



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(бакалаврская работа)

На тему «Анализ развития конвективных процессов в
Северо-Западном регионе»

Исполнитель Закревский Дмитрий Александрович

Руководитель кандидат физико-математических наук, доцент
кафедры МКОА

Кашлева Лариса Владимировна

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

(подпись)

кандидат физико-математических наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Сероухова Ольга Станиславовна

« 15 » 06 2020 г.

Санкт-Петербург

2020

Оглавление

Введение.....	3
ГЛАВА 1. Особенности развития конвективных процессов в атмосфере.....	5
1.1 Понятие и виды конвекции	5
1.2 Конвективные облака.....	9
1.2.1 Классификация кучево-дождевых облаков	9
1.2.2 Атмосферные условия образования кучево-дождевых облаков	11
1.2.3 Стадии жизни кучево-дождевых облаков.....	15
1.3 Явления, сопровождающие кучево-дождевые облака	17
1.3.1 Ливни	17
1.3.2 Грозы	18
1.3.3 Град.....	21
1.3.4 Крупа	23
ГЛАВА 2. Физико-географическая и климатическая характеристика Северо-Западного региона.....	25
2.1 Физико-географическая характеристика Северо-Западного региона	25
2.2. Климатическая характеристика Северо-Западного региона	30
ГЛАВА 3. Анализ особенностей развития ливневых осадков, гроз, крупы и града в Санкт-Петербурге за период 2017-2019 годы	41
3.1 Исходные данные	41
3.2 Исследования особенностей ливневых осадков в Санкт-Петербурге	41
3.3 Исследование особенностей гроз в Санкт-Петербурге	44
3.4 Исследование особенностей крупы в Санкт-Петербурге.....	51
Заключение	54
Список использованной литературы.....	56
Приложение 1	57
Приложение 2	72

Введение

Конвективная облачность, ливневые осадки, грозы, крупа и град – это одни из самых опасных, изменчивых во времени и пространстве, и трудно прогнозируемых метеорологических явлений, сведения о которых представляют актуальность, как в научном плане, так и аналогично для решения ряда практических проблем в метеорологии и климатологии. Конвективные явления в атмосфере проявляют себя в различных масштабах, от мезомасштабных процессов развития термической конвекции в неустойчиво стратифицированной атмосфере до развития конвективных облаков фронтального типа, которые занимают внушительные по площади территории. Во всех случаях значительное воздействие на развитие конвекции, образование ливней, гроз, града и крупы оказывает рельеф, определяя, в свою очередь, достаточно неоднородный характер их распределения в пространстве и времени. Если учитывать сложный физический механизм формирования ливневых осадков, гроз, крупы и града, недостаточную изученность закономерностей изменчивости во времени и пространстве и тот факт, что конвективным явлениям зачастую присущ локальный характер, predetermined воздействием подстилающей поверхности, то неминуемым шагом на пути к решению данных проблем могут быть отнесены региональные исследования. Поэтому представляет интерес исследование закономерностей распределения ливневых осадков и гроз и условий их образования с применением эмпирических данных последних лет, что позволит лучше изучить и понять физические процессы образования конвективных явлений.

Актуальность темы: Гроза, град, крупа и ливневые осадки в кучево-дождевых облаках являются опасными явлениями для многих видов производственной деятельности. Поэтому их анализ является актуальной темой для исследований.

Цель работы: Изучение и анализ развития конвективных процессов в Северо-Западном регионе.

Задачи дипломной работы:

- 1) Сбор данных о конвективных явлениях из архива погоды.
- 2) Анализ исследования и сравнительный анализ за разные периоды измерений.
- 3) Анализ полученных результатов.

Структура работы:

Выпускная квалификационная работа содержит 57 страниц . Состоит из введения, 3 глав, разделенных на подглавы, заключения, списка используемых источников.

ГЛАВА 1. Особенности развития конвективных процессов в атмосфере

1.1 Понятие и виды конвекции

Возникновение конвекции происходит в связи с прогревом отдельных воздушных масс при неустойчивой стратификации в нижних слоях атмосферы. Над сушей в теплое время года в облаках пониженного давления создаются наиболее благоприятные условия возникновения конвективных движений. Неустойчивая стратификация появляется под воздействием притока прямой солнечной радиации вблизи земной поверхности. Отдельные перегретые массы воздуха начинают ускоренно передвигаться по вертикали вверх при таких условиях.

Развитие конвекции обусловлено распределением температуры в атмосфере по высоте. Восходящий воздух поднимается до того момента, пока его температура остаётся выше температуры окружающего воздуха; нисходящий воздух, в свою очередь, опускается до тех пор, пока он холоднее окружающего воздуха. Но восходящий воздух из-за расширения охлаждается на $1^{\circ}\text{C}/100\text{м}$ подъёма (пока в нём не начался процесс конденсации) — сухоадиабатический градиент, а после начала конденсации (образования облаков), сопровождающейся выделением скрытой теплоты, — на переменную величину в несколько десятых долей $1^{\circ}\text{C}/100\text{м}$ подъёма (влажноадиабатический градиент). Поэтому для поддержания конвекции нужно, чтобы вертикальный градиент температуры в атмосферном столбе был больше сухоадиабатического градиента до уровня, на котором начинается конденсация, и больше влажноадиабатического над данным уровнем, то есть атмосфера должна обладать неустойчивой стратификацией. Эти условия создаются летом в воздухе над прогретой сушей и во все времена года в воздухе, который движется с более холодной на более тёплую поверхность. Слои с малыми вертикальными градиентами температуры, в

особенности с инверсиями температуры, являются задерживающими слоями для конвекции.

Далее рассмотрим виды конвекции.

Термическая конвекция - это конвекция, возникающая сама в веществе, когда оно прогревается неравномерно. Чтобы естественная конвекция появлялась надо, чтобы происходил какое-нибудь охлаждение снизу или же нагрев сверху.

Вследствие термической конвекции образуются облака и многочисленные явления, которые происходят в атмосфере. Если в каком-либо воздушном объеме есть недостаток плотности, то возникает конвекция, называемая термической. Одну из главных ролей в формировании над сушей, играет теплофизическая неоднородность подстилающей поверхности, которая приводит к тому, что сменяются теплые и холодные ее участки. В пограничном слое атмосферы, из-за нагрева воздуха над более теплыми участками, появляются зоны с плотностью меньшей, чем плотность окружающего воздуха.

Не достигнув уровня конденсации, термическая конвекция будет сухоадиабатической. Превысив уровень конденсации, термическая конвекция будет влажноадиабатической. Для термической конвекции благоприятное время года – лето, в основном в дневное время.

Динамическая конвекция или как ее еще называют «вынужденная». Вещество перемещается благодаря действию на него внешних сил. Эта конвекция образуется: а) при взаимодействии потока с подстилающей поверхностью, б) когда конвергенция рядом с подстилающей поверхностью. Когда воздух поднимается, он способствует динамическому потоку натекать на горные склоны .

Вынужденные вертикальные движения воздуха встречаются в виде упорядоченных, восходящих скольжений и в виде вертикальных движений.

При натекании теплого воздуха по клину холодного наблюдается восходящие скольжения. Вертикальная скорость таких движений составляет несколько сантиметров в секунду, а горизонтальная протяженность зон - несколько сотен и даже тысяч км (на теплом фронте).

Вертикальные движения происходят при активном подклинивании холодного воздуха под теплый (на холодном фронте) и, кроме этого, при встрече и натекании воздуха на крупные препятствия, такие как: холмы, сопки, горные хребты и т. д.

Вертикальная скорость при таких вынужденных вертикальных движениях может быть от нескольких десятков сантиметров в секунду (на медленно движущемся холодном фронте) до нескольких метров в секунду, а иногда и до 15-20 м/сек (в облаках быстро движущегося холодного фронта и при вынужденном движении воздуха вдоль склонов гор).

Свободная конвекция является первопричиной почти всех движений в атмосфере. Энергия большинства движений в океане на 80—90% обусловлена, индуцирована конвективными движениями атмосферы и на 10—20% свободной конвекцией, появляющейся в самом океане. В настоящее время практически неоспоримо, что в ходе длительного времени мантия Земли течет, участвуя в конвективном движении, возможна конвекция и в ядре планеты. Свободная конвекция делится на 2 основных типа: рэлеевская, которая обусловлена сверхадиабатическим вертикальным градиентом плотности при однородности тепловых и плотностных условий по горизонтали, и боковая, вызванная неоднородностью данных условий. Примерами боковой конвекции в атмосфере являются междуширотная циркуляция воздуха, которая вызвана неоднородным тепловым режимом на различных широтах, циркуляция муссонного типа, которая связана с постоянным или сезонным отличием теплового режима на поверхности материков и океанов, бризовая циркуляция, образующаяся в итоге неодинакового нагрева поверхности моря и материка или различных

областей суши в суточном ходе изменения их теплового режима. Так, к образованию над большими пространствами небольших облаков приводит конвекция, которая является примером вертикальной классической рэлеевской конвекции в атмосфере. Свободная конвекция имеет схожесть с термической:

1) до уровня конденсации – сухоадиабатический

2) после – влажноадиабатический

Замечать этот вид конвекции возможно во многом в теплых секторах, он может быть и весной, и осенью. И не имеет значения какое время суток, важно, чтобы был небольшой прогрев от земной поверхности.

Фронтальные Сb возникают при встрече теплых и холодных масс воздуха на атмосферном фронте. Теплый воздух поднимается по клину холодного. Медленный подъем теплого воздуха ведет к его адиабатическому охлаждению и конденсации водяного пара. В конечном итоге появляется сложная облачная система, она захватывает все облачные ярусы. Самая мощная часть системы (высотой 5-6 км) располагается рядом с фронтом (слоисто-дождевые Ns).

На следующем ярусе им на смену приходят As (высокослоистые), а еще выше Cs (перисто-слоистые), обычно перед ними наблюдают Ci (перистые облака), имеющие форму гряд, которые находятся в сотнях километров от фронта.

Инверсионный слой задерживает перенос. Под слоем инверсии скапливается водяной пар и его радиационное выхолаживание. Происходит возникновение облаков, имеющих волнистую структуру, такие как слоистые, высоко-кучевые и слоисто-кучевые.

1.2 Конвективные облака

1.2.1 Классификация кучево-дождевых облаков

Одноячейковые (Ordinary) – вертикальной протяжённостью (толщиной) от 1-2 км (зимой) до 3-4 км (летом), диаметром 1—3 км. С ними связаны кратковременные ливневые осадки, иногда слабые грозы.

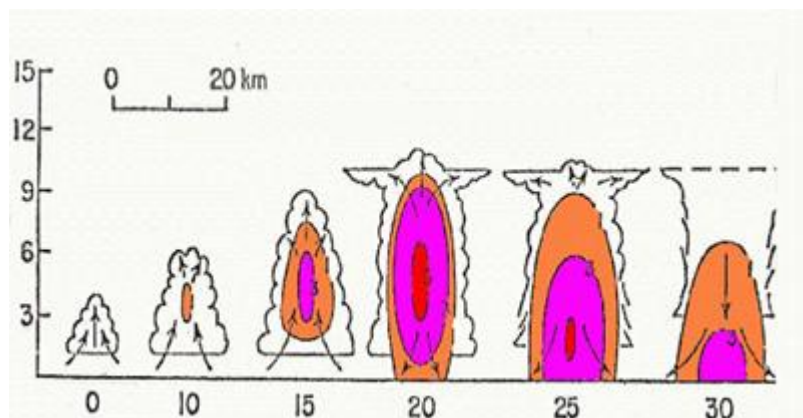


Рис.1.1 - Цикл жизни одноячейкового облака

Мультиячейковые (Multicell) – это наиболее распространённый тип гроз, который связан с мезомасштабными возмущениями. Они состоят из групп одноячейковых облаков, слившихся в общее скопление (кластер), у которого формируется единая наковальня сверху. Каждая ячейка в кластере идентична одноячейковому облаку и находится на разных стадиях развития грозового облака, рассмотренного выше. На рисунке 1.2 приведена схема многоячейкового облака. На нем цифрой I отмечена ячейка, находящаяся в стадии распада, ячейка II находится в стадии зрелости, а ячейки III и IV только развиваются. Мультиячейка на схеме движется справа налево, стрелки показывают направление воздушных потоков.

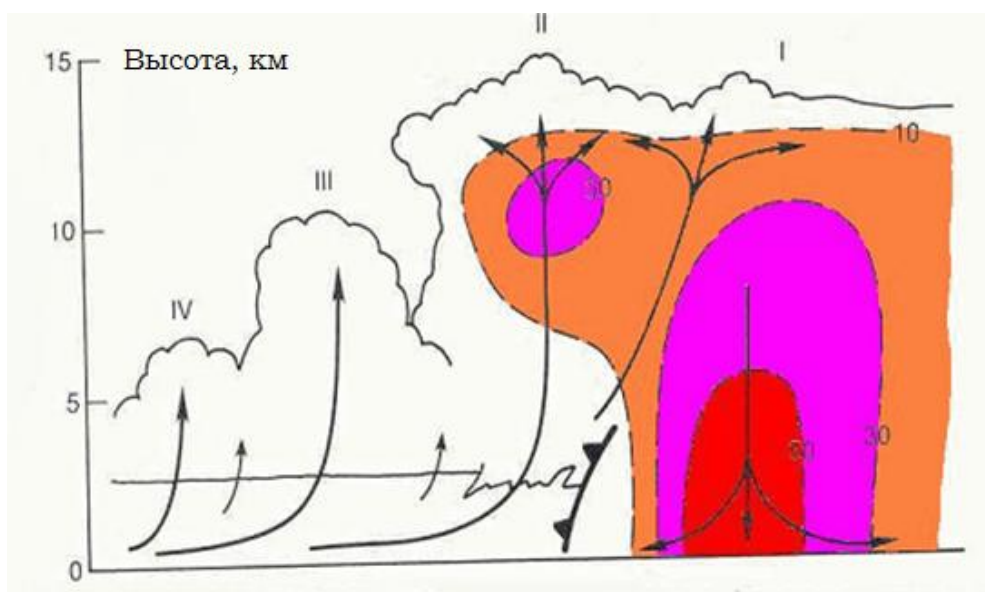


Рис. 1.2 – Схема многоячейкового облака

С мультячейками связаны интенсивные ливни, грозы, шквалы, иногда град. Это самый часто наблюдаемый класс кучево-дождевых облаков в средних широтах в летний период.

Каждая отдельная ячейка в многоячейковом кластере находится в зрелом состоянии около 20 минут, а сам многоячейковый кластер может существовать в течение нескольких часов. Диаметр этого многоячейкового скопления составляет порядка 15—20 км, толщина 7—10 км, вершины ячеек нередко поднимаются до тропопаузы и проникают в стратосферу. Данный тип грозы обычно более интенсивен, чем одноячейковая гроза, но намного слабее суперячейковой грозы.

Суперячейковые (Supercell) — представляют собой одну ячейку огромных размеров: диаметр порядка 50 км, толщина — 10—15 км (нередко проникают в стратосферу) с единой полукруглой наковальней. С суперячейкой связана целая система вертикальных и горизонтальных движений воздуха и небольшое барическое возмущение — мезоциклон. Суперячейки являются причиной сильнейших грозы и ливни, шквалы, град, зачастую торнадо (смерчи). Их редко можно заметить в средних широтах (в отдельно взятом пункте не ежегодно), в России чаще встречаются в

Кавказском регионе. Для образования суперъячейкового облака необходима очень сильная конвективная неустойчивость воздуха (при этом обычно температура воздуха у земли (до грозы) составляет $+27...+30$ °С и выше) и мощное струйное течение в верхней тропосфере, резкое увеличение скорости ветра с высотой и некоторый поворот его. Благодаря большим вертикальным сдвигам ветра происходят завихрённости поднимающегося потока и образование мезоциклона. В итоге для формирования суперъячейки благоприятен тёплый сектор циклона недалеко перед холодным фронтом, вблизи оси высотной фронтальной зоны и соответствующего ей струйного течения.

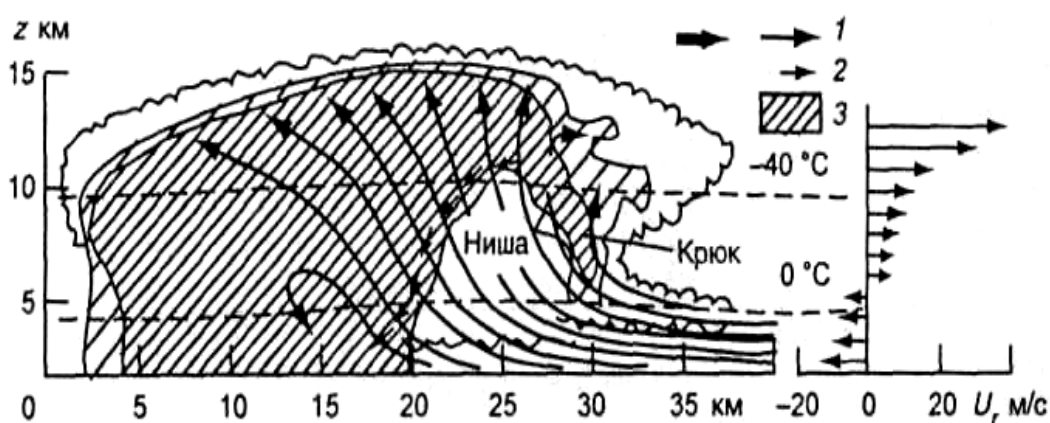


Рис. 1.3 – Схема строения суперъячейкового облака

1.2.2 Атмосферные условия образования кучево-дождевых облаков

Очень мощные и плотные облака, сильно вытянутые в высоту. Нижняя граница кучево-дождевых облаков находится в двух километрах над землёй, но верхняя может простираться и до 14 км.

Второе название этого вида облаков - грозовые. Именно они приносят грозу и страшные ливни. Поэтому их отличительной чертой является тёмный цвет (содержат много влаги).

1. Конвективная неустойчивость атмосферы

По происхождению кучево-дождевые облака относятся к облакам конвекции. Из конвективных облаков выпадают мощные, но краткосрочные ливневые осадки. Конвекция - атмосферные движения, которые характеризуются подъемом воздуха в виде струй или замкнутых объемов, так называемых пузырей. Она появляется, если существует начальный импульс - спусковой механизм, роль которого обычно играют или атмосферная турбулентность или динамически обусловленные упорядоченные мезомасштабные восходящие потоки. Физические процессы, из-за которых происходит конвекция, помогают разделить ее на подвиды: свободную (термическую) и вынужденную (динамическую). Узнать, будет ли формироваться конвекция или нет, можно благодаря оценки устойчивости термической стратификации атмосферы относительно вертикальных перемещений воздуха. При неустойчивой стратификации дефицит плотности в воздухе во время его подъема увеличивается и конвекция, в свою очередь, усиливается, а при устойчивой стратификации затухает. Для определения устойчивости стратификации по отношению к динамической конвекции используется введенное в 1952 году К. Россби понятие конвективной неустойчивости. Образуется при вынужденном подъеме изначально устойчивого влажного воздушного слоя конечной толщины до уровня конденсации Z_k и выше него. Если $Z > Z_k$, то воздух имеет устойчивую стратификацию и независимо от значения γ на высотах $Z > Z_k$ говорят о конвективной устойчивости. И, наоборот, когда при $Z > Z_k$ стратификация является влажнонеустойчивой, видна конвективная неустойчивость. Понятие конвективной неустойчивости используют для выяснения условий развития конвекции при упорядоченном крупномасштабном подъеме воздуха. Если воздух, который поднимается вверх конвективно устойчив, то в нем образуются только пространственно-однородные слоистообразные облака,

такие как Ns или As. При конвективной неустойчивости наряду с Ns и As, образуются так же Cu и Cb.

2. Влажность и температура

Не маловажную роль играет значение относительной влажности у земли, из-за того, что там зарождается большая часть термиков. Высота основания Cu и Cb, а также уровень влияния на параметры облаков процесса вовлечения зависит от влажности и распределения влажности с высотой в конвективном слое. Значения T и f_0 являются определяющими влагосодержания воздуха у основания облака, его водность и количество тепла, выделяющееся при фазовых переходах, и потому является главным источником энергии кучево-дождевой конвекции. Особенности температурной стратификации атмосферы на уровне верхней границы облака является первопричиной того, что кучево-дождевое облако приобретает форму «наковальни», так как воздух в верхней части тропосферы перестает охлаждаться (тропопауза), и температура не меняется, что можно охарактеризовать как «термальный потолок». Этот «потолок» не дает облаку расти, а оно растекается под ним. Запас теплого и влажного воздуха – это наиболее важное условие образования кучево-дождевой облачности. Воздух является источником энергии, он питает облако, которое, в свою очередь, растет. Восходящие потоки в центре облака достигают значений 40-110 км/ч, а воздушное течение, которое порождает эти потоки, называется притоком. Когда притекающий воздух теплый и влажный, во время образования в облаке капель воды, высвобождается большое количество теплоты. Эта энергия, высвобождающаяся при конденсации водяного пара, ведет к тому, что воздушные массы в центре облака становятся подвижными, они таким образом усиливают восходящие потоки и способствуют росту кучево-дождевого облака.

