по сравнению с более ранним периодом наблюдений.

Для этого в работе сопоставлены данные гроз по одним и тем же пунктам, но рассчитанные за два периода наблюдений с 1940-1979 гг. и с 1980-2019гг.

Полученные результаты позволяют прийти к выводу, что в целом за исследуемые периоды существенных отличий в режиме гроз не отмечено.

При этом, в одних пунктах, таких как Приморско-Ахтарск, Тихорецк, Сочи в первый период наблюдений с 1940 по 1979гг наблюдается небольшое увеличение количества гроз, а в других пунктах - Краснодар, Ачишхо, Красная Поляна – небольшое уменьшение гроз.

В целом, по данным всех шести метеорологических станций исследуемым в работе, среднегодовое число дней с грозой в первый период больше всего на 2-3 %. Причем, этот показатель в некоторых пунктах (например, в Тихорецке) составляет 46 %, а в целом по всей территории – в среднем 13 %. Результаты этого сопоставления приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Разность (Δ) между средним числом дней с грозой за периоды с 1940 по 1979 [13] и с 1980 по 2019гг [24]

периоды	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Приморско-Ахтарск													
1940 -1979		0,1	0,02	0,3	3	6	6	6	2	1	0,2	0,1	24,7
1980-2019		0,1		0,4	2	6	6	6	2	0,8	0,2	0,1	23,6
Δ	0	0	0,02	-0,1	1	0	0	0	0	0,2	0	0	1,12
Тихорецк													
1940 -1979	0,02	0,1	0,2	1	5	9	8	6	3	0,6	0,5	0,1	33,5
1980-2019		0,03	0,2	0,9	5	9	8	6	2	0,6	0,2	0,2	32,1
Δ	0,02	0,07	0	0,1	0	0	0	0	1	0	0,3	-0,1	1,39
Краснодар													
1940 -1979	0,2	0,1	0,1	0,8	5	8	7	5	2	1	0,4	0,3	29,9
1980-2019	0,2	0,1	0,1	0,6	5	8	7	6	2	0,9	0,5	0,2	30,6
Δ	0	0	0	0,2	0	0	0	-1	0	0,1	-0,1	0,1	-0,7
Ачишхо													
1940 -1979	0,1	0,4	0,5	2	6	11	11	10	5	3	2	1	52,0
1980-2019	0,7	0,4	0,5	2	6	11	12	10	6	3	1	0,9	53,5
Δ	-0,6	0	0	0	0	0	-1	0	-1	0	1	0,1	-1,5
Красная Поляна													
1940 -1979	0,8	0,8	0,8	1	6	10	10	10	6	4	2	1	52,4
1980-2019	0,6	0,8	0,7	2	5	10	11	10	6	4	2	0,8	52,9
Δ	0,2	0	0,1	-1	1	0	-1	0	0	0	0	0,2	-0,5
Сочи, оп. ст.													
1940 -1979	2	0,9	0,6	0,8	3	5	6	8	6	4	2	2	40,3
1980-2019	1	1	0,6	0,6	2	5	7	8	5	4	2	2	38,2
Δ	1	-0,1	0	0,2	1	0	-1	0	1	0	0	0	2,1
Среднее													
1940 1979	0,52	0,40	0,37	0,98	4,67	8,17	8,0	7,5	4	2,27	1,18	0,75	38,8
1980-2019	0,42	0,40	0,35	1,08	4,17	8,17	8,5	7,67	3,8	2,22	0,98	0,7	38,5
Δ	0,10	0	0,02	-0,1	0,5	0	-0,5	-0,2	0,2	0,05	0,2	0,05	0,32

Однако, при проведении анализа отдельно за холодный (ноябрь-март) и теплый (апрель-октябрь) периоды года, выявлены следующие различия.

В теплый период года во всех исследуемых пунктах, за исключением МС Сочи, отмечается небольшое уменьшение числа гроз за первый период на 2-4 %.

Но в холодное время года, наоборот, на всей территории за первый период по сравнению со вторым периодом наблюдается обратная тенденция – увеличение числа дней с грозой. Следовательно, можно сделать вывод, что за 39 лет с 1980 по 2019гг грозы холодного периода стали наблюдаться реже.

Для того, чтобы более точно выяснить, продолжается ли выявленная тенденция в режиме гроз, аналогичное сопоставление в динамике грозовой деятельности выполнено по данным для МС Краснодар Пашковская (таблица 3.9).