3. Ветер

Ветры, которые дуют в тропосфере вокруг Сб, с увеличением высоты должны значительно усиливаться в том же направлении, куда движется облако, вынуждая его наклоняться вперед. В обратном случае (без наклона) создается ситуация, которая является угрозой для жизни облака, так как его центральная башня служит местом формирования осадков и районом мощных восходящих потоков. Во время прохождения осадков вдоль облака, происходит охлаждение воздуха. Осадки частично испаряются и увлекают облако за собой. Так образованный быстропадающий нисходящий воздушный поток имеет возможность поглотить восходящий поток и, тем самым, в короткий промежуток времени «убить» ранее достаточно мощное кучево-дождевое облако. Эти нисходящие потоки достигают поверхности земли и растекаются, часто создавая слой низких облаков на переднем фронте. В том случае, когда ветры способствуют тому, чтобы облако наклонилось, осадки выпадают немного позади восходящего потока, тем самым снижая его возможность остановить рост облака.

4. Подстилающая поверхность

Неоднородность подстилающей поверхности - одно из основных условий появления кучево-дождевой облачности. По причине этой неоднородности некоторые участки поверхности будут прогреты сильнее, а какие-то – слабее. Из вышеизложенного ранее мы знаем, что развитие кучево-дождевой облачности зависит от температуры и влажности (в том числе и на уровне земли).

5. Синоптическая ситуация

Как внутримассовые, так и при фронтальные условия могут создавать условия, которые способствуют развитию кучево-дождевых облаков. Если принять во внимание внутримассовые условия, то в большинстве случаев конвективная возникает развитие облачности в заполняющихся депрессиях, в тыловой периферии антициклонов и, реже, в центральной части ослабления антициклонов.

1.2.3 Стадии жизни кучево-дождевых облаков

Первая стадия – *стадия начального развития* наблюдается с момента появления облака до выпадения осадков. При благоприятных условиях образующиеся кучевые облака быстро развиваются как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях, в то время как восходящие потоки обнаруживаются почти во всем объеме облака и увеличиваются до 5 м/с. Нисходящие потоки очень слабые. Окружающий воздух активно проникает в облако благодаря смещению на границе и вершине облака. Облако переходит в стадию *Cumulus mediocris*. Мельчайшие капли воды, образовавшиеся в результате конденсации в таком облаке, сливаются в более крупные, которые уносятся сильными восходящими потоками вверх. Все еще однородное облако состоит из капель воды, которые удерживаются восходящим потоком, следовательно осадки не выпадают. В верхней части облака, когда частицы воды попадают в зону отрицательной температуры, капли начинают постепенно превращаться в кристаллы льда. Облако переходит в стадию мощно-кучевого облака (*Cumulus congestus*). Смешанный состав облака приводит к увеличению облачных элементов и созданию условий для выпадения осадков. Такое облако называется кучево-дождевым (*Cumulonimbus*) или кучево-дождевым лысым (*Cumulonimbus calvus*). Вертикальные потоки в нем достигают 20 м/с, а уровень вершины достигает высоты 7-8 км. Между облаками наблюдаются нисходящие потоки.

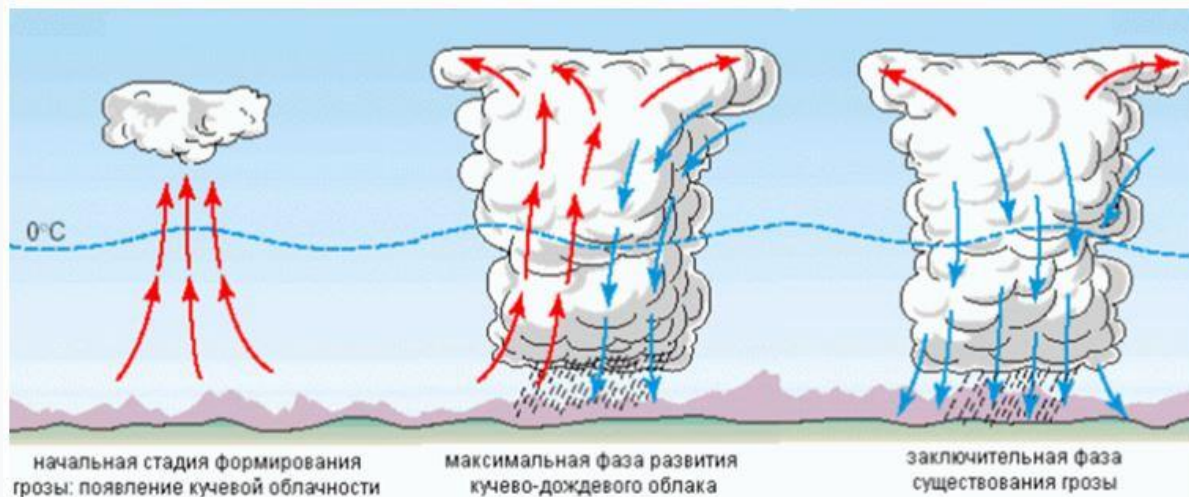


Рис. 1.4 - Стадии развития кучево-дождевой облачности

Вторая стадия (самая опасная) – **стадия максимального развития** наблюдается с начала выпадения ливневых осадков и появления в вершине мощно-кучевого облака кристаллов. На этом этапе облака выглядят как кучево-дождевые, их вершины находятся в области низких температур и имеют структуру льда, нижняя часть облака чаще всего находится в положительном температурном диапазоне и имеет капельно-водяную структуру, а середина (между изотермами 0° и -20°C) – смешанную структуру. И в облаках можно наблюдать град, снег, крупные капли дождя. Электрическое поле, образованное внутри облака, имеет большую напряженность, в результате чего возникают электрические разряды (молнии). Из облака выпадают ливневые осадки, потому что восходящие потоки не могут удерживать на весу укрупненные капли. Турбулентность в облаке достигает максимальной силы с началом выпадения осадков. Мощные восходящие потоки имеют скорость до 20-30 м/с и более, нисходящие – до 15 м/с. Указанные восходящие и нисходящие движения сопровождаются сильными порывами, скорость которых может достигать 12-14 м/с (для ВС опасность представляют порывы более 10 м/с, а также частые порывы более 6 м/с).

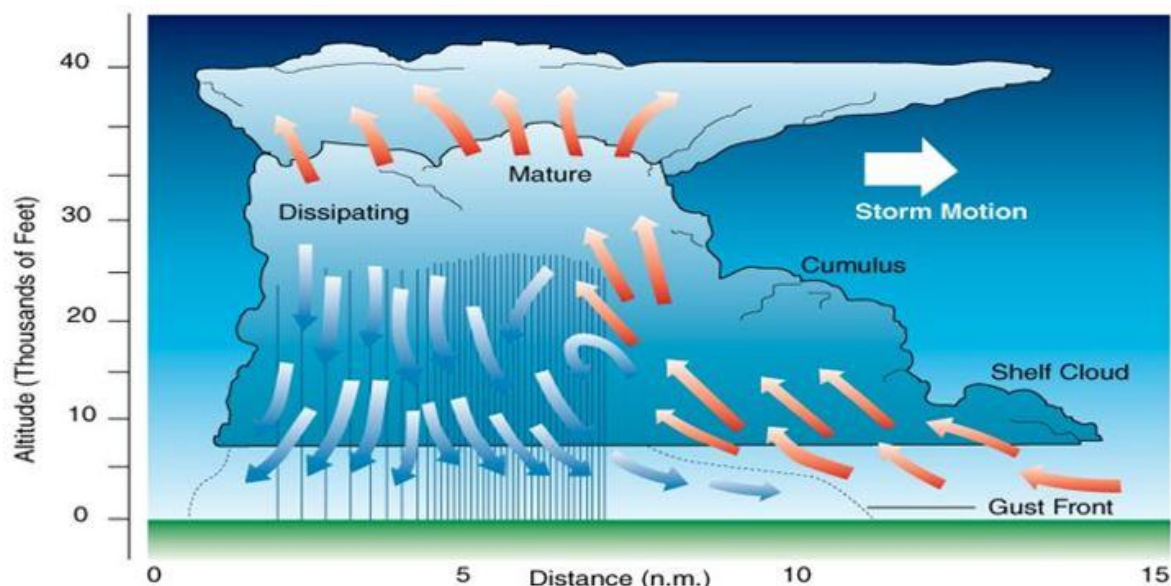


Рис. 1.5 - Грозное облако в стадии максимального развития

Третья стадия – **стадия разрушения** является последней в жизни облака. Наблюдается от начала распада кучево-дождевого облака. Дождь покрывает большую часть нижней половины облака, что приводит к тому, что в облаке преобладают нисходящие потоки, не превышающие 5-10 м/с. Как правило, разрушение облака начинается с нижней части. Отличительной чертой начала этого процесса является своеобразный вид нижней границы облака. Она становится вымееобразной (провисающей). В результате распада появляются слоисто-кучевые Sc, высоко-кучевые Ac и перистые Ci облака.

1.3 Явления, сопровождающие кучево-дождевые облака

1.3.1 Ливни

Образование: ливни обычно выпадают из кучево-дождевых облаков, которые содержат переохлаждённые капли и кристаллы льда при температурах ниже 0 °С. Упругость насыщения водяного пара над каплями выше, чем над ледяными кристаллами при той же температуре; следовательно, облако, которое даже не насыщено водяным паром по отношению к каплям воды, будет перенасыщено по отношению к

кристаллам. Это приводит к росту кристаллов в то время как капли испаряются. Кристаллы становятся больше и тяжелее, выпадают из облака, примораживая к себе при этом переохлаждённые капли. Попадая в нижнюю часть облака или под него в слои с температурой 0°C , они тают, превращаясь в капли дождя.

1.3.2 Грозы

Гроза — это атмосферное явление, при котором электрические разряды происходят в облаках или между облаком и земной поверхностью - молнии, сопровождаемые громом. Обычно гроза образуется в мощных кучево-дождевых облаках и связана с ливневым дождём, градом и шквальным усилением ветра.

Перед грозой может быть очень жарко и душно. Грозы случаются чаще всего, когда солнце нагревает почву в летний день, и над ней образуется горячий, влажный слой воздуха. Горячий воздух поднимается, воздушные массы «взбираются» все выше и выше. Образуется теплый поток, высота которого может достигать сотен или даже тысяч метров. Там воздух охлаждается довольно быстро. Он больше не может удерживать влагу, и на небе появляются облака. Приток теплого, быстро охлаждающегося наверху воздуха не прекращается. Облака сгущаются и превращаются в грозовые облака. Капли дождя или даже ледяные кристаллы падают с них и проходят сквозь облака. Таким образом, они охлаждают облака. Вследствие этого образуется еще больше капель воды или даже градин. То, что до сих пор происходило наверху, в грозовых облаках, теперь начинаем ощущать и мы внизу, на земле: сначала дует холодный ветер — предвестник дождя или града, а потом выпадают осадки. Все это действует как система из двух гигантских эскалаторов: один из них доставляет теплый влажный воздух наверх, а другой опускает холодный воздух и воду вниз. Маленькие, положительно заряженные частички поднимаются в облаке наверх, отрицательно заряженные части опускаются вниз. Таким образом, молния —

это что-то вроде искры, которая перескакивает от полюса к полюсу (либо от облака к облаку, либо от облака к земле) , и благодаря которой снимается напряжение. Молния нагревает воздух вокруг себя. Из-за этого он расширяется, и при этом происходит взрыв: гремит гром. А так как звук распространяется в воздухе медленнее, чем гаснет свет, то мы слышим гром лишь спустя некоторое время.

Грозовые облака возникают в результате быстрого перемещения вверх значительных масс влажного и теплого воздуха. При его охлаждении пар конденсируется и появляется кучевое облако. Высвобождающееся при этом скрытое тепло нагревает воздух и заставляет его вместе с облаком двигаться вверх. На большей высоте воздух охлаждается и устремляется вниз – так возникают восходящие и нисходящие воздушные потоки. У земли мы их наблюдаем в форме шквалистого ветра. Мощные потоки создают турбулентность, которая способствует формированию в облаке больших дождевых капель, проливающих в виде дождя. При достаточно сильной турбулентности, стремящиеся вниз дождевые капли сталкиваются с градинами, которые стремительно поднимаются вверх: в результате капли оказываются отрицательно заряженными, а градинки – положительно. Восходящие потоки несут их вверх, и верхняя часть грозового облака приобретает все более и более сильный положительный заряд. Отрицательно заряженные тяжелые капли собираются на нижней стороне облака (г). Земная поверхность тоже заряжена положительно, и таким образом возникают мощные перепады напряжения не только между облаком и землей, но и внутри облака. Ветер и дождь, в конце концов, охлаждают землю, теплый воздух поднимается, и потоки внутри грозового облака ослабевают. Начинается дождь, и облако постепенно рассеивается.

Стадии развития грозы:

Первая стадия, называемая стадией кучевого облака, характеризуется единичным восходящим потоком воздуха, начинающимся от земной поверхности. На этой стадии облако развивается по вертикали, т. е. высота его увеличивается. Восходящий поток, обуславливающий эту стадию, в то же время способствует развитию приземной области пониженного давления со слабым ветром или полным безветрием. К концу первой стадии у земной поверхности развивается система ветров, сходящихся к центру области пониженного давления. Перемещаясь вниз с периферии этой области в ее центральную часть, воздух поднимается и на высотах снова растекается от центра к периферии. Дождь на этой стадии не выпадает, но на высотах уже начинается конденсация пара, сопровождающаяся выделением скрытой теплоты.

Вторая стадия развития грозы, называемая зрелой стадией, характеризуется началом выпадения осадков на земную поверхность. На высотах появляются ледяные кристаллики, особенно в обширных грозовых очагах. Вершина грозового облака может подняться до тропопаузы. В некоторых случаях сильные вихри, развивающиеся во время этой стадии, могут превратиться в торнадо. В это время очаг грозы пронизывают сильные восходящие и нисходящие движения воздуха. Восходящие потоки формируются из приземного воздуха, тогда как более холодные нисходящие потоки возникают под действием выпадающих осадков. На земную поверхность выпадает дождь, нисходящие потоки развиты сильно, и соседние порции более холодного воздуха начинают перемещаться по земной поверхности в сторону развивающегося грозового облака. Постепенно кучево-дождевые облака приобретают вид высоких башен, нередко наблюдаются молния и гром. Зрелая стадия грозы характеризуется также появлением нескольких развитых ячеек или даже очагов восходящего и нисходящего движения воздуха. Совместное их действие может ощущаться

в атмосфере на расстоянии многих километров. На этой стадии гроза является наиболее интенсивной.

В последней стадии грозы, называемой стадией разрушения, во всей области грозы развиваются нисходящие движения воздуха. Они и приводят к окончательному прекращению грозовой деятельности. Затухание восходящих движений, раньше подводивших к грозе новые запасы энергии, теперь изолирует прозу от источников тепла и влаги. Осадки тоже вскоре ослабевают и наконец, совсем прекращаются. Поскольку новый пар в грозовое облако более не поступает, облако начинает таять. Ветры из сходящихся превращаются в расходящиеся. Гроза заканчивается.

1.3.3 Град

Градина растет, летая по облаку вверх и вниз. За это время она становится все тяжелее и тяжелее. Ясно, что для того, чтобы градина основательно потяжелела, скорость воздушных потоков в облаке должна иметь высокие значения. Например, чтобы градина доросла до 10 сантиметров в диаметре, скорость ветра должна быть не меньше 200км/час. Эти мощные потоки воздуха носят градину до тех пор, пока ее вес не станет таким, то ветру будет уже не под силу поддерживать ее в подвешенном состоянии. Вот теперь градина падает на землю. Так как градины растут только внутри облаков, то чем толще грозовое облако, тем больше шансов, что из нее выпадет град. Вероятность появления града из грозового облака толщиной 12 километров равна 50%. Если же облако на 2 километра толще, то шансы повышаются до 75%. Ну а если толщина облака 18 километров, то град будет наверняка.

Чаще всего град образуется в жаркую погоду в дневное время, но в теории он может появляться до -25 градусов. Продолжительность таких осадков невелика – обычно все заканчивается за 5-15 минут, после чего можно наблюдать хорошую погоду и даже яркое солнце. Тем не менее, слой

выпавших за этот короткий промежуток времени льдинок может достигать нескольких сантиметров в толщину.

Кучево-дождевые облака, в которых и происходит образование града, состоят из нескольких отдельных облаков, расположенных на разной высоте. Так верхние находятся более чем в пяти километрах над землей, другие же «висят» довольно низко, и их можно заметить невооруженным взглядом. Иногда такие облака напоминают воронки.

Когда стоит жаркая погода, воздух нагревается чрезвычайно сильно и вместе с содержащимся в нём водяным паром, поднимается, постепенно охлаждаясь. Выше уровня конденсации пар конденсируется и образует облако, которое содержит капли воды, которые вполне могут пролиться на земную поверхность в виде дождя. Из-за невероятной жары восходящий поток может быть настолько силён, что способен занести пар на высоту выше нулевой изотермы, где температурные показатели намного ниже нуля, вследствие чего водяные капли переохлаждаются, а если поднимаются выше (на высоте 5 км) начинают образовывать градины (при этом на формирование одной такой льдинки уходит обычно около миллиона мельчайших переохлажденных капель). Чтобы произошло образование града, необходимо, чтобы скорость воздушных потоков превышала 10 м/с, а температура воздуха была не ниже -20° , -25°C . Вместе с водяными каплями в воздух поднимаются мельчайшие частицы песка, соли, бактерии и т.п., на которые налипают замерзший пар, и служит причиной происхождения града.



Рис. 1.6 - Град

1.3.4 Крупа

Крупа — атмосферные осадки в виде непрозрачных крупинок белого цвета диаметром от 2 до 5 мм. Выпадает при температуре воздуха около 0 °С, часто одновременно со снегом. Крупа чаще всего выпадает ранней весной и поздней осенью при неустойчивой погоде.

Виды круп:

Различают снежную крупу — **снегоподобные** белые ядра и **ледяную** — частички плотного льда. Снежная крупа образуется, когда снежинки из верхней части облака попадают в нижележащий облачный слой, состоящий из мельчайших переохлаждённых капель. Частички снежной крупы отличаются от снежинок отсутствием различимой кристаллической основы.

Ледяная крупа — крупинки, прозрачные у поверхности и имеющие небольшое белое ядро — образуются при столкновении снежной крупы с более крупными переохлаждёнными каплями в слое облака, расположенном ещё ниже.

Ледяная крупа имеет такое интересное строение из-за процесса её образования. Когда только-только сформированная снежная крупа выпадает из облака, она может попасть в другой облачный слой, содержащий большое количество переохлаждённых капель влаги. В таком случае, если капли эти

достаточно велики, снежная крупа покрывается ледяной коркой и дальше падает вниз. Так и формируется ледяная крупа.

Чаще всего выпадает она вместе с обычными снежинками, но может и выпасть сама по себе. Наблюдать это явление можно в начале весны и конце осени, хотя бывают и исключения. Благоприятная температура - около 0 °С или чуть ниже.



Рис. 1.7 - Ледяная крупа

Снежная крупа образуется, когда снежинки из верхней части облака попадают в нижележащий облачный слой, состоящий из мельчайших переохлаждённых капель. Частицы снежной крупы отличаются от снежинок отсутствием различимой кристаллической основы.



Рис. 1.8 - Снежная крупа

ГЛАВА 2. Физико-географическая и климатическая характеристика Северо-Западного региона

2.1 Физико-географическая характеристика Северо-Западного региона

Северо-Западный регион – это 74 станции наблюдения и более 330 станций гидрометеорологического мониторинга. Вся эта система постоянно измеряет температуру воздуха, скорость ветра, количество осадков, уровень озер, рек и Финского залива, загрязнение почв и снежного покрова, морской воды, радиационный фон. В состав Северо-Западного региона входят Ленинградская, Псковская и Новгородская области, город федерального значения Санкт-Петербург и полуанклав Калининградская область (полуанклав – часть государства, окруженная территорией другого государства на суше, но имеющая выход к морю).

Северо-Западный экономический регион является самым маленьким регионом Европейской части России. Его площадь составляет 210 тыс. км². Район имеет приморское расположение: его омывает Финский залив Балтийского моря. Имеет крупные морские порты: Санкт-Петербург, Калининград и др. Через систему рек и каналов регион имеет выход к Волге и Белому морю, через Онежское озеро и Беломоро-Балтийский канал – к Белому и Баренцеву морю, через Онежское озеро, Волго-Балтийский канал и Волгу – в Каспийское море, а через Волгу, Волго-Донской канал и Дон – в Азовское и Черное моря (рис. 2.1).



Рис. 2.1 - Карта Северо-Запада России

Северо-Западный регион граничит с Беларуссией, Латвией, Эстонией, Финляндией, а Калининградская область – с Польшей и Литвой. По территории района проходят железнодорожные и автомобильные дороги, расходящиеся от Санкт-Петербурга во все соседние территории.



Рис. 2.2 - Карта Северо-Западного региона (Северный и Северо-Западный районы).

Занимая обширные территории около 800 км с запада на восток и на 600 км с севера на юг, Северо-Запад характеризуется разнообразием природы. В пределах региона имеются ровные прибрежные полосы, слегка

поднимающиеся над уровнем моря, и низменности, где плоские и слабо волнистые участки чередуются с низкими холмами и возвышенностями, местами до 300 м. Рельеф Северо-Запада России находился под влиянием четвертичного оледенения, образовавшего моренно-ледниковые формы рельефа с холмами, грядами и зандровыми равнинами. Ледниковые отложения богаты валунами. Под слоями моренных отложений находятся палеозойские отложения, которые связаны с полезными ископаемыми Северо-Запада России: огнеупорные глины, сланцы, фосфориты, кварцевые пески, известняки и бокситы.

Регион расположен полностью на Восточно-Европейской равнине. Это объясняет равнинный характер рельефа с небольшими высотами. В некоторых местах почва болотистая. Низменности расположены в основном на берегах Финского залива, озер и в долинах многочисленных рек. Самые крупные возвышенности - Валдайская (до 300м), Лужская (гора Кочербуж 204м), Выборгская, Судомская (гора Судома 293м), Бежаницкая (гора Лобно 339м), Тихвинская гряда, Вепсовская (гора Гапсельга - 291м) и т.п.

Область с озерами, богатая водными ресурсами – так можно описать ландшафт Северо-Запада. Большое количество озер является признаком относительной геологической молодости рельефа, образованного 10–15 тыс. лет назад. Последний Валдайский ледник, наступавший со Скандинавских гор, сгладил бывшие возвышенности, заполнил отложениями прежние впадины, сформировал новые гряды и холмы. Растаявшие льды заполнили котловины множества озер. На территории региона находится около 7 тысяч озер. Крупнейшие озера в регионе - Ладожское (17 700км², 225м глубиной), Онежское (9 890км², 110м глубиной), Вуокса (96 км², 24м глубиной), Отрадное (66км², 27м глубиной), Валдайское, Псковско-Чудское (3 555км², 15м глубиной), Чудское (2 611км², 13м глубиной), Псковское (708км², 5м глубиной), Теплое (236км², 15,3м глубиной), Ильмень (в него впадают 52 реки) и другие.

Речная сеть густа. Большие реки и озера используются для судоходства, развито местное рыболовство. В целом Северо-Западный регион обладает значительными водными ресурсами, как подземными так и поверхностными. Реки многоводны, суммарный сток в среднем в год - 124 куб. м. Речная сеть региона относится к бассейну Балтийского моря. Самым обширным (282000 км²) по сравнению с другими является бассейн Невы, в который входят бассейны Свири с Онежским озером, Волхова с оз. Ильмень и его притоками и Вуоксы с Сайменским озером. Среди крупных рек в регионе - Западная Двина, Неман и Нарова.

Реки равнинного типа. Для них характерны небольшие падения, обычно не превышающие 20-40 см на 1 км, и хорошо развитые широкие долины. В то же время, протекающие в местах между моренных возвышенностей, реки отличаются глубоко врезынными долинами и большим падением; их порожистые русла обычно загромождены валунами, вымытыми из ледниковых отложений. Особенно в этом отношении выделяются реки бассейнов Западной Двины и Немана, а также водотоки, которые текут со склонов Валдайской возвышенности, где падение составляет 1-4 м на 1 км.

В строении продольных профилей рек можно увидеть резкие переломы, в основе которых лежат 2 главных направления - Силурийский и Карбоновый глинтам, сложенные трудно размываемыми породами; пересекая их, реки образуют пороги и кое-где водопады. Например, Опеченские пороги на р. Мете, теперь затопленные Гостинопольские пороги на Волхове, Кингисеппские пороги на Луге, Нарвские пороги на Нарове и др.

Отличительной чертой рек является значительная озерность их бассейнов. Это особенно актуально для крупных рек - Невы, Свири, Волхова, Нарова, протекающих из крупных озер. Что касается других рек, хоть в их бассейнах иногда количество озер может быть довольно велико, однако степень общей озерности невелика и чаще всего не превышает 1-2%. Так, например, в верхней части бассейна Великой (приток Псковского озера), в

пределах моренной возвышенности, есть много озер, притом что сама река протекает через 30 водоемов, но ее степень озерности не больше 2%. То же самое можно сказать о некоторых реках бассейнов Немана и Западной Двины.

Северо-Запад — лесной край. Леса занимают около половины всей площади региона, а в северо-восточной части лесистость достигает 70%. На юге и юго-западе леса сильно вырублены. Леса в основном березовые, еловые и лиственничные редколесья, на западе сосновые, а южнее широколиственно-темнохвойные смешанные. Леса многослойные, их густота уменьшается с северо-востока на юго-запад. Эксплуатационные запасы древесины не превышают 200 млн. куб. м., не смотря на большую лесистость района. Немалая часть лесов региона изъята из промышленного использования, потому что она расположена вблизи крупных городов и имеет большую водоохранную и рекреационную ценность.

Весь Северо-Западный регион характеризуется подзолистыми, дерново-подзолистыми и торфяными почвами. Им всем необходимо удобрение. Подзолистый — основной тип почвы, с повышенной кислотностью и низким содержанием гумуса. В зоне смешанных лесов образованы дерново-подзолистые почвы. Известь, которая содержится в них, мягко нейтрализует повышенную кислотность и защищает поверхностный слой грунта от вымывания. Этот тип почвы считается лучшим в этом районе, потому что он содержит больше минералов и гумуса и, в отличие от подзолистых почв, гораздо больше подходит для выращивания сельскохозяйственных культур. Почвы на торфяниках и болотах образуются на равнинах и в низинах при плохом поглощении землей атмосферных осадков.

2.2. Климатическая характеристика Северо-Западного региона

Северо-Западная часть России расположена в пределах умеренно континентального климата, переходящего к морскому. Обилие осадков приводит к значительной влажности и заболачиванию.

На климат Северо-Запада РФ решающее влияние оказывают атлантические, континентальные и арктические массы воздуха. Весь год тут преобладают воздушные массы умеренных широт. Часто на территорию заходят атлантические циклоны. Во все месяцы года они приносят достаточно влаги. С этим же связана и большая облачность, защищающая земную поверхность от сильного выхолаживания зимой и иссушения летом. Географическое положение и характер атмосферной циркуляции обуславливают климат Северо-Запада с умеренно теплым летом, с довольно продолжительной холодной зимой и неустойчивым режимом погоды. Осадков выпадает от 600 до 750 мм. Две трети осадков (450-500 мм) приходится на теплый период года (апрель - ноябрь). Самые дождливые месяцы - июнь, июль, август и сентябрь, когда ежемесячно выпадает до 90 мм осадков. Достаточное увлажнение определило развитие довольно густой сети поверхностных вод: рек, озер и болот. Сильная влажность понижает температуру. В среднем на Северо-Западе в течение года насчитывается всего 120-130 дней с температурой выше $+10^{\circ}$, а с температурой выше $+15^{\circ}$ всего 65-70 дней. Заморозки в воздухе весной обычно заканчиваются во второй декаде мая, но в отдельные годы возможны и в первой декаде июня. Осенью заморозки начинаются в среднем с 1 октября, но иногда могут быть и в первой десятидневке сентября. Средняя продолжительность безморозного периода менее 140 дней. Устойчивый снежный покров в среднем образуется в первой половине декабря, но бывает и 1 ноября, разрушается в конце марта, а иногда и 15 апреля. Продолжительность его залегания до 100 дней. Мощность снежного покрова до 30 см. На территории Северо-Запада

преобладают юго-западные, западные и южные ветры. Хотя не обходят зону и северные, северо-восточные и восточные.

Так как Северо-Западный регион включает в себя несколько областей, подробнее разберем климат каждой из них.

Климат *Санкт-Петербурга* формируется под влиянием многих факторов: с одной стороны, это влияние Северной Атлантики, с акватории которой происходит перенос тепла и влаги, с другой – вторжение холодных масс воздуха с севера. Засушливые условия связаны с формированием стационарных антициклонов и затоками воздуха с востока. Климат Санкт-Петербурга носит черты как морского, так и континентального. Температурный режим Санкт-Петербурга формируется в основном под влиянием двух факторов: радиационного режима и циркуляции атмосферы. Во все сезоны года в Санкт-Петербурге преобладает ветер юго-западного и западного направлений, несущий влажный воздух с Атлантики. Вторжение атлантических воздушных масс сопровождается обычно ветреной пасмурной погодой, а радиационный фактор больше проявляется при формировании антициклонов – в условиях ясной безветренной погоды. К местным факторам, влияющим на температурный режим города, относятся, прежде всего, его близость к Финскому заливу и обилие рек. Влияние воздушных потоков атлантического происхождения, а также обширных водных бассейнов на температуру воздуха в Санкт-Петербурге проявляется в изменении ее суточного и годового хода, и в частности в сглаживании различий между температурой воздуха в январе и феврале, а также в уменьшении ее годовой амплитуды – разности между средней месячной температурой самого теплого и самого холодного месяца года. Последняя величина обычно используется для определения континентальности климата и по этому показателю климат Санкт-Петербурга нельзя в полной мере отнести к умеренно континентальному климату, который преобладает на европейской части России. Количество осадков на данной территории

зависит от трех основных факторов: влагосодержания воздушной массы, ее температуры (или относительной влажности) и возможности подъема при встрече с препятствием или под влиянием термической конвекции. Эти факторы, в свою очередь, формируются под влиянием условий циркуляции и рельефа. В Санкт-Петербурге отчетливо прослеживается сочетание влияния как самого города, так и его местоположения (устье Невы, побережье Финского залива) на распределение осадков. В этом регионе преобладают осадки адвективного характера, поэтому влияние термической конвекции на образование облаков над городом проявляется не очень заметно. В северной части города и на севере пригородной зоны годовое количество осадков больше на 11% и более чем на 20 % соответственно. В устье Невы годовые суммы осадков, напротив, меньше, чем в центре, на 5 – 7 %. Еще меньше осадков выпадает на побережье Финского залива (в пос. Лисий 12 Нос, Петродворцу, Стрельне) и на островах (в Кронштадте); здесь разница с центром достигает 8 – 9 %. В самом городе, к югу от центра, осадков выпадает почти на 5 % меньше, чем в центральных районах. Далее на юг суммы осадков постепенно возрастают и на границе Ордовикского плато, в районе Пушкина и Павловска, превышают количество осадков, выпадающих в центре города, на 7 – 8 %. К востоку от Санкт-Петербурга, в холмистой местности, подветренной по отношению к поступающим с Атлантики влажным воздушным массам, осадков за год выпадает больше, чем в центре города, примерно на 10 %, а в холодный период – почти на 20 %. Таким образом, различия в годовых суммах осадков между северной и южной частями города достигают 16 %, а с учетом ближайших окрестностей – и 25 %. Облачность как главный регулятор притока лучистой энергии определяет количество поступающей к поверхности Земли солнечной радиации, является источником осадков и тем самым заметно влияет на формирование погоды и климата. На рассматриваемой территории преобладают фронтальные грозы, на долю которых приходится примерно 80 % всех гроз. Наиболее часто грозы отмечаются на холодных фронтах, перемещающихся с

запада, юго-запада и северо-запада. Как правило, они начинаются перед фронтом. Теплые фронты, перемещающиеся с юга на север, также являются грозвыми. В июне и июле эти фронты почти всегда сопровождаются грозами. Конвективные грозы возникают преимущественно в заполняющейся ложбине или на периферии антициклона. На грозвую деятельность существенное влияние оказывают местные физико-географические условия: рельеф местности, подстилающая поверхность, близость больших водоемов. Возвышенности, даже сравнительно небольшие, отличаются повышенной грозвой деятельностью. Защищенные долины характеризуются некоторым ослаблением грозвой деятельности. Уменьшение грозвой деятельности отмечается также над крупными водоемами и их плоскими берегами (Финский залив, Ладожское озеро, Онежское озеро), где сказывается влияние бризов и нисходящих движений воздуха над водоемами. Наличие заболоченных территорий обеспечивает значительное испарение и увлажнение приземного слоя воздуха, что при неустойчивой стратификации и достаточном прогреве увеличивает вероятность возникновения гроз. К таким районам следует отнести территорию, прилегающую к оз. Ильмень, и центральную часть бассейна р. Луги. На рассматриваемой территории число дней с грозой колеблется от 10 до 30 за год. На общем фоне увеличения гроз с севера на юг, обусловленного ростом температуры и влажности, выделяются области наветренных склонов Валдайской возвышенности, где повторяемость гроз, равная 26 – 29 дням за год, является наибольшей. Реже всего возникают грозы на холодном побережье Белого моря и островах Финского залива, где за год отмечается всего лишь 10 дней с грозой. На северной части Карельского перешейка количество гроз не превышает 15 за год, такое же количество гроз отмечается на северном побережье Ладожского озера. Грозвая деятельность наиболее развита в теплый период – с мая по август. Однако грозы начинаются значительно раньше. На западной территории Ленинградской области уже в апреле. Но такие ранние грозы бывают редко. На этой территории наиболее часто грозы возникают в июле.

В этом месяце отмечается 5 – 7 дней с грозами, а в заболоченных низинах и на наветренных склонах Валдайской возвышенности число их увеличивается до 9. Осенью грозовая деятельность прекращается. В сентябре в Ленинградской области грозы наблюдаются 1 – 2 дня в месяц. В октябре грозы – редкое явление, на территории области отмечаются 1 раз в 10 лет. Зимой они представляют исключительно редкое явление. Как и другие метеорологические элементы, число дней с грозой подвержено значительным изменениям. В год максимальной грозовой деятельности число дней с грозой может достигать на рассматриваемом районе 20 – 30. На территории Ленинградской области в отдельные годы отмечается до 35 – 45 дней с грозой за год. 15 Практический интерес представляют данные о продолжительности гроз. На побережье Финского залива продолжительность не превышает 35 час/год. При продвижении с севера на юг и с запада на восток продолжительность гроз увеличивается. Наибольшие значения, равные 60 – 65 час/год, отмечаются на наветренных склонах Валдайской возвышенности. В защищённых долинах продолжительность гроз несколько меньше. В годовом ходе наибольшая продолжительность гроз в сумме за месяц отмечается в июле. Средняя продолжительность грозы в день колеблется от 1,5 до 2,5 часа, и только на островах Финского залива она несколько меньше – 1,2 часа. Непрерывная продолжительность отдельных случаев гроз может достигать 6 – 9 часов, а на равнинах даже 13 – 15 часов, но такие грозы наблюдаются редко. В течение суток наиболее часто грозы наблюдаются днем с 12.00 до 18.00 по местному времени. На это время приходится примерно 50 % всей продолжительности гроз. Чаще всего они начинаются в 15.00 – 16.00. Град наблюдается преимущественно в теплую половину года при большой неустойчивости атмосферного воздуха, имеющего большие температурные различия по высотам и большую влажность. Распределение числа дней с градом по территории зависит от характера подстилающей поверхности. В пересеченном рельефе в связи с усилением турбулентного обмена и увеличением конвективной облачности

град выпадает чаще, чем на прилегающих равнинах. Над крупными водными бассейнами (Ладожское и Онежское озера, Финский залив), где условия для образования конвективной облачности менее благоприятны, град выпадает в 1,5 – 2 раза реже, чем на суше. Особенно редко выпадает град на островах. Большая часть рассматриваемой территории характеризуется равномерным распределением числа дней с градом – от 1 до 2,5 дня. Наиболее часто град выпадает в восточной части Ленинградской области. Однако следует помнить, что град наблюдается не каждый год. На большей части территории повторяемость лет с отсутствием града составляет 10 – 25 %. Максимальное число дней с градом за год на рассматриваемой территории колеблется в основном от 4 до 8 за год. В годовом ходе почти повсеместно наиболее часто град отмечается в мае и июне. В пунктах, расположенных на островах Финского залива, Ладожского и Онежского озёр, наблюдается заметное увеличение числа дней с градом в осенние месяцы (сентябрь – октябрь), что связано с более благоприятными условиями для образования конвективной облачности над теплыми по сравнению с сушей в это время водоемами.

Климат *Псковской области* характеризуется как умеренно-континентальный, влажный, смягченный сравнительной близостью Атлантического океана. Область расположена на границе зоны переходного климата — от морского к континентальному. Такое расположение обуславливает неустойчивый характер погоды во все сезоны года. На территории Псковской области хорошо заметны некоторые черты морского климата: влажное, умеренно теплое лето, сравнительно мягкая зима.

Территория Псковской области входит в зону повышенной циклонической деятельности атлантических, континентальных и арктических воздушных масс атмосферы. В течение года преобладают южные и юго-западные ветры (16-21% от повторяемости всех других направлений), а также юго-восточные и западные (12-16%).

Средняя годовая температура воздуха на территории области находится в интервале (+4,3) — (+4,8)°С. Средняя температура самого холодного месяца, января, составляет (-7) – (-10)°С, иногда морозы доходят до - 30°С, а в отдельные годы и до - 40° С. В июле (самом теплом месяце) средняя температура (+16) — (+18)°С, а максимальная достигает +32°С. В среднем по области в течение года насчитывается 178 дней с температурами выше +10°С. Продолжительность безморозного периода составляет от 125 до 150 дней в году. Причем на западе области, благодаря смягчающему влиянию Псковско-Чудского озера, безморозный период продолжительнее, чем на востоке. В отдельные годы зимой при преобладании на территории области антициклонических процессов, способствующих сильному выхолаживанию воздуха, или при частых затоках арктических масс воздуха средний минимум температуры бывает в два-три раза ниже обычного.

Распространение атмосферных осадков по территории области неравномерное. В среднем за год выпадает около 600 мм влаги. Однако на возвышенностях в год выпадает до 855 мм осадков, причем в большей степени увлажнены наветренные юго-западные, южные и западные склоны. На подветренных склонах, равнинах и побережье Псковско-Чудского озера количество осадков уменьшается до 643-681 мм (разница составляет около 170 мм в год). Большая часть осадков (примерно 556 мм) выпадает в теплый период года (апрель-октябрь).

Климат *Новгородской области* относится к умеренно-континентальному типу. Он характеризуется умеренным количеством тепла и избытком влаги. Южные и западные районы области теплее северных и восточных. Область находится под действием западного переноса воздушных масс и активной циклонической деятельности. Чередование циклонов и антициклонов, морских и континентальных воздушных масс создает неустойчивую погоду.

Самым теплым месяцем является июль, а самым холодным — январь. Лето умеренно теплое, со средней температурой +17 — +18°C. Для зимы характерны периодические оттепели и пасмурная погода. Средняя зимняя температура составляет -12°C.

Территория области расположена в зоне избыточного увлажнения. Количество осадков в связи с особенностями рельефа распределено неравномерно: наибольшее их количество выпадает на западных склонах Валдайской возвышенности, а наименьшее — близ озера Ильмень и в долинах рек Ловати, Волхова и Мсты. Всего за год выпадает от 540 до 800 мм. Большая часть осадков приносится влажным атлантическим воздухом, их максимум приходится на лето.

Климат *Калининградской области* — переходный от умеренно-континентального к морскому. Дождь идёт в среднем 185 дней в году, снег — 55 дней, 60 дней бывает пасмурно, 68 дней — солнечно. Жара и морозы в области непродолжительны, снежный покров долго не держится. Средняя температура воздуха в области около +8 °С.

В осенние месяцы, наиболее благоприятные для лечения, средняя температура воздуха составляет от 0 °С до +7 °С, а температура морской воды не поднимается выше +10 °С. В зимний период средняя температура от -2 до -6 °С, самый холодный месяц — январь. Весной средняя температура воздуха +14..+17°C, температура воды в море колеблется от +12 до +16 °С. Самый тёплый летний месяц — июль, средняя температура воздуха примерно +21 °С, температура воды Балтийского моря в это время +17..+18°C, а Куршского залива — на 3-4 градуса выше.

Годовое количество осадков колеблется по территории области от 600 до 740 мм. В летний период года осадков выпадает больше, чем зимой; осенью больше, чем весной. В осенний период часто над областью проходят западные штормовые ветры. Число дней с сильным ветром на побережье доходит до 35.

Климат Калининградской области является переходным между морским климатом Западной Европы и континентальным климатом Восточной Европы. Он характеризуется очень мягкой зимой, часто без устойчивого снегового покрова, теплой и дождливой осенью, умеренно теплым летом, высокой влажностью воздуха в течение всего года. Основные черты климата формируются под воздействием морского и континентального воздуха умеренных широт. Пространственные климатические различия в большой мере зависят от близости к побережью Балтийского моря и рельефа.

Большую часть года 173 дня - территория области находится под воздействием циклонической циркуляции, антициклонические поля влияют на погоду в среднем 133 дня. За год через область проходит 175 фронтальных разделов, обуславливая пасмурное состояние неба, умеренные и сильные ветры.

Воздушные массы, проходя над Северной и Центральной Европой, существенно загрязняются. Вследствие этого над территорией области в год выпадает примерно 2 т/км² сульфатной серы, 0,3-0,7 т/км² суммарного (нитратного и аммонийного) азота.

Температуру воздуха определяет поступление воздушных масс с Атлантики, близость незамерзающего Балтийского моря. Годовые амплитуды температуры воздуха составляют 20-21°C. Среднесуточные температуры воздуха в январе около -2°C, летом +6°...+7°C. В отдельные жаркие дни температура поверхности почвы может быть на 20°-30°C выше температуры воздуха. Абсолютные максимумы температуры поверхности почвы достигают 52-54°C.

Безморозный период в воздухе на побережье по сравнению с районами, удаленными от берега на 60 км, удлинен на 40 дней, а с районами, удаленными на 150 км, - на 57 дней. Устойчивое прогревание воздуха выше 5°C начинается на юго-востоке области 7-8 апреля и длится 195-20 дней. Средние суточные температуры воздуха выше 10°C (период активной

вегетации растений) наблюдаются в восточных районах области начиная с 28-30 апреля, в западных - с 14 мая. Наиболее теплая часть лета, когда средняя суточная температура воздуха превышает 15°C, продолжается 70-85 дней.

В течение всего года велика повторяемость сплошного облачного покрова. Степень покрытия неба облаками превышает 5,5 баллов. Высокая влажность воздуха и большая облачность заметно сказываются на изменении светового режима. Число пасмурных дней увеличено на некотором расстоянии от побережья, в полосе Советск - Черняховск - Железнодорожный, в связи с особенностями развития конвективной деятельности в теплое время года. Ясные дни отмечаются редко - всего 30-33 дня в году.