Таблица 3.9 – Разность (Δ) между средним числом дней с грозой за периоды 1940 -1979гг. и 1980-2019гг Краснодар, Пашковская [24]

Станция	периоды	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Красно- дар, Паш- ковская	1940 -1979	0,2	0	0,3	1,4	3,8	7	6	8,5	4,9	2,2	0,7	0,1	35,1
	1980-2019	0,1	0,1	0,1	0,4	4	8	6	6	2	0,7	0,5	0,2	28,1
	Δ	0,1	-0,1	0,2	1	-0,2	-1	0	2,5	2,9	1,5	0,2	-0,1	7,0

Из этой таблицы следует, что в Краснодаре в среднем за год в период с 1940 - 1979гг число дней с грозой было выше и составило 35,1 день, а в период наблюдений с 1980 по 2019гг всего 28,1 день.

Следовательно, можно сделать вывод, что, отмеченная тенденция уменьшения после 1980г, в режиме повторяемости гроз в Краснодаре, а возможно и на всей территории, не только продолжилась, но и усилилась. По-видимому, такое усиление режима гроз можно объяснить наблюдающейся тенденцией потепления климата.

3.2 Условия формирования и выпадения града на территории края

Град наносит большой ущерб хозяйственной деятельности. От града страдают главным образом сельскохозяйственные растения и сады, особенно в период цветения [1, с.49].

Распределение по территории числа дней с градом имеет много общих черт с распределением числа дней с грозой (таблица 3.10).

Таблица 3.10– Среднее число дней с градом по Краснодарскому краю

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Равнинная часть края													
Усть-Лабинск		0,03	0,03	0,08	0,3	0,6	0,4	0,2	0,1	0,02	0,1	0,02	1,9
Кушевская				0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,03	0,09	0,03		1,6
СтароМинская				0,2	0,4	0,3	0,3	0,2	0,08	0,1	0,03		1,6
Белоглинская		0,3	0,06	0,08	0,3	0,2	0,2	0,06	0,1	0,06	0,03	0,1	1,1
Каневская				0,07	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,07			1,0
Краснодар			0,02	0,09	0,4	0,4	0,3	0,09	0,04	0,03	0,08	0,04	1,5
Тихорецк			0,04	0,2	0,3	0,3	0,2	0,07	0,07	0,05		0,1	1,3
Тимашевская			0,05	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,03	0,05		0,03	1,0
Кореновск	0,03		0,03	0,2	0,4	0,5	0,3	0,2	0,2	0,1	0,03		2,0
Кропоткин	0,03		0,03	0,07	0,3	0,3	0,2	0,04	0,03			0,03	1,0
Первомайская				0,2	0,4	0,3	0,5	0,2	0,09	0,04			1,7
Темрюк		0,01	0,04	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,05	0,02	1,0
Славянск-на-Кубани		0,02	0,04	0,1	0,3	0,4	0,3	0,2	0,06	0,04	0,1	0,06	1,6
Крымск	0,03			0,03	0,3	0,2	0,2	0,2	0,09	0,06	0,03	0,03	1,2
Лабинск				0,1	0,6	0,4	0,3	0,3	0,06	0,06			1,8
Отрадная				0,3	0,6	0,9	0,3	0,3	0,06				2,5
Горная и предгорная части края													
Майкоп			0,05	0,2	0,6	0,4	0,2	0,07	0,05	0,05			1,6
Армавир			0,03	0,1	0,4	0,2	0,2	0,2	0,03				1,2
Мархотский Перев.	0,1	0,05	0,1	0,1	0,09	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	1,6
Белореченск			0,05	0,1	0,2	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1	0,02	0,02	1,4
Горячий Ключ			0,04	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,04	0,02			0,8
Калиновое Озеро	0,03	0,03	0,07	0,2	0,3	0,1	0,4	0,2	0,1	0,4	0,2	0,1	2,1
Гойтх	0,03	0,06		0,05	0,4	0,2	0,08	0,3	0,1	0,1	0,08	0,03	1,4
Бурное				0,2	0,5	0,6	0,4	0,2	0,2				2,1
Гузерибль		0,05	0,05	0,2	0,6	0,3	0,5	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	2,4
Ачишхо			0,08	0,7	2,7	2,5	1,8	1,8	1,3	1,0	0,2		12,1
Красная Поляна	0,02	0,07	0,09	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,04	0,2	0,04	0,07	1,6
Прибрежная часть края													
Анапа	0,06	0,08	0,08	0,04	0,02	0,2	0,1	0,08	0,06	0,09	0,06	0,1	1,0
ПриморскоАхтарск			0,02	0,06	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,06	0,04	1,2
Ейск													
Тамань	0,06	0,03	0,1	0,06	0,2	0,2	0,2		0,3	0,06	0,06	0,06	1,1
Новороссийск	0,04	0,1	0,04	0,1	0,4	0,1	0,1	0,08	0,08	0,1	0,1	0,06	0,9
Джубга	0,1	0,3	0,04	0,07	0,07	0,07	0,04	0,1	0,07	0,1	0,1	0,2	1,3
Геленджик	0,2	0,2	0,05	0,1	0,2	0,5	0,5	0,09	0,2	0,2	0,1	0,3	1,8
Туапсе	0,3	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	2,4
Сочи, оп. ст.	0,1	0,1	0,05	0,08	0,05	0,1	0,07	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	1,6
Адлер	0,3	0,1	0,08	0,1	0,03	0,08	0,05	0,05	0,2	0,08	0,3	0,3	1,7
Среднее по краю	0,04	0,05	0,04	0,13	0,36	0,36	0,26	0,17	0,14	0,13	0,07	0,07	1,79