Пространственное распределение осадков определяется расстоянием от моря и особенностями рельефа. Годовое количество осадков на большей части территории составляет 750-800 мм. Сумма осадков за теплый период (апрель-октябрь) наибольшая в дельтовой низменности Немана и на наветренных склонах Виштынецкой возвышенности - более 525 мм. На востоке области, а также на Вислинской и Куршской косах выпадает менее 475 мм осадков. Осадки за холодный период (ноябрь-март) распределены более равномерно и составляют 225-275 мм. В целом за год в области отмечается 178-183 дня с осадками.

В летние месяцы благодаря усилению конвективно-грозовой деятельности увеличивается количество осадков и одновременно уменьшается продолжительность их выпадения. В мае-июле средняя продолжительность осадков составляет 60-70 часов за месяц, в январе-декабре - более 150 часов. На летние месяцы приходится и наибольшее количество осадков, выпавшее в течение одних суток (в Калининграде - 110 мм, в Советске - 85 мм). Большая часть осадков (75%) выпадает в виде дождя. Твердые осадки выпадают в основном в январе-феврале.

В соответствии с общими циркуляционными условиями в течение года преобладают ветры западной четверти горизонта (северо-западные, юго-западные), общая повторяемость их составляет 30-37%, реже всего наблюдаются ветры северные, северо-восточные. Среднегодовая скорость ветра резко возрастает в прибрежных районах, составляя 5-6 м/с, на востоке области она уменьшается до 3,5-4,0 м/с.

Туманы наиболее часты и продолжительны в холодное время года. Их образованию способствует поступление теплого воздуха с юго-западными ветрами. Число дней с туманом достигает 60 в дельтовой низменности Немана и уменьшается в юго-восточном и юго-западном направлениях. Средняя продолжительность тумана (день с туманом) составляет 55 часов.

ГЛАВА 3. Анализ особенностей развития ливневых осадков, гроз, крупы и града в Санкт-Петербурге за период 2017-2019 годы

3.1 Исходные данные

Для анализа особенностей развития ливней, гроз, крупы и града в Санкт-Петербурге за период 2017-2019 годы, были использованы данные сайта «Погода и Климат». В нем представлен архив погоды Санкт-Петербурга по срокам. Сводная таблица по этим данным приведена в приложении 1 и 2.

3.2 Исследования особенностей ливневых осадков в Санкт-Петербурге

Используя архив «Погода и Климат», были выбраны данные ливневых осадков в Санкт-Петербурге в период с 2017-2019 год, сводная таблица представлена в Приложении 1. На первом этапе были проанализированы особенности годового хода ливневых осадков за каждый год. На рисунках 1 представлена диаграмма годового хода числа случаев ливней за месяц случаев с 2017 до 2019.

Таблица 3.1 – Годовой ход ливневых осадков

Год	Месячные и годовые суммы												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	год
2017	8	1	15	17	2	22	40	64	19	32	19	24	263
2018	18	5	21	31	13	13	24	22	22	15	1	8	193
2019	8	11	7	4	18	15	24	10	28	20	8	11	164
среднее	11.3	5.6	14.3	17.3	11	16.6	29.3	32	23	22.3	9.3	14.3	206.6

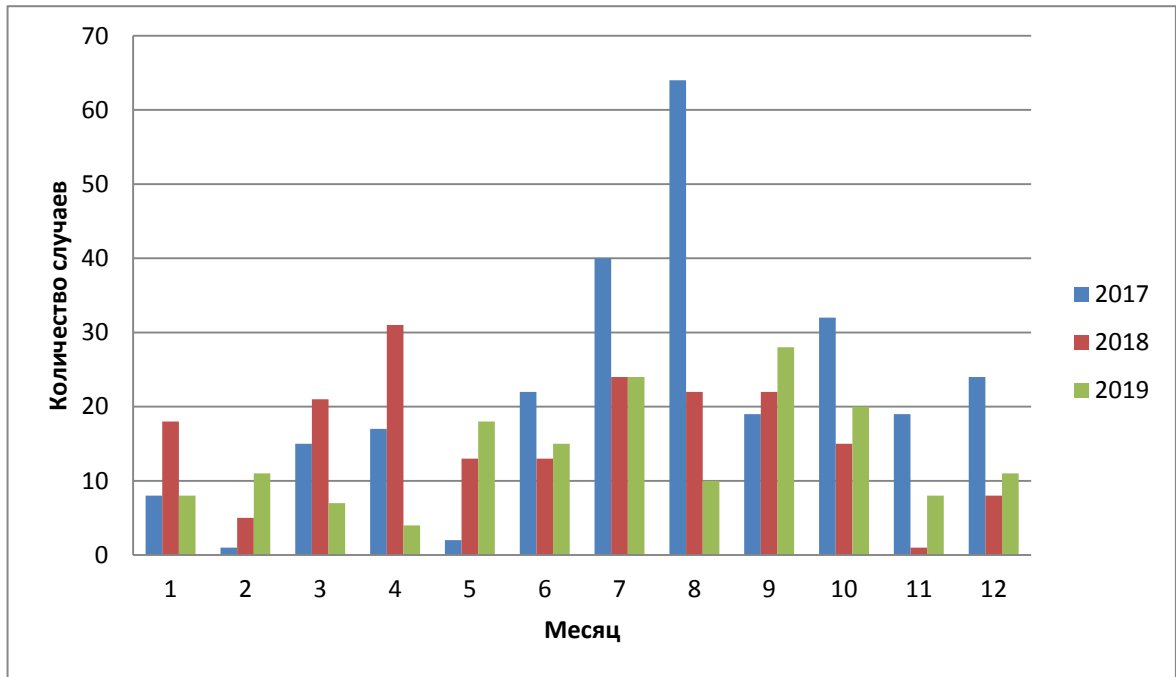


Рис. 3.1 График годового хода ливневых осадков

Анализируя график годового хода (рис 3.1.) ливневых осадков, могу сделать вывод, что в 2017 году было самое обильное выпадение ливневых осадков. Больше всего случаев зарегистрировано в августе. Связано это с тем, что в этом году преобладание холодного фронта над теплым было наибольшим. Это можно так же проанализировать, ссылаясь на составленную таблицу из архива данных, которую можно найти в приложении 2 моей дипломной работы. А именно, посмотрев на давление и температуру, давление повышается, а температура понижается, следовательно, проходит холодный фронт, при котором образуются кучево-дождевые облака.

Рассмотрим более детально каждый год.

В 2017 году максимум ливневых осадков был в августе - 64, а минимум наблюдался в феврале и мае – 1 и 2 соответственно. (Рис. 3.2)

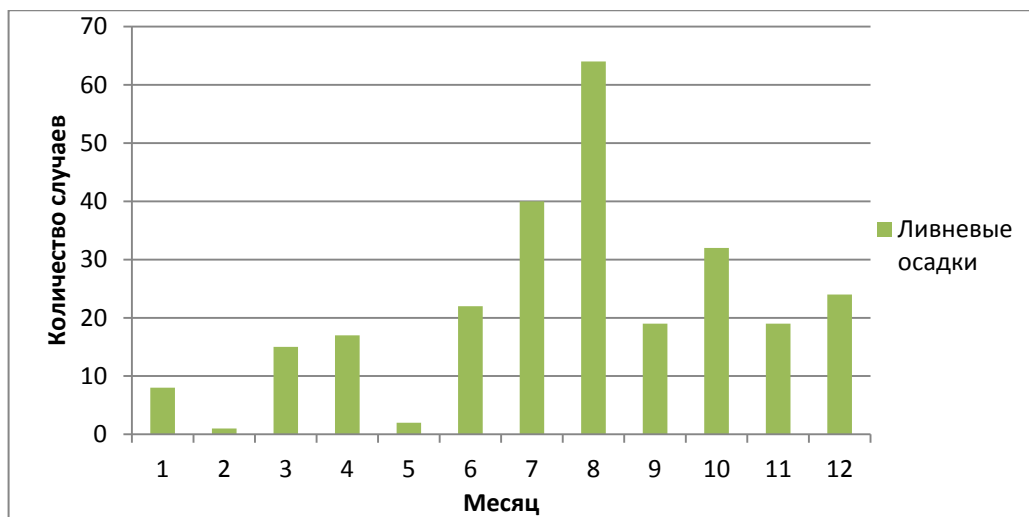


Рис. 3.2 - График годового хода ливневых осадков за 2017 год

В 2018 году максимум ливневых осадков приходится на апрель – 31, а минимум ливневых осадков приходится на ноябрь – 1. (Рис.3.3)

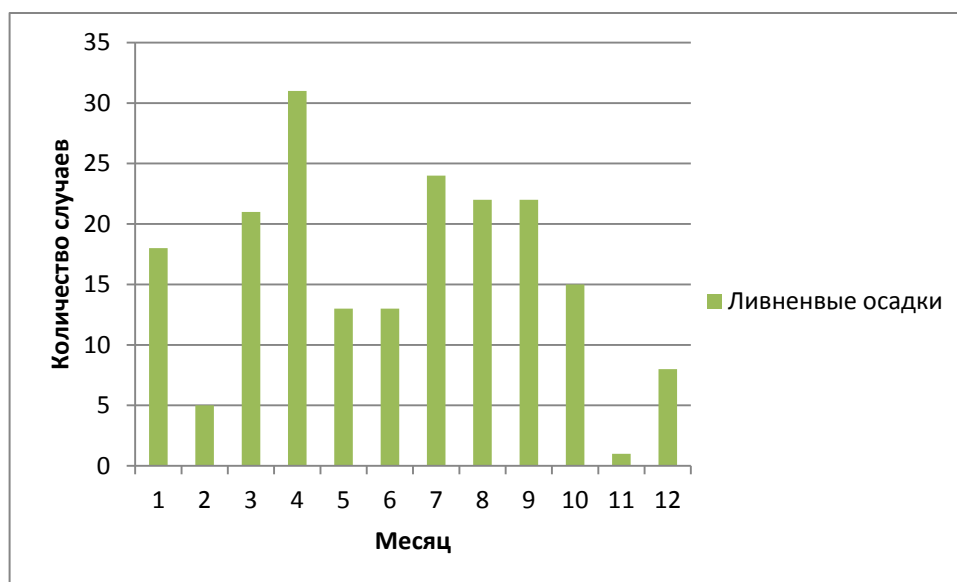


Рис.3.3 - График годового хода ливневых осадков за 2018 год

В 2019 году максимум ливневых осадков зарегистрирован в сентябре – 28, а минимум приходится на апрель – 4. (Рис. 3.4)

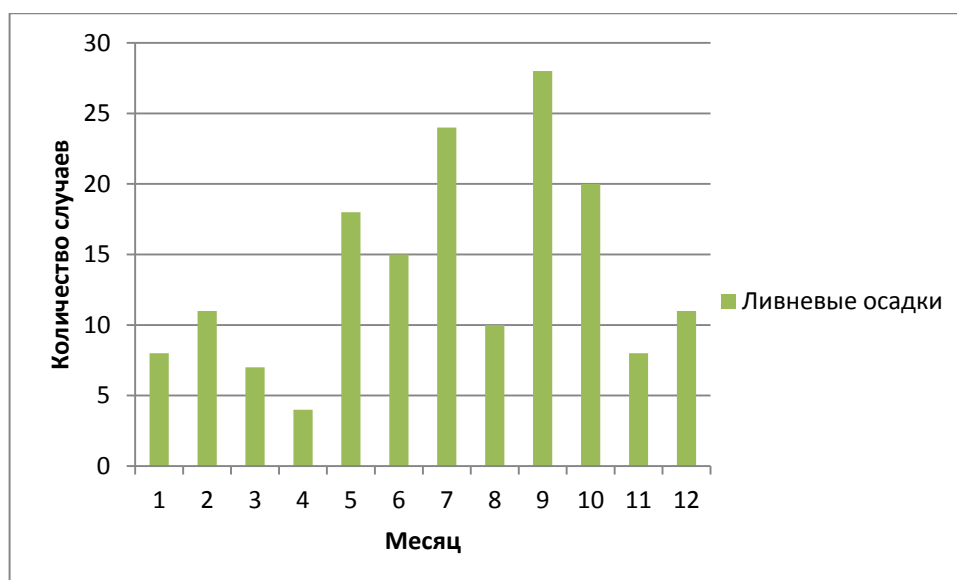


Рис.3.4 - График годового хода ливневых осадков за 2019 год

3.3 Исследование особенностей гроз в Санкт-Петербурге.

С помощью данных, взятых из архива погоды, я составил годовой ход и суточных ход гроз в Санкт-Петербурге за период с 2017-2019 годы. График годового хода показал, что грозы были в период с июня по сентябрь каждого года. В июне 2017 и 2018 года гроз не было, в июле количество гроз в 2019 году было больше, чем в 2017 и 2018 году, в августе количество гроз больше в 2017 году, нежели в 2018 и 2019, в сентябре грозы были только в 2018 и 2019 году. Изучив полную картину случаев, я прихожу к выводу, что количество случаев гроз в 2019 году было больше, чем в 2017 и 2018, а именно, в 2019 году общее количество гроз- 18 раз. Максимум приходится на июнь, там зарегистрировано 7 случаев.

Таблица 3.2 – Годовой ход гроз

Год	Месячные и годовые суммы												год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2017	0	0	0	0	0	0	5	4	0	0	0	0	9
2018	0	0	0	0	0	0	1	2	3	0	0	0	6
2019	0	0	0	0	0	7	6	3	2	0	0	0	18
среднее	0	0	0	0	0	2.3	3.6	3	1.6	0	0	0	11

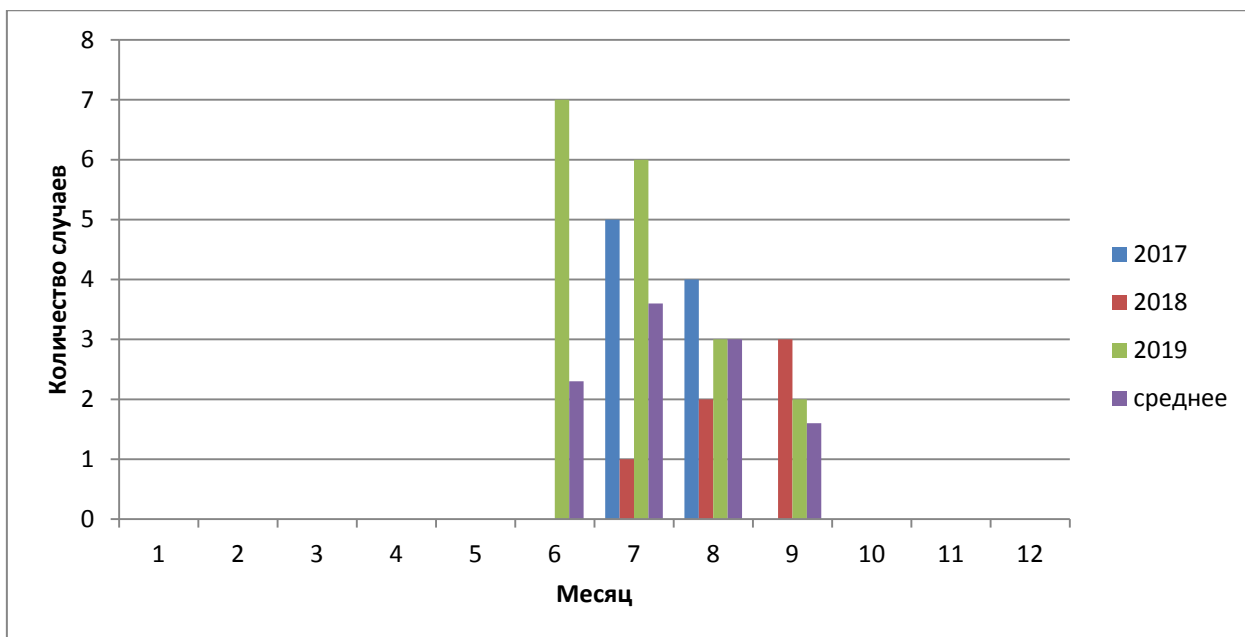


Рис. 3.5 - График годового хода гроз

Следовательно, в Северо-Западном регионе максимум гроз приходится на период с июня по сентябрь. Это связано с тем, что атмосфера в теплое время года интенсивно начинает «двигаться» по вертикали, что в дальнейшем ведет к развитию вертикальной облачности.

Суточный ход гроз рассмотрим отдельно по каждому году. В 2017 году грозы наблюдались только в июле и августе. В июле наблюдалось два случая дневной в период с 15:00 до 18:00, одна вечерняя - в период с 18:00 до 21:00 и две ночные с 21:00 до 00:00. Общий ход за 2017 год выглядит так: наиболее интенсивными были дневные часы в 15:00-18:00 по 2 случая соответственно и ночные часы в 21:00 - 00:00 по 2 случая. Из этого рисунка следует, что конвективная деятельность активизируется в 15:00 и продолжается до 00:00. Причина тому могут быть холодные фронты. Наиболее активным месяцем по количеству гроз был июль – 5 случаев.

Таблица 3.3 – Суточный ход гроз за 2017

Месяц	Часы(МСК)							
	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24
Май	0	0	0	0	0	0	0	0
Июнь	0	0	0	0	0	0	0	0
Июль	0	0	0	0	0	2	1	2

Август	0	1	0	0	0	1	0	2
Сентябрь	0	0	0	0	0	0	0	0

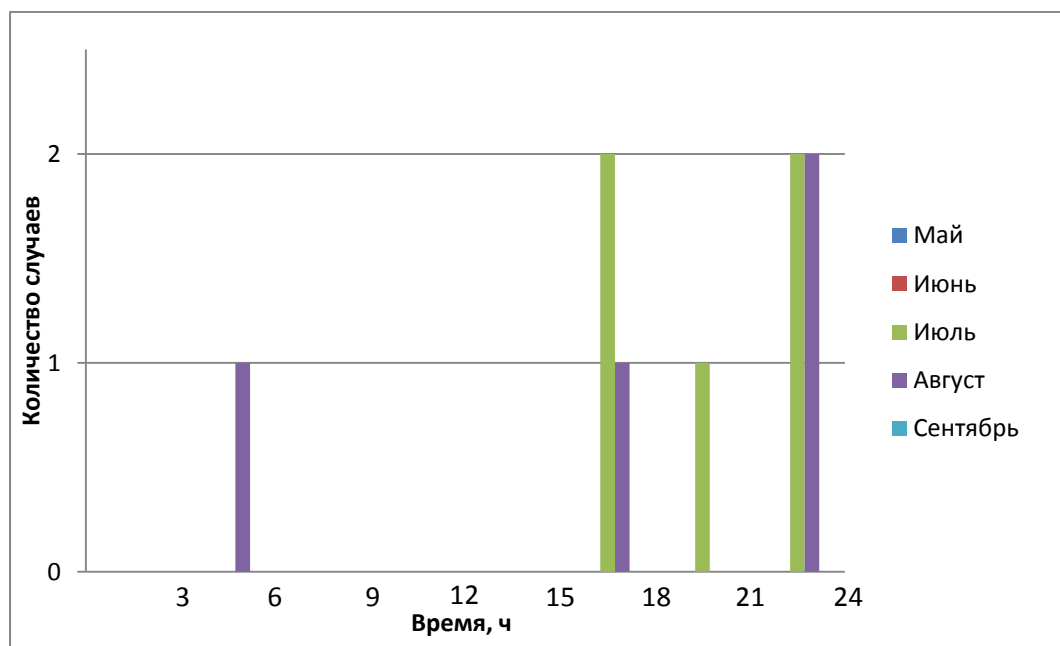


Рис. 3.6 - График суточного хода гроз за 2017 год

В 2018 году грозы наблюдались с июля по сентябрь. В июле наблюдался 1 случай дневной грозы с 15:00 до 18:00. В августе наблюдался один случай вечерней грозы с 18:00 до 21:00 и один случай ночной с 21:00 до 00:00. В сентябре наблюдался один случай утренней грозы в период с 3:00 до 6:00 и один случай ночной грозы в период с 21:00 до 00:00. Из диаграммы следует, что в 2018 году количество гроз распределилось равномерно в каждом месяце.

Таблица 3.4 – Суточный ход гроз за 2018

Месяц	Часы(МСК)							
	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24
Май	0	0	0	0	0	0	0	0
Июн	0	0	0	0	0	0	0	0
Июль	0	0	0	0	0	1	0	0
Август	0	0	0	0	0	0	1	1
Сентябрь	0	1	0	0	0	0	0	1

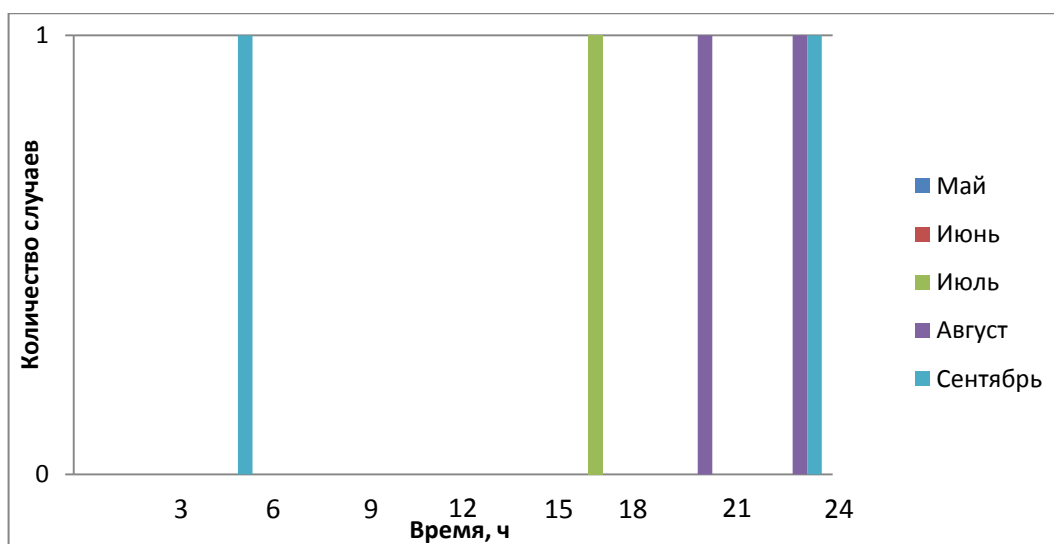


Рис. 3.7 - График суточного хода гроз за 2018 год

В 2019 году грозы наблюдались с июня по сентябрь и распределились следующим образом: в июне наблюдалось два случая утренней грозы в период с 3:00 до 6:00, один случай дневной грозы в период с 12:00 до 15:00, два случая вечерней грозы с 15:00 до 18:00 и два случая ночной грозы с 21:00 до 00:00. В июле наблюдалось 2 случая дневной грозы с 12:00 до 15:00, 3 случая вечерней грозы в период с 18:00 по 21:00 и 1 случай ночной грозы с 21:00 до 00:00. Наиболее интенсивными были вечерние часы с 18:00 по 21:00. В августе наблюдался один случай вечерней грозы в период с 18:00 до 21:00 и два случая ночной грозы с 21:00 до 00:00. Наиболее интенсивными были ночные часы в 21:00 и 00:00. В сентябре наблюдалось по одному случаю в вечернее время 18:00 и ночное 00:00. Наиболее интенсивным месяцем в этом году по количеству гроз был июль – 6 случаев.