На большей части территории среднегодовая повторяемость града составляет 1-2 дня. Лишь в горных районах она увеличивается до 2-6 дней, а в Ачишхо, на южном высокогорном склоне она достигает 12 дней (рисунок 3.6),

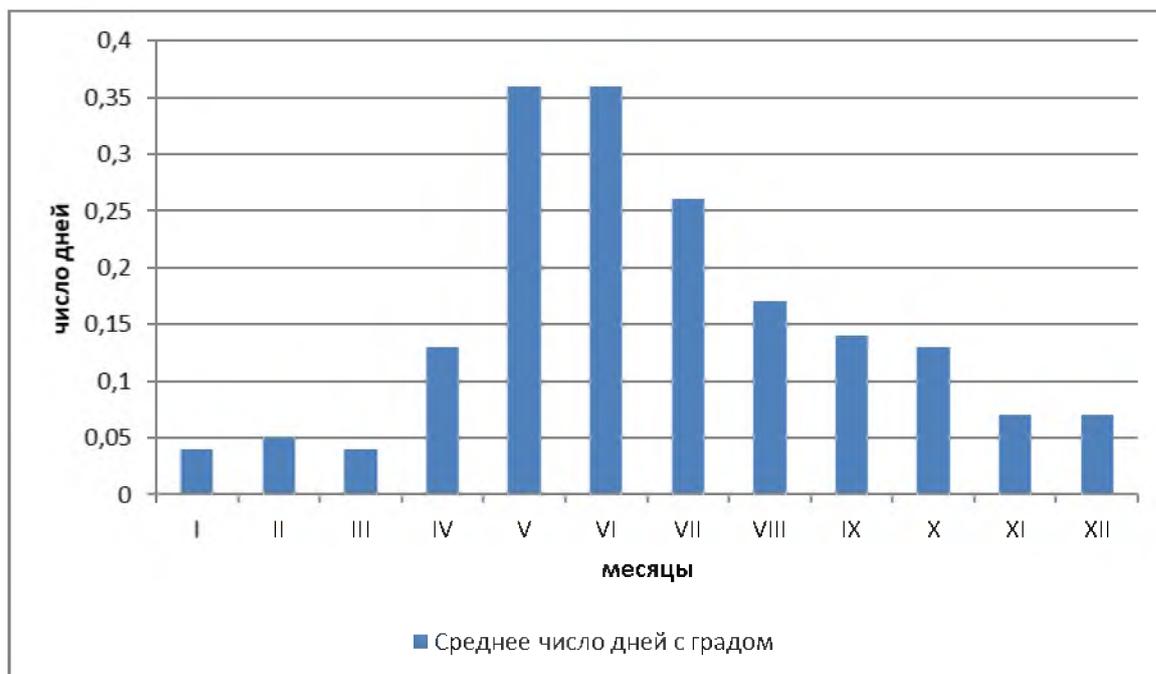


Рисунок 3.6 – Среднемесячные данные о числе дней с градом по Краснодарскому краю

Местные условия влияют на выпадение града примерно также, как и на грозы. Отмечается усиление градовых процессов в предгорной и горной территории.

Так, на северных склонах Центрального Кавказа такой эффект наблюдается до высот 2600-2800 метров над уровнем моря, а на южных склонах – до высоты 2000-2200 м. моря и другие крупные водоемы, наоборот, снижают интенсивность градовых процессов.

Наблюдения на станциях, расположенных в непосредственной близости к водоемам, показывают уменьшение числа случаев с градом в 1,5-2 раза по сравнению со станциями, удаленными от берегов.

В отдельные годы град может выпадать значительно чаще: от 3 до 6 дней на равнинной части и до 9 дней – в горах. В Ачишхо было зафиксировано максимальное количество дней с градом за год – 27 [24].

В среднем по территории град может наблюдаться в течение всего года. Однако чаще всего он выпадает в мае-июне (0,36 дней в месяц) и в июле (0,26 дней) и очень редко - в январе-марте (0,04-0,05 дней) (таблица 3.11).

Таблица 3.11 – Наибольшее число дней с градом по Краснодарскому краю

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Равнинная часть края													
Усть-Лабинск		1	1	1	3	2	3	2	1	1	2	1	8
Кущевская				2	2	2	2	2	1	1	1		6
Староминская				2	2	2	2	1	1	1	1		6
Белоглинская		1	1	2	2	2	2	1	1	1	1		4
Каневская				1	2	1	2	2	1	1			4
Краснодар			1	1	2	4	2	1	1	1	2	1	5
Тихорецк			1	2	2	3	2	1	2	1		2	5
Тимашевская			1	1	1	1	2	1	1	1		1	3
Кореновск	1		1	2	2	2	2	1	2	1	1		5
Кропоткин	1		1	1	2	2	1	1	1			1	3
Первомайская				1	1	3	2	1	1	1			5
Темрюк		1	1	2	2	2	2	2	3	2	1	1	6
Славянск-на-Кубани		1	1	1	3	2	2	1	1	1	1	1	5
Крымск	1			1	2	2	2	2	2	1	1	1	5
Лабинск				1	4	3	2	2	1	1			8
Отрадная				2	2	3	3	2	1				5
Горная и предгорная части края													
Майкоп			1	2	5	3	2	2	1	1			6
Армавир			1	2	4	1	2	2	1				5
Мархотский Перев.	1	1	1	1	2	2	1	1	3	1	2	1	5
Белореченск			2	2	1	3	2	2	1	1	1	1	6
Горячий Ключ			1	2	2	2	1	2	1	1			3
Калиновое Озеро	1	1	1	2	2	2	2	2	1	3	1	1	6
Гойтх	1	1		1	3	2	1	2	2	1	2	1	9
Бурное				2	3	3	2	1	2				6
Гузерибль		2	1	2	3	4	2	3	1	1	1	1	6
Ачишхо			1	4	10	8	6	6	5	5	1		27
Красная Поляна	1	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1	7
Прибрежная часть края													
Анапа	1	2	1	1	1	2	1	2	2	2	1	2	6
ПриморскоАхтарск			1	1	2	2	1	3	3	3	1	1	4
Ейск			1	1	1	2	1	1	1	1	1		4
Тамань	1	1	1	1	2	2	2		1	1	2	1	3
Новороссийск	1	1	1	2	1	2	1	2	1	3	1	1	4
Джубга	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	5
Геленджик	4	3	1	2	3	1	1	1	3	2	2	3	6
Туапсе	3	2	2	2	1	2	1	1	1	2	2	2	9
Сочи, оп. ст.	2	2	1	2	2	1	1	1	2	2	3	3	7
Адлер	3	3	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	6

Во время теплого полугодия (с апреля по сентябрь) град в течение многолетнего периода фиксировался на всей исследуемой территории.

В холодное полугодие (октябрь-март) в некоторых районах (пунктах) за весь многолетний период град не наблюдался ни разу. Такие неблагоприятные

условия для образования града в январе-феврале складываются примерно на 57 % территории.

В ноябре-декабре подобные условия формируются в гораздо меньших масштабах – на 37 % территории.

Относительно небольшая часть пунктов, в которых не выпадал град, приходится на март (24 %) и октябрь (15 %) [24].

В некоторых случаях выпадение града принимает катастрофические размеры.

В отдельные годы в некоторых районах Краснодарского края может выпасть крупный град, который полностью уничтожает посевы.

В районах, где большое распространение имеет отгонное животноводство, град представляет опасность для скота и даже иногда приводит к его гибели.

Так, например, по данным МС Отрадная 7 июня 1938 г. наблюдался град такой интенсивности, что образовал слой, достигавший местами 30 см.