Таблица 3.5 – Суточный ход гроз за 2019

Месяц	Часы(МСК)							
	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24
Май	0	0	0	0	0	0	0	0
Июнь	0	2	0	0	1	1	1	2
Июль	0	0	0	0	2	2	1	1
Август	0	0	0	0	0	0	1	2
Сентябрь	0	0	0	0	0	0	1	1

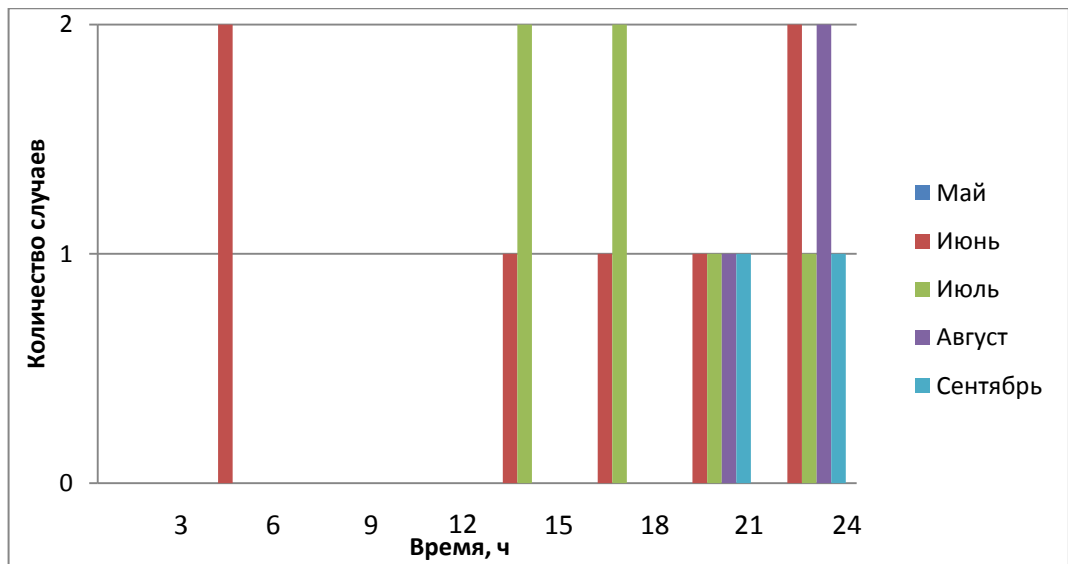


Рис. 3.8 - График суточного хода гроз за 2019 год

Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее высокая активность гроз наблюдалась в дневное и вечернее время.

Далее проанализируем зависимость числа гроз от температуры за каждый год. Возьмем диапазон температуры от 9°C до 27°C. По полученным данным составили график зависимости числа гроз от температуры. Из него следует, что в 2017 году максимум грозы наблюдался при температуре 16°C и 20°C. Минимум же наблюдался в интервале 13°C-15°C и при 21°C.

Таблица 3.6 - Зависимость числа гроз от температуры в 2017 году

интервал Т	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
число случаев	0	0	0	0	1	1	1	3	2	0	2	3	1	0	0	0	0

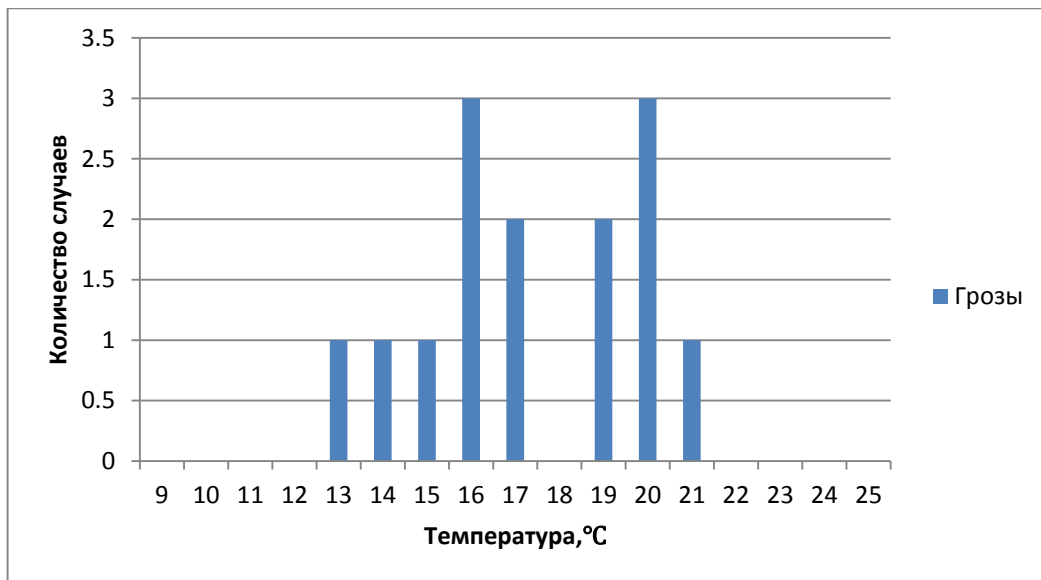


Рис 3.9 – Зависимость числа гроз от температуры в 2017 году

В 2018 году грозы зафиксированы в температурном интервале с 14°C-16°C в 19°C и в 27°C. В сравнении с предыдущим годом, в этом году значительно меньше случаев наблюдалось.

Таблица 3.7 - Зависимость числа гроз от температуры в 2018 году

Интервал Т	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Число случаев	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1

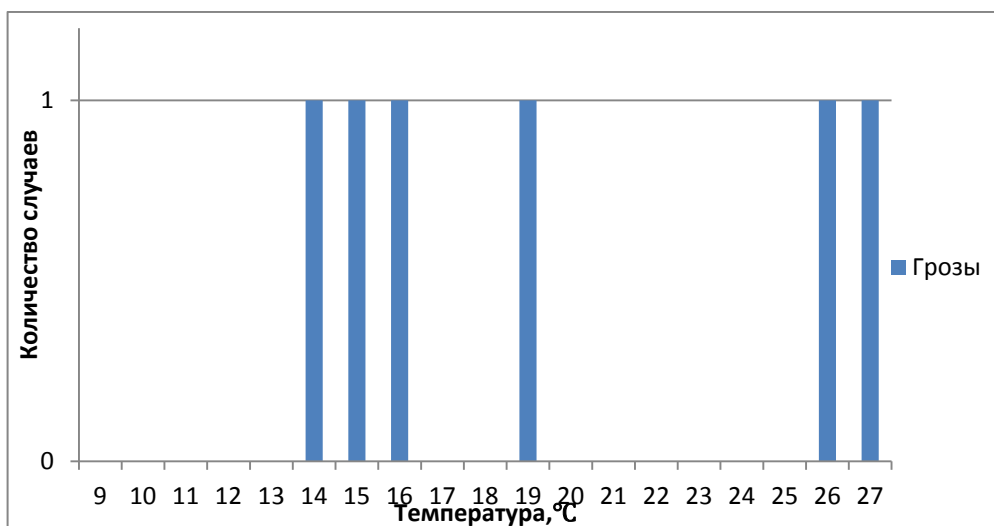


Рис 3.10 – Зависимость числа гроз от температуры в 2018 году

В 2019 году наиболее часто грозы наблюдались при температуре 13°C и 19°C.

Таблица 3.8 - Зависимость числа гроз от температуры в 2019 году

Интервал Т	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Число случаев	1	1	0	0	3	1	0	2	1	0	3	1	1	0	1	2	1

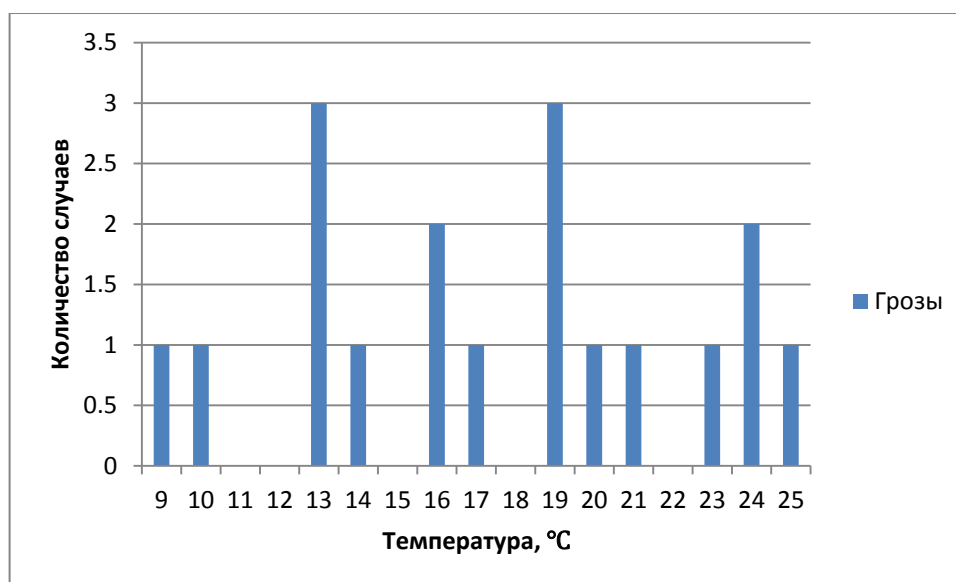


Рис 3.11 – Зависимость числа гроз от температуры в 2019 году

На основе полученных данных была рассмотрена повторяемость гроз в период с 2017 по 2019 год.

Таблица 3.9- Повторяемость числа гроз в зависимости от температуры

Интервал темп-р, °С	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	Всего
Число случаев за 2017-2019	1	1	0	0	5	3	5	6	2	3	8	2	1	0	1	2	1	1	1	43
Повторяемость	0.02	0.02	0	0	0.11	0.07	0.11	0.14	0.04	0.07	0.18	0.04	0.02	0	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.94

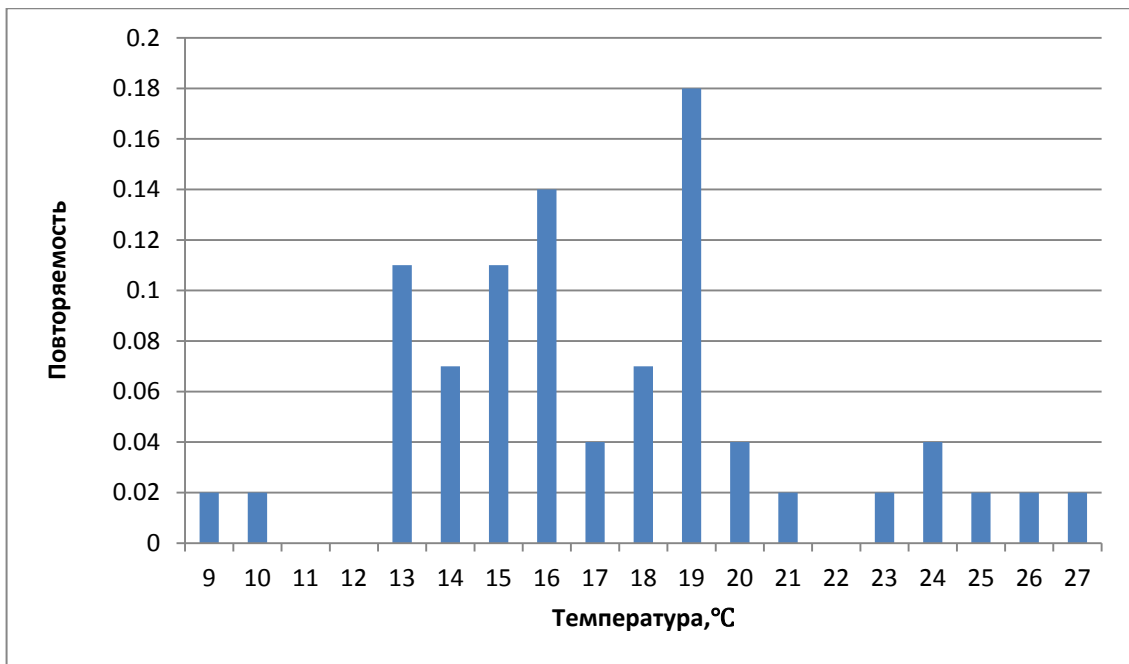


Рис. 3.12 - Повторяемость числа гроз в зависимости от температуры

Полагаясь на построенный график, приходим к выводу, что наибольшая вероятность появления грозы в Северо-Западном регионе в рассматриваемый период выявлена при температуре 19°C. На графике (рис. 3.12) видно, что повторяемость гроз выше в интервале температур примерно с 13°C до 20°C. Это связано с тем, что в летние месяцы происходит интенсивный прогрев поверхности Земли. От нее, в свою очередь, прогреваются воздушные массы и увеличивается возможность впитывания влаги, которая испаряется с поверхности водоемов, почв, растительности. Это приводит к термодинамической неустойчивости в приземном слое.

3.4 Исследование особенностей крупы в Санкт-Петербурге.

Для оценки годового хода крупы в Санкт-Петербурге в период 2017-2019 года, рассмотрим каждый год отдельно.

Таблица 3.10 – Годовой ход крупы

Год	Месячные и годовые суммы												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	год
2017	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	5
2018	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2019	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
среднее	0	0	0.6	0.6	1	0	0	0	0	0.3	0	0	2.6

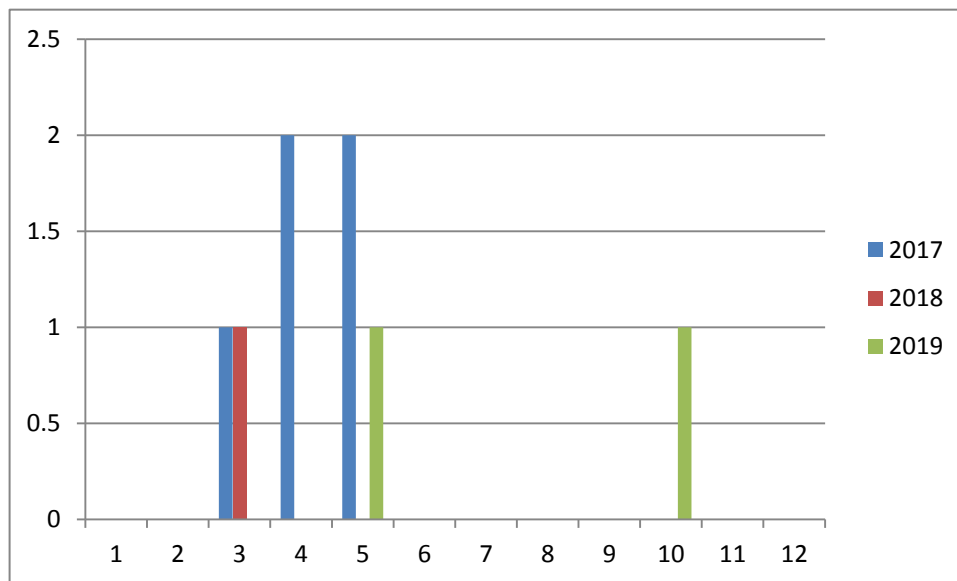


Рис. 3.13 - График годового хода крупы

В 2017 году выпадение крупы было с марта по май включительно. Максимум зарегистрированных случаев крупы приходится на апрель и май - 2 случая. Минимум приходится на март – 1 случай соответственно.

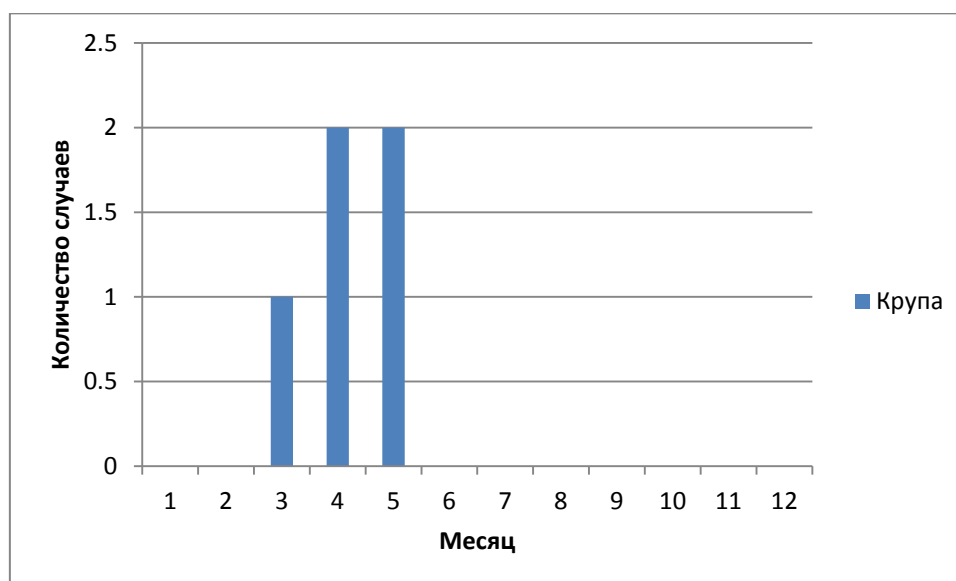


Рис. 3.14 - График годового хода крупы за 2017 год

В 2018 году был зарегистрирован один случай выпадения крупы. В марте – 1 случай.

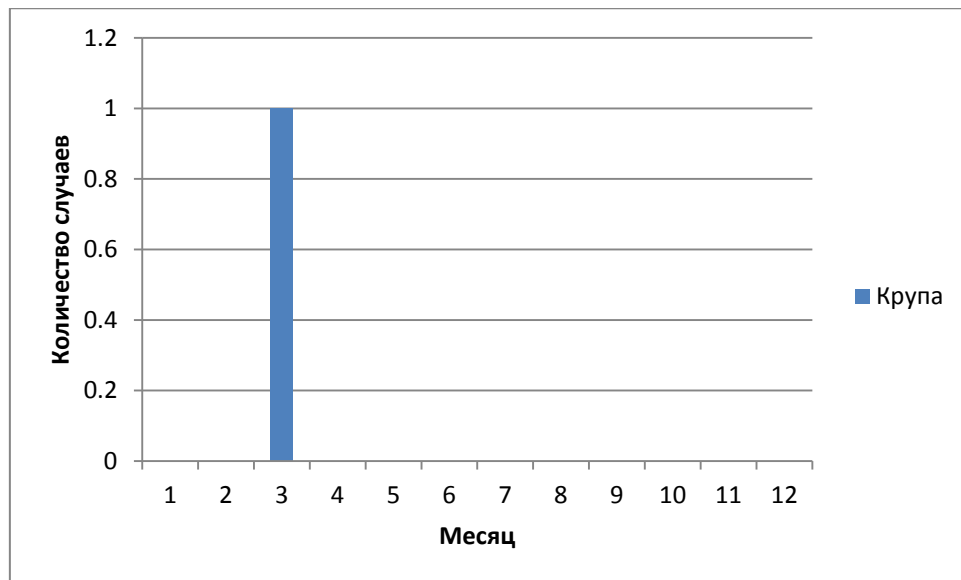


Рис. 3.15 - График годового хода крупы за 2018 год

В 2019 году было зарегистрировано всего 2 случая крупы. В мае – 1 случай и в октябре – 1 случай соответственно.

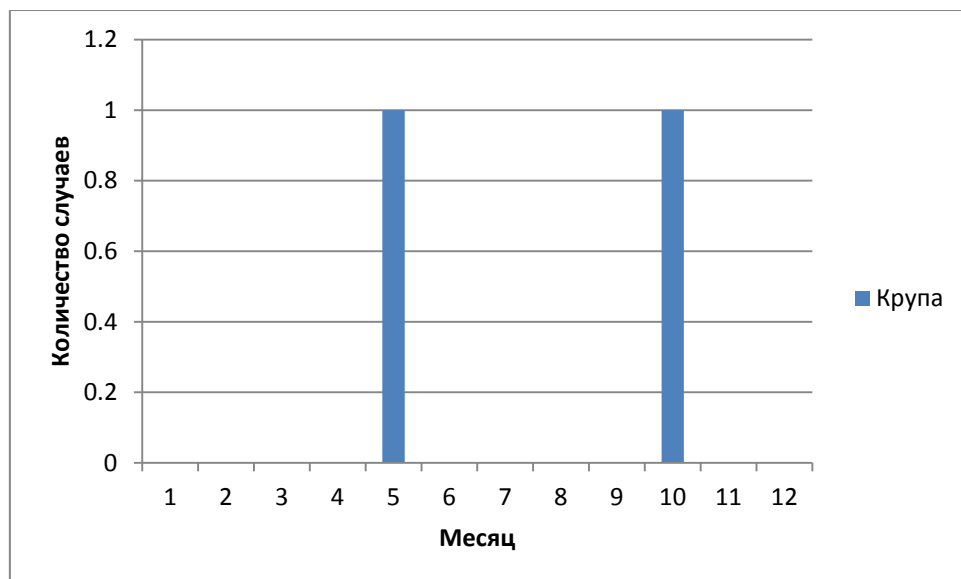


Рис. 3.16 - График годового хода крупы за 2019 год

Проанализировав график годового хода (рис 3.13), можно прийти к выводу, что в Северо-Западном регионе за период с 2017 по 2019 год крупа выпадала в среднем каждый год по 2,6 раз. Это происходило в основном весной, в переходное время года, когда температура была близка к 0°C, что характерно для данного явления.

Заключение

Интенсивная деятельность таких явлений, как: гроза, ливневые осадки, крупа, - представляет большую опасность. Например, они влияют на сельское хозяйство, промышленность и авиацию.

В представленной дипломной работе были рассмотрены особенности развития конвективных процессов, виды конвекции и явления, связанные с ней. Также была представлена физико-географическая и климатическая характеристика Северо-Западного региона.

Был проведен анализ особенностей развития ливневых осадков, гроз и крупы за период с 2017 по 2019 год в данном регионе:

- 1) Была составлена сводная таблица явлений за 2017-2019 гг., включающая в себя данные по датам и срокам наблюдения.
- 2) Составлена таблица по каждому явлению, включающая в себя его продолжительность, изменение температуры и давления.
- 3) Представлены таблицы и графики годового хода ливневых осадков, гроз и крупы. Составлены таблицы и графики суточного хода гроз, а также таблицы и графики зависимости числа гроз от температуры и их повторяемость за представленный период.

В заключении работы были сделаны выводы:

- 1) Возникновение конвекции происходит из-за прогрева отдельных воздушных масс в нижних слоях атмосферы при неустойчивой стратификации. Развитие конвекции зависит от рельефа, распределения давления и температуры в атмосфере по высоте.
- 2) Для Северо-Западного региона характерен умеренно континентальный климат, переходящий к морскому. К избыточному увлажнению и заболачиванию приводит обилие осадков.

- 3) В ходе анализа ливневых осадков было выявлено, что в период 2017-2019 гг. общее число случаев – 620, среднее число за каждый год – 206,6. Самое обильное выпадение ливневых осадков было в 2017 году. Больше всего случаев - в августе. Это связано с тем, что в этом году преобладание холодного фронта над теплым было наибольшим.
- 4) При анализе крупы всего за три года было выявлено 8 случаев, среднее число за каждый год - 2,6. Больше всего случаев зарегистрировано в 2017 году. Что характерно для данного явления, оно в основном наблюдалось весной, в переходное время года при температуре близкой к нулю.
- 5) При исследовании гроз было зафиксировано 33 случая за 2017-2019 гг, среднее число – 11. Максимальное число случаев наблюдалось в 2019 году, их было 18. Максимум гроз приходится на период с июня по сентябрь. Это связано с тем, что атмосфера в теплое время года начинает активно «двигаться» по вертикали, что ведет к развитию вертикальной облачности. В ходе анализа суточного хода выявлено, что наиболее высокая активность гроз наблюдалась в дневное и вечернее время. Проанализировав полученные данные, можно сказать, что наибольшая вероятность появления грозы за рассматриваемый период выявлена при температуре 19°C. Повторяемость гроз выше в интервале температур примерно с 13°C до 20°C. Это связано с тем, что в летний период поверхность Земли интенсивно прогревается. От нее происходит прогрев воздушных масс и повышается возможность впитывания влаги, которая испаряется с поверхности водоемов, почв, растительности. Это приводит к термодинамической неустойчивости в приземном слое.

Список использованной литературы

- 1) Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. - СПб.: Гидрометеоиздат, 2000. – 778с.
- 2) Сайт «Погода и Климат».
- 3) Атлас облаков.
- 4) Сулаквелидзе Г.К. Ливневые осадки и град. - Гидрометеоиздат, 1967. - 412 с.
- 5) Шметер С.М. Физика конвективных облаков – Гидрометеоиздат, 1971, 230с.
- 6) Раковская Э. М. Физическая география России, 2013. – 256с.
- 7) Оболенский В.Н. Курс метеорологии, Гидрометеоиздат, 1943.
- 8) Конвективные явления <https://meteoinfo.ru/component/content/article/1-2009-10-01-09-03-06/5296-12062012->
- 9) Гетлинг А. В. Конвекция Рэлея – Бенара, 1999, Едиториал УРСС. 248с.

Приложение 1

Дата	Св	Ливневой снег	Ливневой дождь	Гроза	град	Крупа	срок
2017							
2.01.2017	+	+					09
13.01.2017	+	+					15
14.01.2017	+	+					06
14.01.2017	+	+					09
22.01.2017	+	+					15
30.01.2017	+	+					15
30.01.2017	+	+					21
31.01.2017	+	+					21
1.02.2017	+						03
19.02.2017	+	+					03
1.03.2017	+		+				06
1.03.2017	+		+				12
4.03.2017	+	+					12
11.03.2017	+	+					09
11.03.2017	+	+					12
20.03.2017	+					+	15
20.03.2017	+						21
23.03.2017	+						15
25.03.2017	+	+					15
25.03.2017	+	+					18
25.03.2017	+	+					21
26.03.2017	+		+				21
27.03.2017	+	+					21
27.03.2017	+	+					21
28.03.2017	+		+				03
28.03.2017	+	+					15
28.03.2017	+	+					18
28.03.2017	+						21
29.03.2017	+	+					15
1.04.2017	+		+				18
11.04.2017	+		+				15
12.04.2017	+	+					09
16.04.2017	+	+					15
16.04.2017	+	+					21
17.04.2017	+					+	09
17.04.2017	+	+					12
17.04.2017	+	+					15
21.04.2017	+	+					03
21.04.2017	+		+				15
22.04.2017	+	+	+				09
22.04.2017	+	+					12
22.04.2017	+	+					24

23.04.2017	+	+					06
26.04.2017	+		+				18
27.04.2017	+		+				15
27.04.2017	+		+				18
29.04.2017	+					+	15
10.05.2017	+					+	12
11.05.2017	+					+	12
26.05.2017	+		+				18
31.05.2017	+		+				24
2.06.2017	+		+				12
3.06.2017	+		+				12
3.06.2017	+				+		15
12.06.2017	+		+				21
13.06.2017	+		+				21
18.06.2017	+		+				18
18.06.2017	+		+				21
20.06.2017	+		+				24
21.06.2017	+		+				06
21.06.2017	+		+				18
22.06.2017	+		+				15
23.06.2017	+		+				06
23.06.2017	+		+				21
25.06.2017	+		+				18
25.06.2017	+		+				21
25.06.2017	+		+				24
26.06.2017	+		+				15
26.06.2017	+		+				18
26.06.2017	+		+				21
27.06.2017	+		+				06
27.06.2017	+		+				09
27.06.2017	+		+				12
27.06.2017	+		+				15
1.07.2017	+		+				06
1.07.2017	+		+				09
3.07.2017	+		+				21
3.07.2017	+		+				24
6.07.2017	+		+				03
6.07.2017	+		+				21
12.07.2017	+		+				03
12.07.2017	+		+				06
12.07.2017	+		+				09
12.07.2017	+		+				15
12.07.2017	+		+				18
12.07.2017	+		+				21
12.07.2017	+		+				24
13.07.2017	+		+				03
13.07.2017	+		+	+			21

13.07.2017	+		+				24
14.07.2017	+		+				03
14.07.2017	+		+				15
17.07.2017	+		+				06
17.07.2017	+		+				09
17.07.2017	+		+				21
17.07.2017	+		+				24
18.07.2017	+		+				03
18.07.2017	+		+	+			18
18.07.2017	+		+				18
18.07.2017	+		+				21
19.07.2017	+		+				18
19.07.2017	+		+				21
19.07.2017	+		+				24
21.07.2017	+		+				18
21.07.2017	+		+				21
22.07.2017	+		+	+			15
22.07.2017	+		+	+			18
22.07.2017	+		+	+			21
24.07.2017	+		+				09
24.07.2017	+		+				12
24.07.2017	+		+				15
24.07.2017	+		+				18
24.07.2017	+		+				21
25.07.2017	+		+				15
31.07.2017	+		+				24
1.08.2017	+		+				03
1.08.2017	+		+				21
2.08.2017	+		+				12
2.08.2017	+		+				15
2.08.2017	+		+				18
2.08.2017	+		+				21
5.08.2017	+		+				09
5.08.2017	+		+				12
5.08.2017	+		+				15
5.08.2017	+		+				21
6.08.2017	+		+				12
6.08.2017	+		+	+			15
6.08.2017	+		+				18
6.08.2017	+		+	+			21
6.08.2017	+		+				24
7.08.2017	+		+				03
7.08.2017	+		+				06
7.08.2017	+		+				09
7.08.2017	+		+				12
7.08.2017	+		+				15
7.08.2017	+		+				21

7.08.2017	+		+				24
8.08.2017	+		+				03
13.08.2017	+		+	+			03
13.08.2017	+		+				06
13.08.2017	+		+				09
13.08.2017	+		+				12
13.08.2017	+		+				15
17.08.2017	+		+				18
17.08.2017	+		+	+			21
18.08.2017	+		+				06
18.08.2017	+		+				09
19.08.2017	+		+				24
20.08.2017	+		+				03
20.08.2017	+		+				06
20.08.2017	+		+				09
20.08.2017	+		+				21
21.08.2017	+		+				03
21.08.2017	+		+				06
21.08.2017	+		+				09
21.08.2017	+		+				15
22.08.2017	+		+				09
22.08.2017	+		+				15
23.08.2017	+		+				03
23.08.2017	+		+				06
23.08.2017	+		+				09
23.08.2017	+		+				21
24.08.2017	+		+				12
24.08.2017	+		+				15
24.08.2017	+		+				21
24.08.2017	+		+				24
25.08.2017	+		+				03
25.08.2017	+		+				15
25.08.2017	+		+				18
25.08.2017	+		+				21
25.08.2017	+		+				24
26.08.2017	+		+				03
26.08.2017	+		+				06
26.08.2017	+		+				09
26.08.2017	+		+				12
26.08.2017	+		+				15
26.08.2017	+		+				18
26.08.2017	+		+				21
26.08.2017	+		+				24
27.08.2017	+		+				03
1.09.2017	+		+				09
6.09.2017	+		+				09
7.09.2017	+		+				09

8.09.2017	+		+				12
9.09.2017	+		+				18
9.09.2017	+		+				21
13.09.2017	+		+				06
13.09.2017	+		+				15
14.09.2017	+		+				03
14.09.2017	+		+				15
14.09.2017	+		+				18
14.09.2017	+		+				21
15.09.2017	+		+				03
15.09.2017	+		+				18
15.09.2017	+		+				21
16.09.2017	+		+				15
16.09.2017	+		+				18
18.09.2017	+		+				15
18.09.2017	+		+				18
2.10.2017	+		+				18
2.10.2017	+		+				21
2.10.2017	+		+				24
3.10.2017	+		+				21
4.10.2017	+		+				21
4.10.2017	+		+				24
5.10.2017	+		+				15
5.10.2017	+		+				18
5.10.2017	+		+				21
7.10.2017	+		+				18
8.10.2017	+		+				09
8.10.2017	+		+				12
8.10.2017	+		+				15
8.10.2017	+		+				18
8.10.2017	+		+				21
8.10.2017	+		+				24
9.10.2017	+		+				03
11.10.2017	+		+				06
11.10.2017	+		+				09
15.10.2017	+		+				06
15.10.2017	+		+				09
15.10.2017	+		+				12
15.10.2017	+		+				15
16.10.2017	+		+				09
16.10.2017	+		+				12
16.10.2017	+		+				15
18.10.2017	+		+				18
18.10.2017	+		+				21
20.10.2017	+		+				15
22.10.2017	+	+					21
22.10.2017	+		+				24

23.10.2017	+		+				03
31.10.2017	+	+					18
31.10.2017	+	+					21
4.11.2017	+		+				24
5.11.2017	+		+				03
14.11.2017	+	+					18
16.11.2017	+		+				15
16.11.2017	+		+				18
16.11.2017	+		+				21
17.11.2017	+		+				15
17.11.2017	+		+				18
17.11.2017	+		+				21
24.11.2017	+		+				09
25.11.2017	+		+				09
26.11.2017	+	+					06
26.11.2017	+	+					09
26.11.2017	+		+				21
26.11.2017	+		+				24
27.11.2017	+		+				03
29.11.2017	+	+					03
29.11.2017	+		+				06
29.11.2017	+		+				09
1.12.2017	+	+					15
4.12.2017	+	+					06
4.12.2017	+	+					09
4.12.2017	+	+					12
4.12.2017	+	+					15
8.12.2017	+	+					03
8.12.2017	+	+					06
8.12.2017	+	+					09
8.12.2017	+	+					18
10.12.2017	+	+					15
12.12.2017	+	+					21
12.12.2017	+	+					24
13.12.2017	+		+				03
13.12.2017	+	+					12
13.12.2017	+	+					15
13.12.2017	+	+					21
13.12.2017	+	+					21
15.12.2017	+	+					12
15.12.2017	+	+					18
15.12.2017	+	+					21
21.12.2017	+	+					15
24.12.2017	+	+					09
27.12.2017	+		+				18
27.12.2017	+		+				21
29.12.2017	+		+				03

2018							
1.01.2018	+	+					12
6.01.2018	+		+				15
7.01.2018	+	+					09
7.01.2018	+	+					24
8.01.2018	+	+					03
8.01.2018	+	+					09
9.01.2018	+	+					18
9.01.2018	+	+					21
16.01.2018	+	+					06
16.01.2018	+	+					09
19.01.2018	+	+					12
24.01.2018	+	+					03
24.01.2018	+	+					06
24.01.2018	+	+					09
28.01.2018	+	+					09
28.01.2018	+	+					12
28.01.2018	+	+					15
29.01.2018	+	+					12
5.02.2018	+	+					12
5.02.2018	+	+					15
5.02.2018	+	+					24
19.02.2018	+	+					09
19.02.2018	+	+					15
9.03.2018	+	+					15
9.03.2018	+	+					18
9.03.2018	+	+					21
12.03.2018	+					+	21
12.03.2018	+		+				24
13.03.2018	+		+				03
13.03.2018	+		+				06
13.03.2018	+		+				09
13.03.2018	+		+				12
13.03.2018	+		+				15
14.03.2018	+	+					15
15.03.2018	+	+					12
15.03.2018	+	+					15
15.03.2018	+	+					21
19.03.2018	+	+					06
19.03.2018	+	+					18
19.03.2018	+	+					21
20.03.2018	+	+					24
22.03.2018	+	+					06
22.03.2018	+	+					09
22.03.2018	+	+					21

26.03.2018	+	+					09
28.03.2018	+	+					21
2.04.2018	+	+					03
2.04.2018	+		+				09
3.04.2018	+	+					09
5.04.2018	+		+				03
5.04.2018	+		+				06
5.04.2018	+		+				09
6.04.2018	+	+					18
6.04.2018	+		+				21
16.04.2018	+		+				15
16.04.2018	+		+				18
16.04.2018	+		+				21
17.04.2018	+		+				21
17.04.2018	+		+				24
18.04.2018	+		+				03
18.04.2018	+		+				06
20.04.2018	+		+				15
21.04.2018	+		+				06
21.04.2018	+		+				09
21.04.2018	+		+				12
21.04.2018	+		+				15
24.04.2018	+		+				15
24.04.2018	+		+				18
24.04.2018	+		+				21
24.04.2018	+		+				24
25.04.2018	+		+				03
25.04.2018	+		+				06
25.04.2018	+		+				12
25.04.2018	+		+				15
29.04.2018	+		+				18
29.04.2018	+		+				21
29.04.2018	+		+				24
30.04.2018	+		+				03
2.05.2018	+		+				18
2.05.2018	+		+				21
4.05.2018	+		+				09
4.05.2018	+		+				12
4.05.2018	+		+				15
16.05.2018	+		+				09
16.05.2018	+		+				12
16.05.2018	+		+				15
16.05.2018	+		+				18
16.05.2018	+		+				21
18.05.2018	+		+				21

18.05.2018	+		+				24
19.05.2018	+		+				03
5.06.2018	+		+				18
5.06.2018	+		+				21
6.06.2018	+		+				15
7.06.2018	+		+				24
11.06.2018	+		+				15
11.06.2018	+		+				24
12.06.2018	+		+				03
18.06.2018	+		+				21
18.06.2018	+		+				24
19.06.2018	+		+				21
21.06.2018	+		+				21
24.06.2018	+		+				15
24.06.2018	+		+				18
1.07.2018	+		+				24
2.07.2018	+		+				03
2.07.2018	+		+				21
3.07.2018	+		+				15
3.07.2018	+		+				21
3.07.2018	+		+				24
4.07.2018	+		+				03
5.07.2018	+		+				24
6.07.2018	+		+				06
6.07.2018	+		+				12
6.07.2018	+		+				15
6.07.2018	+		+				18
6.07.2018	+		+				21
7.07.2018	+		+				09
7.07.2018	+		+				15
7.07.2018	+		+				15
14.07.2018	+			+			15
20.07.2018	+		+				03
20.07.2018	+		+				15
20.07.2018	+		+				24
21.07.2018	+		+				03
21.07.2018	+		+				09
21.07.2018	+		+				15
21.07.2018	+		+				18
21.07.2018	+		+				21
5.08.2018	+		+				06
5.08.2018	+		+				09
6.08.2018	+		+				09
6.08.2018	+		+				12
6.08.2018	+		+				15

7.08.2018	+		+	+			18
7.08.2018	+		+	+			21
12.08.2018	+		+				21
13.08.2018	+		+				06
13.08.2018	+		+				09
20.08.2018	+		+				21
21.08.2018	+		+				18
21.08.2018	+		+				21
25.08.2018	+		+				18
25.08.2018	+		+				21
25.08.2018	+		+				24
26.08.2018	+		+				06
26.08.2018	+		+				15
27.08.2018	+		+				03
29.08.2018	+		+				21
30.08.2018	+		+				18
30.08.2018	+		+				21
4.09.2018	+		+				24
5.09.2018	+		+				03
5.09.2018	+		+				12
5.09.2018	+		+				15
7.09.2018	+		+				09
8.09.2018	+			+			21
8.09.2018	+		+	+			24
9.09.2018	+		+	+			03
12.09.2018	+		+				09
13.09.2018	+		+				06
13.09.2018	+		+				09
13.09.2018	+		+				12
13.09.2018	+		+				15
16.09.2018	+		+				12
16.09.2018	+		+				15
16.09.2018	+		+				21
17.09.2018	+		+				21
17.09.2018	+		+				24
18.09.2018	+		+				03
22.09.2018	+		+				15
23.09.2018	+		+				15
24.09.2018	+		+				09
26.09.2018	+		+				15
30.09.2018	+		+				21
1.10.2018	+		+				03
1.10.2018	+		+				06
1.10.2018	+		+				09
3.10.2018	+		+				15

4.10.2018	+		+				03
5.10.2018	+		+				24
6.10.2018	+		+				03
18.10.2018	+		+				21
18.10.2018	+		+				24
19.10.2018	+		+				03
22.10.2018	+		+				15
23.10.2018	+		+				21
23.10.2018	+		+				24
24.10.2018	+		+				03
31.10.2018	+		+				18
27.11.2018	+	+					15
3.12.2018	+	+					09
4.12.2018	+	+					18
4.12.2018	+		+				21
5.12.2018	+	+					09
9.12.2018	+	+					03
23.12.2018	+	+					09
25.12.2018	+	+					21
26.12.2018	+	+					06
2019							
9.01.2019	+	+					18
17.01.2019	+	+					09
17.01.2019	+	+					12
17.01.2019	+	+					15
20.01.2019	+	+					15
20.01.2019	+	+					18
20.01.2019	+	+					21
30.01.2019	+	+					15
3.02.2019	+	+					06
3.02.2019	+	+					09
3.02.2019	+	+					12
3.02.2019	+	+					18
7.02.2019	+	+					24
8.02.2019	+	+					03
14.02.2019	+	+					06
14.02.2019	+	+					09
24.02.2019	+	+					24
25.02.2019	+	+					03
26.02.2019	+	+					09
1.03.2019	+	+					09
2.03.2019	+	+					21
3.03.2019	+	+					03
5.03.2019	+	+					15
7.03.2019	+	+					21
9.03.2019	+	+					12
11.03.2019	+	+					12
8.04.2019	+		+				21
9.04.2019	+		+				03
9.04.2019	+	+					21