Иногда даже кратковременное выпадение града способно нанести большой ущерб. Такой случай зафиксирован в районе МС Курганная Краснодарского края 17 мая 1939 г. Он начался в 14 час. 42 мин. и прекратился в 14 час. 44 мин., т.е., продолжался всего 2 мин. Однако за это время градины, достигавшие 3 см в диаметре, сумели опустошить полосу земли, шириной 1,5 км. Град нанес повреждение посевам, фруктовым деревьям, было побито много домашней птицы, имелись даже случаи ранения людей [24].

Выпадение града над исследуемой территорией связано, как правило, с прохождением областей пониженного давления, неустойчивостью воздушных масс и местными орографическими факторами [12, с.213].

Чаще всего град выпадает при меридиональном типе циркуляции. В качестве примера можно привести случай, наблюдавшийся 19-20 июля 1965 г, когда град был зафиксирован в Тихорецке, в Адыге-Хабльском районе, а также на юго-западе Ставропольского края (на метеостанциях Труновское, Сергиевка, Ново-Александровская) [24].

Его образование и выпадение было связано с прохождением малоподвижного фронта окклюзии в области ложбины и циклона с центром над Свердловском.

Развитию мощной кучево-дождевой облачности способствовали большая влажность воздуха в значительном слое тропосферы, резкие температурные различия по высотам, а также сильные вертикальные токи в условиях своеобразной орографии.

В районе Тихорецка величина отдельных градин, имевших форму плоских и треугольных кусков льда, была со спичечную коробку. Выпадение града наблюдалось в течение 5-7 минут, в результате чего образовался слой града толщиной в 10-15 см. Был нанесен большой ущерб сельскому хозяйству. Повреждены до 445 га отдельных сельскохозяйственных культур и сады [24].

В ночь с 19 на 20 июля было также отмечено выпадение града в Адыгге-Хабльском районе. Здесь слой града толщиной 5-7 см сохранялся в течение 6-8 часов, а размер градин достигал 2-2,5 см.

Нанесен значительный ущерб сельскохозяйственным культурам, повреждены крыши и побиты стекла домов. В этот же день град наблюдался и в районе станции Ново-Александровская, где были повреждены виноградники, сады и другие культуры на площади 2977 га [24].

Заключение

На основании проделанной работы сделаны следующие выводы:

Гроза - атмосферное явление, которое обусловлено активным облакообразованием и возникновением электрических разрядов – молний. Гроза сопровождается звуковыми раскатами в виде грома. Для грозы характерным является выпадение ливневых осадков из кучево-дождевых облаков.

Для активных грозовых процессов благоприятными условиями являются развитие мощных вертикальных конвективных движений влажного воздуха и определенные синоптические условия. Определенную роль играют физико-географические условия территории, особенно свойства подстилающей поверхности.

В зависимости от синоптических условий грозы делятся на внутримассовые и фронтальные.

Внутримассовые грозы подразделяют на конвективные (тепловые), адвективные и орографические.

Конвективные (тепловые) грозы чаще всего возникают во второй половине дня, когда конвекция достигает своего максимального развития.

Адвективные внутримассовые грозы возникают после прохождения холодных фронтов в массах морского умеренного воздуха.

Фронтальные грозы чаще всего наблюдаются в первой половине лета, на ЕТР и подразделяются на грозы холодного фронта, теплого фронта и фронта окклюзии.

По орографическим условиям территория Краснодарского края делится на две крупные части – равнинную, занимающую северную и северо-восточную части края, и горную, представляющую собой южную и юго-восточную части края.

Более четверти всех гроз, возникающих на территории Краснодарского края связаны с наличием над территорией малоградиентного барического поля

и внутримассовыми процессами, которые наиболее благоприятны для формирования гроз в нижнем бассейне р. Кубань.

На всей территории края в среднем в течение года наблюдается 33 дня с грозой, причем, большее число дней с грозой наблюдается в летние месяцы.

Грозовая активность существенно изменяется от пункта к пункту. В Ейске среднегодовое число дней с грозой составляет всего 19, а в Ачишхо – 54 дня.

Наибольшее число дней с грозовой деятельностью по всему краю составляет 52 дня. В отдельные годы в Ейске было зафиксировано 29 грозовых дней, а в Ачишхо – 91.

Прослеживается общая тенденция заметного увеличения числа дней с грозой с севера на юг, что связано с увеличением влажности, и более сложным рельефом подстилающей поверхности при движении в этом направлении.