10.04.2019	+		+				03
3.05.2019	+		+				21
3.05.2019	+					+	21
4.05.2019	+		+				24
5.05.2019	+		+				03
5.05.2019	+		+				21
6.05.2019	+		+				03
7.05.2019	+		+				21
11.05.2019	+		+				09
11.05.2019	+		+				15
11.05.2019	+		+				21
25.05.2019	+		+				21
26.05.2019	+		+				21
27.05.2019	+		+				12
27.05.2019	+		+				15
28.05.2019	+		+				03
29.05.2019	+		+				03
29.05.2019	+		+				18
29.05.2019	+		+				21
31.05.2019	+		+				12
2.06.2019	+		+				06
2.06.2019	+		+				12
2.06.2019	+		+				15
7.06.2019	+		+				12
7.06.2019	+		+				15
7.06.2019	+		+	+			18
7.06.2019	+		+	+			21
9.06.2019	+			+			12
9.06.2019	+		+	+			15
14.06.2019	+		+	+			03
21.06.2019	+		+	+			21
22.06.2019	+		+	+			03
22.06.2019	+		+				18
22.06.2019	+		+				21
24.06.2019	+		+				09
27.06.2019	+		+				09
28.06.2019	+		+				03
2.07.2019	+		+	+			12
2.07.2019	+		+	+			15
2.07.2019	+			+			24
3.07.2019	+		+	+			18
3.07.2019	+			+			21
4.07.2019	+		+				03
5.07.2019	+		+				15
5.07.2019	+		+				21
8.07.2019	+		+				21
9.07.2019	+		+				03
9.07.2019	+		+				06
9.07.2019	+		+				09
9.07.2019	+		+	+			12
9.07.2019	+		+				15
12.07.2019	+		+				21
14.07.2019	+		+				18
14.07.2019	+		+				21

16.07.2019	+		+				24
17.07.2019	+		+				03
17.07.2019	+		+				18
17.07.2019	+		+				21
19.07.2019	+		+				09
19.07.2019	+		+				15
20.07.2019	+		+				03
23.07.2019	+		+				15
24.07.2019	+		+				15
7.08.2019	+		+				18
7.08.2019	+		+				21
8.08.2019	+			+			21
12.08.2019	+		+	+			18
12.08.2019	+		+	+			21
13.08.2019	+		+				03
14.08.2019	+		+				18
15.08.2019	+		+				18
15.08.2019	+		+				21
22.08.2019	+		+				06
24.08.2019	+		+				03
3.09.2019	+		+				21
4.09.2019	+		+				03
6.09.2019	+		+				18
6.09.2019	+		+				21
13.09.2019	+		+				09
13.09.2019	+		+				12
13.09.2019	+		+				15
13.09.2019	+		+				21
14.09.2019	+		+				03
15.09.2019	+		+				12
15.09.2019	+		+				21
16.09.2019	+		+				03
16.09.2019	+		+				06
16.09.2019	+		+				09
16.09.2019	+		+				12
16.09.2019	+		+				15
17.09.2019	+		+				21
20.09.2019	+		+				03
20.09.2019	+		+				06
20.09.2019	+		+				09
22.09.2019	+		+				18
22.09.2019	+		+				21
29.09.2019	+		+	+			18
29.09.2019	+		+	+			21
30.09.2019	+		+				03
30.09.2019	+		+				06
30.09.2019	+		+				15
30.09.2019	+		+				21
1.10.2019	+		+				06
1.10.2019	+		+				21
2.10.2019	+		+				15
2.10.2019	+		+				18
2.10.2019	+		+				21
7.10.2019	+					+	15

11.10.2019	+		+				24
12.10.2019	+		+				00
12.10.2019	+		+				18
12.10.2019	+		+				21
13.10.2019	+		+				21
14.10.2019	+		+				15
14.10.2019	+		+				18
14.10.2019	+		+				21
19.10.2019	+		+				21
21.10.2019	+		+				03
25.10.2019	+		+				21
26.10.2019	+		+				03
26.10.2019	+		+				06
26.10.2019	+		+				09
29.10.2019	+		+				09
3.11.2019	+		+				18
5.11.2019	+	+					21
10.11.2019	+		+				21
13.11.2019	+		+				15
13.11.2019	+		+				18
13.11.2019	+		+				21
14.11.2019	+		+				09
14.11.2019	+		+				12
1.12.2019	+	+					12
2.12.2019	+	+					06
7.12.2019	+	+					24
8.12.2019	+	+					03
8.12.2019	+	+					06
8.12.2019	+	+					12
8.12.2019	+	+					15
14.12.2019	+	+					12
18.12.2019	+		+				21
30.12.2019	+	+					03
30.12.2019	+		+				12

Приложение 2

Ливни

Дата	Начало явления	Окончание	Продолжительность явления. час	$T_{нач.}^{\circ C}$	$T_{окончан.}^{\circ C}$	$\Delta T. ^{\circ C}$	$P_{нач.} гПа$	$P_{окончан.} гПа$	$\Delta P. гПа$
2017									
2.01.2017	09	12	3 часа	-1.6	-2.2	-0.6	998.6	999.8	+1.2
13.01.2017	15	18	3 часа	+0.5	+1.2	+0.7	993.7	995.6	+1.9
14.01.2017	06	12	6 часов	-1.0	-0.4	+0.6	996.1	996	-0.1
22.01.2017	15	18	3 часа	+1.0	+0.4	-0.6	1015	1014.8	-0.2
26.01.2017	12	15	3 часа	-4.0	-0.5	+3.5	1016.9	1015.4	-1.5
30.01.2017	15	18	3 часа	+0.1	+0.4	+0.3	1017.7	1017.7	0
30.01.2017	21	24	3 часа	+0.9	+1.1	+0.2	1017.9	1017.8	-0.1
31.01.2017	24	24	1 час	-0.9	-0.9	0	1020.9	1020.9	0
1.02.2017	03	06	3 часа	-1.4	-1.9	-0.5	1021	1021	0
19.02.2017	03	06	3 часа	+0.4	+1.0	+0.6	1006.1	1003.9	-2.2
1.03.2017	06	12	6 часов	+4.7	+6.2	+1.5	998	1000.6	+2.6
4.03.2017	12	18	6 часов	+0.3	+0.5	+0.2	1004.9	1007.6	+2.7
11.03.2017	09	18	9 часов	+1.0	+1.8	+0.8	1019	1022.5	+3.5
20.03.2017	21	24	3 часа	+5.0	+4.0	-1	1006.5	1006.4	-0.1
23.03.2017	15	18	3 часа	+4.8	+3.2	-1.6	1016.2	1017.6	+1.4
25.03.2017	15	24	9 часов	+1.3	+0.9	-0.4	1014.1	1016.6	+2.5
26.03.2017	21	24	3 часа	+2.8	+3.8	+1	996.8	998.7	+1.9
27.03.2017	18	24	6 часов	+0.5	+3.0	+2.5	999.4	992.5	-6.9
28.03.2017	03	03	1 час	+1.0	+1.0	0	999.7	999.7	0
28.03.2017	15	24	9 часов	+1.9	-2.2	-4.1	1007.2	1011.4	+4.2
29.03.2017	15	24	9 часов	+0.4	-2.4	-2.8	1013	1014.3	+1.3
1.04.2017	18	24	6 часов	+1.5	+3.9	+2.4	1010.4	1004.6	-5.8
11.04.2017	15	24	9 часов	+6.8	+3.4	-3.4	996.6	997.1	+0.5

12.04.2017	09	12	3 часа	+0.0	+0.7	+0.7	998.2	999.9	+1.7
12.04.2017	15	18	3 часа	+1.1	+1.6	+0.5	1001.7	1001.7	0
15.04.2017	21	24	3 часа	-2.0	-3.7	-1.7	1006.3	1006.4	+0.1
16.04.2017	03	06	3 часа	-6.0	-5.7	+0.3	1006.3	1006.5	+0.2
16.04.2017	15	24	9 часов	-1.7	-1.9	-0.2	1008.1	1009.6	+1.5
17.04.2017	12	15	3 часа	-0.2	+0.8	+1	1014.1	1016.1	+2
21.04.2017	03	06	3 часа	+0.7	+1.0	+0.3	1010.6	1006.2	-4.4
21.04.2017	15	24	9 часов	+2.2	+2.6	+0.4	997.7	993.6	-4.1
22.04.2017	09	15	6 часов	+0.6	+2.2	+1.6	988.3	989.3	+1
22.04.2017	24	24	1 час	+0.8	+0.8	0	992.2	992.2	0
23.04.2017	03	09	6 часов	+1.4	+1.3	-0.1	992.8	996.3	+3.5
23.04.2017	12	15	3 часа	+4.1	+4.3	+0.2	998.8	1001	+2.2
23.04.2017	21	24	3 часа	+2.8	+2.5	-0.3	1004.2	1005.2	+1
26.04.2017	15	24	9 часов	+6.4	+3.8	-2.6	999.4	1004.4	+5
27.04.2017	15	24	9 часов	+7.2	+3.6	-3.6	1010.6	1015.2	+4.6
29.04.2017	15	18	3 часа	+2.3	+3.4	+1.1	1017	1014.1	-2.9
10.05.2017	12	18	6 часов	+4.1	+3.7	-0.4	1005.8	1006.3	+0.5
10.05.2017	21	24	3 часа	+1.3	+1.6	+0.3	1006.7	1006.7	0
11.05.2017	15	18	3 часа	+6.1	+6.2	+0.1	1008.3	1008.5	+0.2
12.05.2017	24	24	Час	+2.6	+2.6	0	1018.1	1018.1	0
13.05.2017	03	06	3 часа	+3.9	+4.3	+0.4	1019	1019.6	+0.6
26.05.2017	18	24	6 часов	+14.1	+12.5	-1.6	1012.5	1014.5	+2
31.05.2017	24	24	Час	+9.3	+9.3	0	996.1	996.1	0
1.06.2017	03	06	3 часа	+7.7	+6.2	-1.5	997.5	998.8	+1.3
2.06.2017	03	06	3 часа	+4.1	+4.7	+0.6	1000.5	1000	-0.5
2.06.2017	12	15	3 часа	+4.2	+5.3	+1.1	999.9	1000.6	+0.7
2.06.2017	21	24	3 часа	+6.0	+4.3	-1.7	1005.9	1008	+2.1
3.06.2017	12	15	3 часа	+6.7	+6.5	-0.2	1010.6	1011.5	+0.9
12.06.2017	21	24	3 часа	+13.7	+15.1	+1.4	993.5	991.5	-2
13.06.2017	21	24	3 часа	+13.7	+9.8	-3.9	992.3	994.7	+2.4
14.06.2017	03	06	3 часа	+7.6	+7.0	-0.6	996.7	998.4	+1.7
18.06.2017	18	24	6 часов	+16.0	+14.5	-1.5	1009.9	1006.6	-3.3
19.06.2017	03	06	3 часа	+14.1	+14.6	+0.5	1007	1006.8	-0.2

20.06.2017	18	24	6часов	+14.0	+10.3	-3.7	993.5	993.8	+0.3
21.06.2017	03	09	6часов	+10.1	+11.5	+1.4	995.1	996.2	+1.1
21.06.2017	18	24	6часов	+10.6	+11.1	+0.5	999.8	1001.1	+1.3
22.06.2017	15	18	3часа	+14.9	+15.6	+0.7	1002.1	1002.5	+0.4
23.06.2017	06	18	12часов	+10.4	14.5	+4.1	1002.4	1005.4	+3
25.06.2017	18	24	6часов	+16.3	+12.8	-3.5	998.9	998.8	-0.1
26.06.2017	15	24	9часов	+12.7	+11.7	-1	996.6	995.4	-1.2
27.06.2017	06	18	12часов	+12.0	+15.2	+3.2	996.2	1001.9	+5.7
1.07.2017	06	12	6часов	+11.7	+12.1	+0.4	1002.6	1003.4	+0.8
3.07.2017	21	24	3часа	+16.2	+14.1	-2.1	1004.9	1006	+1.1
6.07.2017	03	06	3часа	+12.7	+11.7	-1	1007.4	1008.2	+0.8
6.07.2017	21	24	3часа	+10.9	+11.5	+0.6	1010.9	1010.8	-0.1
12.07.2017	03	12	9часов	+20.4	+18.6	-1.8	1006.4	1001.5	-4.9
12.07.2017	15	24	9часов	+19.8	+16.3	-3.5	1000.2	1004.6	+4.4
13.07.2017	03	06	3часа	+15.9	+16.0	+0.1	1005.1	1005.9	+0.8
13.07.2017	21	24	3часа	+19.4	+18.2	-1.2	1004.4	1003.4	-1
14.07.2017	03	06	3часа	+16.9	+15.6	-1.3	1004.1	1005.3	+1.2
14.07.2017	15	18	3часа	+15.2	+15.4	+0.2	1009.6	1009.7	+0.1
17.07.2017	06	12	6часа	+14.3	+16.0	+1.7	1008.5	1008.4	-0.1
17.07.2017	21	24	3часа	+15.4	+15.0	-0.4	1007.2	1007.4	+0.2
18.07.2017	03	06	3часа	+14.6	+14.2	-0.4	1007.7	1008.9	+1.2
18.07.2017	15	24	9часов	+15.3	+14.6	-0.7	1010.9	1011.3	+0.4
19.07.2017	18	24	6часов	+14.6	+13.7	-0.9	1012.5	1012.2	-0.3
20.07.2017	03	12	9часов	+13.1	+16.1	+3	1011.9	1011.9	0
21.07.2017	18	24	6часов	+19.8	+14.1	-5.7	1015.1	1016.4	+1.3
22.07.2017	15	24	9часов	+16.2	+12.6	-3.6	1017.9	1018.4	+0.5
24.07.2017	09	24	15часов	+14.4	+14.4	0	1010	1010.3	+0.3
25.07.2017	15	18	3часа	+18.3	+18.3	0	1009.3	1009.3	0
31.07.2017	24	24	1час	+18.1	+18.1	0	1011.6	1011.6	0
1.08.2017	03	06	3часа	+18.8	+17.3	-1.5	1012.7	1013.9	+1.2
1.08.2017	21	24	3часа	+19.1	+18.7	-0.4	1018.4	1018.7	+0.3
2.08.2017	12	24	12часов	+17.8	+17.8	0	1009	1008.1	-0.9
5.08.2017	09	24	15часов	+16.6	+16.4	-0.2	999.8	1003.3	+3.5

6.08.2017	12	24	12часов	+17.9	+15.9	-2	1005.4	1007.2	+1.8
7.08.2017	03	18	15часов	+14.9	+18.2	+3.3	1007.0	1013.6	+6.6
7.08.2017	21	24	3часа	+17.0	+16.3	-0.7	1015.1	1016.2	+1.1
8.08.2017	03	06	3часа	+13.9	+13.5	-0.4	1018.6	1020.0	+1.4
13.08.2017	03	18	15часов	+19.5	+20.7	+1.2	1008.6	1009.5	+0.9
17.08.2017	18	24	6часов	+22.9	+19.6	-3.3	1019.3	1018.5	-0.8
18.08.2017	06	12	6часов	+16.5	+21.0	+4.5	1017.4	1017.5	+0.1
19.08.2017	24	24	1час	+18.5	+18.5	0	1013.0	1013.0	0
20.08.2017	03	12	9часов	+19.5	+19.4	-0.1	1013.1	1017.3	+4.2
20.08.2017	21	24	3часа	+18.6	+17.7	-0.9	1017.3	1016.0	-1.3
21.08.2017	03	12	9часов	+15.3	+16.5	+1.2	1016.0	1014.4	-1.6
21.08.2017	15	18	3часа	+16.8	+17.3	+0.5	1013.5	1013.2	-0.3
22.08.2017	09	12	3часа	+15.2	+15.9	+0.7	1013.4	1012.8	-0.6
22.08.2017	15	18	3часа	+16.3	+16.9	+0.6	1012.5	1012.5	0
23.08.2017	03	12	9часов	+15.1	+16.3	+1.2	1011.4	1007.8	-3.6
23.08.2017	21	24	3часа	+16.4	+16.5	+0.1	1004.5	1003.2	-1.3
24.08.2017	12	18	6часов	+16.1	+13.8	-2.3	997.1	998.5	+1.4
24.08.2017	21	24	3часа	+12.5	+12.0	-0.5	999.8	1000.7	+0.9
25.08.2017	03	06	3часа	+12.2	+13.1	+0.9	1001.8	1003.5	+1.7
25.08.2017	15	24	9часов	+14.5	+13.5	-1	1007.7	1005.7	-2
26.08.2017	03	24	21час	+13.3	+11.6	-1.7	1003.9	1008.1	+4.2
27.08.2017	03	06	3часа	+10.0	+9.8	-0.2	1008.9	1009.8	+0.9
1.09.2017	09	12	3часа	+16.7	+19.2	+2.5	1009.8	1010.3	+0.5
6.09.2017	09	12	3часа	+10.9	+12.1	+1.2	1018.6	1017.6	-1
7.09.2017	09	12	3часа	+10.2	+11.2	+1	1006.3	1004.9	-1.4
8.09.2017	12	15	3часа	+13.4	+14.4	+1	1002.7	1003.7	+1
9.09.2017	18	24	6часов	+14.7	+14.3	-0.4	1008.6	1009.5	+0.9
13.09.2017	06	09	3часа	+13.1	+14.1	+1	999.2	997.6	-1.6
13.09.2017	15	18	3часа	+15.4	+14.4	-1	997.0	997.4	+0.4
14.09.2017	03	06	3часа	+13.9	+13.4	-0.5	994.1	992.0	-2.1
14.09.2017	15	24	9часов	+15.0	+13.5	-1.5	990.4	990.8	+0.4
15.09.2017	03	06	3часа	+13.1	+12.1	-1	990.5	990.8	+0.3
15.09.2017	18	24	6часов	+12.9	+11.2	-1.7	992.0	998.4	+6.4

16.09.2017	15	21	6часов	+15.7	+12.4	-3.3	1007.6	1011.6	+4
18.09.2017	15	21	6часов	+12.1	+11.1	-1	1003.0	996.1	-6.9
2.10.2017	18	24	6часов	+7.8	+7.0	-0.8	1026.0	1023.3	-2.7
3.10.2017	21	24	3часа	+7.6	+6.7	-0.9	1011.4	1009.3	-2.1
4.10.2017	21	24	3часа	+10.0	+9.5	-0.5	997.7	996.3	-1.4
5.10.2017	15	24	9часов	+10.1	+7.6	-2.5	989.0	988.6	-0.4
7.10.2017	18	21	3часа	+9.2	+9.1	-0.1	1002.2	1003.1	+0.9
8.10.2017	09	24	15часов	+8.3	+9.3	+1	1005.7	1010.4	+4.7
9.10.2017	03	06	3часа	+8.4	+7.7	-0.7	1010.6	1010.7	+0.1
11.10.2017	06	12	6часов	+7.5	+7.9	+0.4	999.2	997.0	-2.2
15.10.2017	06	18	12часов	+6.0	+6.5	+0.5	1000.9	1012.9	+12
16.10.2017	09	18	9часов	+7.1	+10.6	+3.5	1012.8	1004.0	-8.8
18.10.2017	18	24	6часов	+7.3	+7.2	-0.1	1003.4	1006.1	+2.7
20.10.2017	15	18	3часа	+6.0	+4.2	-1.8	1022.1	1022.9	+0.8
22.10.2017	21	24	3часа	+1.6	-0.1	-1.7	1018.8	1019.8	+1
23.10.2017	03	06	3часа	-1.1	-1.9	-0.8	1020.9	1022.1	+1.2
31.10.2017	18	24	6часов	+0.4	-2.0	-2.4	1001.1	1002.9	+1.8
4.11.2017	24	24	1час	+6.3	+6.3	0	1009.3	1009.3	0
5.11.2017	03	06	3часа	+6.4	+6.7	+0.3	1010.0	1010.8	+0.8
14.11.2017	18	21	3часа	+1.8	+2.3	+0.5	1008.0	1008.6	+0.6
16.11.2017	15	24	9часов	+2.4	+2.7	+0.3	1013.0	1015.2	+2.2
17.11.2017	15	24	9часов	+4.0	+4.5	+0.5	1005.1	1005.3	+0.2
24.11.2017	09	12	3часа	+0.2	+1.2	+1	1013.6	1013.4	-0.2
25.11.2017	09	12	3часа	+0.6	+1.3	+0.7	1009.0	1008.9	-0.1
26.11.2017	06	12	6часов	+1.1	+2.7	+1.6	1008.4	1005.3	-3.1
26.11.2017	21	24	3часа	+2.9	+2.8	-0.1	1011.1	1013.8	+2.7
27.11.2017	03	06	3часа	+2.8	+2.1	-0.7	1015.4	1015.0	-0.4
29.11.2017	03	12	9часов	+0.9	+1.1	+0.2	1015.0	1013.3	-1.7
1.12.2017	15	18	3часа	+1.1	+1.5	+0.4	1007.3	1006.2	-1.1
4.12.2017	06	18	12часов	+0.8	+0.6	-0.2	1005.2	1003.0	-2.2
8.12.2017	03	12	9часов	-3.3	-0.8	+2.5	1003.7	997.3	-6.4
8.12.2017	18	21	3часа	+0.9	+1.3	+0.4	996.2	996.7	+0.5
10.12.2017	15	18	3часа	+0.9	+1.0	+0.1	1000.3	1000.5	+0.2