Чаще всего грозы наблюдаются в летний период времени, в июне или в июле, когда более интенсивны конвективные движения воздуха и наиболее развита атмосферная турбулентность. В среднем в данные месяцы отмечается от 6 до 9 дней с грозой. В предгорьях и горной местности максимум увеличивается до 10-14 дней.

Минимум грозовой активности приходится на период с января по март.

Суммарная продолжительность гроз, в среднем за год по территории, колеблется от 50 до 100 часов и более. При этом наблюдается тенденция увеличения продолжительности грозовых процессов с севера на юг.

В целом за год, максимум грозовой активности приходится на вторую половину дня, с 15 до 18 час, когда в атмосфере наиболее интенсивно проявляются конвективные процессы. Максимальное количество дней с градом за год составляет 27 дней на МС Ачишхо.

Список использованной литературы

1. Архипова, Е.П. Карты географического распределения числа дней с грозой по территории СССР. – Труды ГГО, вып.74,1954. – с. 41-60.
2. Беленцова, В.А. Территориальное распределение гроз на Северном Кавказе в зависимости от синоптических условий. – Труды ВГИ, вып. 17, 1970. – с.64-78.
3. Ватьян, М.Р., Песков, Б.Е. К характеристике грозовой деятельности в предгорных и горных районах Северного Кавказа. – Труды ГМЦ СССР, вып. 105, 1973. – с. 109-116.
4. Ветлов, И.П., Вельтищев, Н.Ф. Руководство по использованию спутниковых данных в анализе и прогнозе погоды. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 200 с.
5. Воробьев, В.И. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 616с.
6. Глушкова, Н.И., Лапчева, В.Ф. Руководство по прогнозу ОЯ по данным метеорологических локаторов и искусственных спутников Земли. – М.: ФСР по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 1996. – 250с.
7. Дроздов, О.А. Методы климатологической обработки метеорологических наблюдений. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 568 с.
8. Ермаков, Е.И., Стожков, Ю.И. Физика грозовых облаков /краткие сообщения по физике. – М.: ФИАН, 2004. – 438 с.
9. Калинин, Н.А., Смирнова, А.А. Исследования радиолокационных характеристик для распознавания опасных явлений погоды, связанных с кучево-дождевой облачностью // Метеорология и гидрология. – 2005. – № 1. – 250с.
10. Качурин, Л.Г. Методы метеорологических измерений. – Л.: Гидрометиздат, 1985. – 235 с.
11. Лачинов, Д. Основы метеорологии и климатологии. – СПб.: Издание А.Ф. Девриена, 1895. – 563 с.
12. Лотышев, И.П. Северный Кавказ. Гидрометеорологическое издательство–

Л., 1968.– 325с.

13. Маланичев, С.А., Брылев, Г.Б. Метеорологические автоматизированные радиолокационные сети. – СПб.: Гидрометеоздат, 2002. – 330 с.

14. Матвеев, Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. – Л.: Гидрометеоздат, 2006. – 380 с.

15. Минакова, Н.Е. Методическое письмо. Комплексное использование данных ИСЗ и МРЛ в анализе атмосферных фронтов. – Л.: Гидрометеоздат, 1986. – 150с.

16. Нагалецкий, Ю.Я., Чистяков, В.И. Физическая география Краснодарского края. – Краснодар: изд. «Северный Кавказ», 2003. – 256 с.

17. Никандрова, В.Я., Шишкина, Н.С. Исследования облаков, осадков, грозового электричества. – Л.: Гидрометеоздат, 1971. – 350 с.

18. Орехов, С.Я., Молодкин, П.Ф., Дугуян, Д.К. По Северо-Западному Кавказу. – Ростов, 1968. – 116 с.

19. Роджерс, Р.Р. Краткий курс физики облаков. –Л.: Гидрометиздат, 1960. – 130 с.

20. Семенченко, Б.А. Физическая метеорология / Б.А. Семенченко. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 416 с.

21. Сергин, С.Я, Яйли, Е.А., Цай, С.Н., Потехина, И.А. Климат и природопользование Краснодарского Причерноморья. – СПб. РГГМУ, 2001. – 189 с.

22. Чеповская, О.И. Аэросиноптические условия выпадения града в предгорных районах Северного Кавказа. – Труды ВГИ, вып. 20, 1972. –с. 36-50.

23. Шишкин, Н.С. Облака, осадки и грозовое электричество. – Л.: Гидрометеоздат, 1964. – 220с.

24. Фондовые материалы Краснодарского ЦГМС.