12.12.2017	21	24	3часа	+1.2	+2.6	+1.4	991.9	991.0	-0.9
13.12.2017	03	06	3часа	+3.7	+4.4	+0.7	990.0	989.0	-1
13.12.2017	12	24	12часов	+1.1	+1.5	+0.4	997.1	1004.1	+7
15.12.2017	12	15	3часа	+0.7	+1.5	+0.8	995.6	995.6	0
15.12.2017	18	24	6часов	+2.0	+2.3	+0.3	997.5	1001.8	+4.3
21.12.2017	15	18	3часа	-1.3	-1.1	+0.2	1012.9	1011.7	-1.2
24.12.2017	09	12	3часа	-1.3	-1.7	-0.4	978.6	981.5	+2.9
27.12.2017	18	24	6часов	+2.9	+2.6	-0.3	996.7	1000.0	+3.3
29.12.2017	06	09	3часа	+2.3	+1.9	-0.4	1004.6	1004.6	0
2018									
1.01.2018	12	15	3часа	-0.0	+1.0	+1	1009.0	1000.1	-8.9
6.01.2018	15	18	3часа	+3.1	+3.0	-0.1	995.6	997.3	+1.7
7.01.2018	09	12	3часа	-1.6	-3.1	-1.5	1005.4	1009.0	+3.6
7.01.2018	24	24	1час	-1.8	-1.8	+0	1006.9	1006.9	0
8.01.2018	03	06	3часа	-0.9	-1.0	-0.1	1006.7	1007.5	+0.8
8.01.2018	09	12	3часа	-0.9	-1.8	-0.9	1009.5	1015.1	+5.6
9.01.2018	18	24	6часов	-0.6	-1.0	-0.4	1023.7	1025.5	+1.8
16.01.2018	06	12	6часов	-9.1	-10.2	-1.1	1023.7	1021.9	-1.8
19.01.2018	12	18	6часов	-2.2	-2.3	-0.1	1007.5	1008.3	+0.8
24.01.2018	03	12	9часов	-6.7	-6.5	+0.2	1023.4	1018.2	-5.2
28.01.2018	03	06	3часа	+0.7	+0.2	-0.5	1017.1	1017.1	0
28.01.2018	09	18	9часов	+0.4	+08	+7.6	1016.6	1013.2	-3.4
29.01.2018	12	15	3часа	-0.9	-1.2	-0.3	1005.7	1005.0	-0.7
5.02.2018	12	18	6часов	-5.8	-6.3	-0.5	1019.7	1018.3	-1.4
5.02.2018	24	24	1час	-6.3	-6.3	0	1015.0	1015.0	0
19.02.2018	09	12	3часа	-4.5	-3.3	+1.2	1021.3	1021.9	+0.6
19.02.2018	15	18	3часа	-3.9	-4.7	-0.8	1022.5	1023.2	+0.7
9.03.2018	15	24	9часов	+0.1	-0.1	-0.2	1011.0	1012.2	+1.2
12.03.2018	24	24	1час	+1.0	+1.0	0	1004.1	1004.1	0
13.03.2018	03	18	15часов	+1.5	+3.4	+1.9	1001.6	996.3	-5.3
14.03.2018	15	18	3часа	+0.1	-1.8	-1.9	998.9	1002.2	+3.3
15.03.2018	12	24	12часов	-6.3	-9.2	-2.9	1012.5	1016.9	+4.4
19.03.2018	06	09	3часа	-0.4	-0.3	+0.1	1002.5	1002.2	-0.3

19.03.2018	18	24	6часов	0.0	-0.2	-0.2	1000.0	999.0	-1
20.03.2018	24	24	1час	-4.3	-4.3	0	1010.2	1010.2	0
22.03.2018	06	12	6часов	-3.4	+0.7	+4.1	1004.9	1001.2	-3.7
22.03.2018	21	24	3часа	0.0	0.0	0	994.2	992.2	-2
26.03.2018	09	12	3часа	-4.5	-2.7	+1.8	1006.4	1007.4	+1
28.03.2018	21	24	3часа	-2.6	-2.6	0	1014.1	1014.3	+0.2
2.04.2018	03	06	3часа	+1.7	+0.5	-1.2	1003.6	998.8	-4.8
2.04.2018	09	12	3часа	+1.3	+3.1	+1.8	994.4	991.3	-3.1
3.04.2018	09	12	3часа	+0.1	+0.1	0	997.6	1001.4	+3.8
5.04.2018	03	12	9часов	+4.8	+10.2	+5.4	1010.3	1008.9	-1.4
6.04.2018	18	24	6часов	+1.2	+1.3	+0.1	1003.7	1004.0	+0.3
16.04.2018	15	24	9часов	+10.5	+8.9	-1.6	1017.7	1016.0	-1.7
17.04.2018	21	24	3часа	+4.7	+4.7	0	1011.1	1010.3	-0.8
18.04.2018	03	09	6часов	+4.9	+5.1	+0.2	1010.3	1012.9	+2.6
20.04.2018	15	18	3часа	+9.4	+12.7	+3.3	1015.0	1010.1	-4.9
21.04.2018	06	18	12часов	+6.6	+5.1	-1.5	994.0	999.0	+5
24.04.2018	15	24	9часов	+7.7	+7.0	-0.7	1004.7	1001.6	-3.1
25.04.2018	03	09	6часов	+7.2	+7.0	-0.2	1000.0	998.1	-1.9
25.04.2018	12	18	6часов	+9.7	+7.7	-2	997.5	997.7	+0.2
29.04.2018	18	24	6часов	+11.7	+8.3	-3.4	1014.1	1012.6	-1.5
30.04.2018	03	06	3часа	+7.5	+7.5	0	1012.7	1013.5	+0.8
2.05.2018	18	24	6часов	+8.2	+7.3	-0.9	1015.2	1017.0	+1.8
4.05.2018	09	18	9часов	+13.0	+11.2	-1.8	1015.9	1018.7	+2.8
16.05.2018	09	24	15часов	+16.6	+14.1	-2.5	1016.4	1015.1	-1.3
18.05.2018	21	24	3часа	+14.3	+11.9	-2.4	1009.8	1011.2	+1.4
19.05.2018	03	06	3часа	+10.3	+8.7	-1.6	1011.7	1012.8	+1.1
5.06.2018	18	24	6часов	+9.9	+8.5	-1.4	999.8	1005.1	+5.3
6.06.2018	15	18	3часа	+11.3	+11.6	+0.3	1013.1	1013.4	+0.3
7.06.2018	24	24	1час	+9.6	+9.6	0	1009.7	1009.7	0
11.06.2018	15	18	3часа	+20.5	+25.5	+5	1004.0	1001.1	-2.9
12.06.2018	03	06	3часа	+16.6	+15.6	-1	997.3	996.3	-1
18.06.2018	21	24	3часа	+18.2	+16.9	-1.3	1012.6	1012.3	-0.3
19.06.2018	21	24	3часа	+15.0	+13.4	-1.6	1002.2	1002.7	+0.5

21.06.2018	21	24	3часа	+17.8	+17.6	-0.2	1004.5	1002.1	-2.4
24.06.2018	15	21	6часов	+13.1	+15.8	+2.7	1007.4	1006.9	-0.5
1.07.2018	24	24	1час	+11.7	+11.7	0	1014.6	1014.6	0
2.07.2018	03	06	3часа	+11.0	+10.5	-0.5	1013.4	1012.6	-0.8
2.07.2018	21	24	3часа	+12.6	+13.1	+0.5	1011.3	1011.0	-0.3
3.07.2018	21	24	3часа	+17.6	+13.8	-3.8	1008.1	1008.0	-0.1
4.07.2018	03	06	3часа	+12.0	+13.1	+1.1	1007.5	1007.0	-0.5
5.07.2018	24	24	1час	+14.8	+14.8	0	997.8	997.8	0
6.07.2018	06	09	3часа	+14.7	+15.6	+0.9	995.1	995.8	+0.7
6.07.2018	12	24	12часов	+16.6	+16.2	-0.4	997.3	1002.4	+5.1
7.07.2018	12	18	6часов	+17.3	+21.3	+4	1002.8	1005.6	+2.8
20.07.2018	03	06	3часа	+18.9	+19.9	+1	1011.1	1010.2	-0.9
20.07.2018	15	18	3часа	+24.4	+24.4	0	1008.5	1007.6	-0.9
20.07.2018	24	24	1час	+21.8	+21.8	0	1007.1	1007.1	0
21.07.2018	03	06	3часа	+21.4	+21.3	-0.1	1006.3	1006.0	-0.3
21.07.2018	09	12	3часа	+21.6	+23.7	+2.1	1005.2	1004.9	-0.3
21.07.2018	15	24	9часов	+21.2	+22.0	+0.8	1002.6	1006.8	+4.2
5.08.2018	06	12	6часов	+19.3	+20.0	+0.7	1003.6	1003.0	-0.6
6.08.2018	09	18	9часов	+20.6	+21.0	+0.4	1003.3	1004.4	+1.1
7.08.2018	18	24	6часов	+19.8	+16.0	-3.8	1012.4	1014.7	+2.3
12.08.2018	21	24	3часа	+14.9	+14.8	-0.1	1001.7	999.6	-2.1
13.08.2018	06	12	6часов	+14.4	+18.5	+4.1	999.3	1003.7	+4.4
20.08.2018	21	24	3часа	+14.7	+15.0	+0.3	1003.7	998.3	-5.4
21.08.2018	18	24	6часов	+12.1	+13.6	+1.5	1006.6	1009.6	+3
25.08.2018	18	24	6часов	+20.9	+17.9	-3	1007.4	1007.6	+0.2
26.08.2018	06	09	3часа	+12.6	+13.2	+0.6	1010.8	1010.5	-0.3
26.08.2018	15	18	3часа	+17.5	+17.6	+0.1	1011.6	1011.8	+0.2
27.08.2018	03	06	3часа	+14.4	+14.1	-0.3	1012.3	1012.7	+0.4
29.08.2018	21	24	3часа	+14.5	+14.5	0	1020.0	1019.6	-0.4
30.08.2018	18	24	6часов	+18.4	+15.2	-3.2	1017.9	1018.5	+0.6
4.09.2018	24	24	1час	+17.9	+17.9	0	1019.6	1019.6	0
5.09.2018	03	06	3часа	+17.0	+16.8	-0.2	1019.5	1019.6	+0.1

5.09.2018	12	18	6часов	+19.9	+22.0	+2.1	1020.3	1020.2	-0.1
7.09.2018	06	09	3часа	+17.7	+23.3	+5.6	1019.8	1019.8	0
8.09.2018	24	24	1час	+15.9	+15.9	0	1022.7	1022.7	0
12.09.2018	09	12	3часа	+16.3	+17.1	+0.8	998.5	999.9	+1.4
13.09.2018	06	18	12часов	+12.4	+16.2	+3.8	1002.4	1011.7	+9.3
16.09.2018	12	18	6часов	+13.6	+19.0	+5.4	1011.2	1013.2	+2
16.09.2018	21	24	3часа	+11.8	+12.5	+0.7	1013.6	1013.5	-0.1
17.09.2018	21	24	3часа	+14.0	+14.5	+0.5	1003.4	1004.2	+0.8
18.09.2018	03	06	3часа	+13.1	+11.4	-1.7	1006.0	1009.2	+3.2
22.09.2018	15	18	3часа	+12.9	+13.4	+0.5	1003.0	1003.1	+0.1
23.09.2018	15	18	3часа	+12.9	+12.7	-0.2	999.5	999.4	-0.1
24.09.2018	09	12	3часа	+9.7	+12.8	+3.1	1001.1	1001.7	+0.6
26.09.2018	15	18	3часа	+9.5	+8.7	-0.8	1003.8	995.3	-8.5
30.09.2018	21	24	3часа	+9.8	+10.2	+0.4	1005.5	1006.0	+0.5
1.10.2018	03	12	9часов	+10.4	+11.7	+1.3	1006.7	1008.8	+2.1
3.10.2018	15	18	3часа	+9.7	+8.9	-0.8	998.0	997.8	-0.2
4.10.2018	03	06	3часа	+6.2	+5.4	-0.8	999.0	1000.6	+1.6
5.10.2018	24	24	1час	+8.7	+8.7	0	1008.5	1008.5	0
6.10.2018	03	06	3часа	+6.1	+8.8	+2.7	1009.1	1008.2	-0.9
18.10.2018	21	24	3часа	+11.4	+11.1	-0.3	1012.4	1013.1	+0.7
19.10.2018	03	06	3часа	+10.1	+6.8	-3.3	1014.4	1015.4	+1
22.10.2018	15	18	3часа	+10.1	+8.4	-1.7	1005.4	1006.3	+0.9
23.10.2018	24	24	1час	+5.5	+5.5	0	988.5	988.5	0
24.10.2018	03	06	3часа	+3.8	+3.0	-0.8	987.7	987.8	+0.1
31.10.2018	18	21	3часа	+3.9	+4.4	+0.5	1024.7	1025.8	+1.1
27.11.2018	15	18	3часа	-2.7	-3.0	-0.3	1013.9	1017.0	+3.1
3.12.2018	09	12	3часа	-5.7	-6.1	-0.4	1011.0	1010.7	-0.3
4.12.2018	18	24	6часов	+0.8	+1.8	+1	1004.3	1005.5	+1.2
5.12.2018	09	12	3часа	+1.2	+2.5	+1.3	1004.9	1005.7	+0.8
9.12.2018	03	06	3часа	-2.0	-1.6	+0.4	998.4	998.3	-0.1
23.12.2018	09	12	3часа	-5.6	-4.7	+0.9	1009.5	1009.8	+0.3
25.12.2018	21	24	3часа	-1.8	-1.0	+0.8	1001.7	998.5	-3.2
26.12.2018	06	09	3часа	+0.4	-0.3	-0.7	992.2	995.2	+3

2019									
9.01.2019	18	21	3часа	-4.1	-4.3	-0.2	1011.5	1012.7	+1.2
17.01.2019	09	18	9часов	-5.0	+0.6	+5.6	985.2	976.7	-8.5
20.01.2019	15	24	9часов	-4.1	-14.4	-10.3	998.9	1007.2	+8.3
30.01.2019	15	18	3часа	+1.2	+1.1	-0.1	1007.5	1008.8	+1.3
3.02.2019	06	15	9часов	-3.7	-1.8	+1.9	1015.5	1012.9	-2.6
3.02.2019	18	21	3часа	-1.4	-0.5	+0.9	1012.8	1012.5	-0.3
7.02.2019	21	24	3часа	-1.1	-0.8	+0.3	1012.2	1013.1	+0.9
8.02.2019	03	06	3часа	-0.4	-0.3	+0.1	1013.7	1013.0	-0.7
14.02.2019	06	12	6часов	-0.3	+0.9	+1.2	1012.7	1017.5	+4.8
24.02.2019	24	24	1час	+2.0	+2.0	0	1012.5	1012.5	0
25.02.2019	03	06	3часа	+1.9	+2.7	+0.8	1010.7	1008.6	-2.1
26.02.2019	09	12	3часа	+1.3	+4.1	+2.8	1011.3	1013.4	+2.1
1.03.2019	09	12	3часа	-6.0	-5.5	+0.5	1001.0	1003.2	+2.2
1.03.2019	15	18	3часа	-4.0	-3.3	+0.7	1004.6	1005.2	+0.6
2.03.2019	21	24	3часа	-0.6	-2.1	-1.5	989.6	989.5	-0.1
3.03.2019	03	06	3часа	-3.5	-6.5	-3	991.3	993.3	+2
5.03.2019	15	18	3часа	-2.5	-3.6	-1.1	980.8	984.3	+3.5
7.03.2019	21	24	3часа	-0.8	+0.3	+1.1	1001.3	998.6	-2.7
9.03.2019	12	15	3часа	-1.5	+1.2	+2.7	988.1	992.2	+4.1
11.03.2019	12	18	6часов	-1.4	-3.0	-1.6	990.8	993.1	+2.3
8.04.2019	21	24	3часа	+1.8	+1.6	-0.2	1006.3	1005.6	-0.7
9.04.2019	03	06	3часа	+2.3	+2.7	+0.4	1005.2	1005.3	+0.1
9.04.2019	21	24	3часа	+2.4	+2.5	+0.1	1009.4	1009.6	+0.2
10.04.2019	03	06	3часа	+2.0	+2.4	+0.4	1009.8	1009.6	-0.2
2.05.2019	21	24	3часа	+7.1	+7.9	+0.8	978.8	977.1	-1.7
4.05.2019	24	24	1час	+5.9	+5.9	0	1005.3	1005.3	0
5.05.2019	03	06	3часа	+4.7	4.6	-0.1	1006.4	1008.4	+2
5.05.2019	21	24	3часа	+3.7	+2.4	-1.3	1012.5	1013.1	+0.6
6.05.2019	03	06	3часа	+2.5	+2.3	-0.2	1014.0	1015.1	+1.1
7.05.2019	21	24	3часа	+5.7	+5.5	-0.2	1008.6	1010.6	+2
11.05.2019	09	12	3часа	+13.5	+17.7	+4.2	1011.0	1007.2	-3.8
11.05.2019	15	18	3часа	+15.5	+16.2	+0.7	1004.0	1002.3	-1.7

11.05.2019	21	24	3часа	+15.8	+12.2	-3.6	1003.3	1005.6	+2.3
25.05.2019	21	24	3часа	+11.1	+10.5	-0.6	1001.8	1001.5	-0.3
26.05.2019	21	24	3часа	+10.8	+10.0	-0.8	999.0	998.1	-0.9
27.05.2019	12	18	6часов	+10.5	+11.6	+1.1	1001.8	1005.0	+3.2
28.05.2019	03	06	3часа	+11.1	+12.1	+1	1005.5	1006.4	+0.9
29.05.2019	03	06	3часа	+14.3	+15.3	+1	1006.9	1006.2	-0.7
29.05.2019	18	24	6часов	+13.4	+10.4	-3	1010.6	1014.3	+3.7
31.05.2019	12	15	3часа	+15.7	+12.2	-3.5	1013.1	1013.7	+0.6
2.06.2019	06	09	3часа	+13.1	+14.8	+1.7	1008.7	1007.8	-0.9
7.06.2019	12	24	12часов	+25.9	+24.0	-1.9	1021.1	1020.6	-0.5
9.06.2019	15	18	3часа	+17.6	+19.6	+2	1020.3	1020.7	+0.4
14.06.2019	03	06	3часа	+13.3	+13.9	+0.6	1017.6	1015.7	-1.9
21.06.2019	21	24	3часа	+24.3	+19.4	-4.9	1009.7	1010.8	+1.1
22.06.2019	03	06	3часа	+17.7	+17.2	-0.5	1011.0	1011.4	+0.4
22.06.219	18	24	6часов	+18.8	+15.8	-3	1015.9	1018.2	+2.3
24.06.2019	06	12	6часов	+15.0	+20.4	+5.4	1023.8	1024.2	+0.4
27.06.2019	09	12	3часа	+16.0	+17.9	+1.9	1007.2	1006.2	-1
28.06.2019	03	06	3часа	+12.6	+13.0	+0.4	1005.8	1006.4	+0.6
2.07.2019	12	18	6часов	+19.7	+20.3	+0.6	998.4	999.2	+0.8
3.07.2019	18	21	3часа	+13.7	+14.7	+1	998.9	999.6	+0.7
4.07.2019	03	06	3часа	+12.3	+12.9	+0.6	1000.7	1002.0	+1.3
5.07.2019	15	18	3часа	+13.7	+15.0	+1.3	997.3	995.5	-1.8
5.07.2019	21	24	3часа	+11.9	+11.5	-0.4	995.4	995.0	-0.4
8.07.2019	21	24	3часа	+16.2	+13.8	-2.4	1002.4	1002.5	+0.1
9.07.2019	03	18	15часов	+14.1	+14.0	-0.1	1002.3	1003.5	+1.2
12.07.2019	21	24	3часа	+11.5	+12.7	+1.2	1007.5	1007.6	+0.1
14.07.2019	18	24	6часов	+14.7	+12.2	-2.5	1011.7	1011.8	+0.1
17.07.2019	03	06	3часа	+14.2	+14.8	+0.6	1009.4	1009.3	-0.1
17.07.2019	18	24	6часов	+17.0	+15.4	-1.6	1008.8	1008.3	-0.5
19.07.2019	09	12	3часа	+15.4	+16.2	+0.8	1005.1	1005.3	+0.2
19.07.2019	15	18	3часа	+17.3	+16.6	-0.7	1005.7	1006.6	+0.9
20.07.2019	03	06	3часа	+15.6	+15.7	+0.1	1007.9	1008.8	+0.9
23.07.2019	15	18	3часа	+23.8	+25.0	+1.2	1014.2	1013.5	-0.7

24.07.2019	15	18	3часа	+22.4	+18.5	-3.9	1014.1	1015.2	+1.1
7.08.2019	18	24	6часов	+16.0	+14.3	-1.7	1006.9	1006.7	-0.2
12.08.2019	18	24	6часов	+21.3	+16.1	-5.2	1013.1	1012.4	-0.7
13.08.2019	03	06	3часа	+15.8	+16.1	+0.3	1010.8	1009.4	-1.4
14.08.2019	18	21	3часа	+16.1	+16.7	+0.6	1009.6	1009.6	0
15.08.2019	18	24	6часов	+17.5	+15.0	-2.5	1009.9	1012.4	+2.5
22.08.2019	06	09	3часа	+15.1	+16.4	+1.3	1020.3	1020.5	+0.2
24.08.2019	03	06	3часа	+16.1	+16.3	+0.2	1016.2	1016.5	+0.3
3.09.2019	21	24	3часа	+14.3	+14.2	-0.1	1016.3	1016.2	-0.1
4.09.2019	03	06	3часа	+14.0	+13.5	-0.5	1015.7	1015.1	-0.6
6.09.2019	18	24	6часов	+17.0	+14.2	-2.8	1015.2	1018.7	+3.5
13.09.2019	09	18	9часов	+14.6	+14.9	+0.3	1011.6	1007.1	-4.5
13.09.2019	21	24	3часа	+12.5	+11.5	-1	1006.2	1006.6	+0.4
14.09.2019	03	06	3часа	+10.2	+10.6	+0.4	1008.3	1009.2	+0.9
15.09.2019	12	15	3часа	+8.9	+9.3	+0.4	1004.2	997.2	-7
15.09.2019	21	24	3часа	+12.3	+10.9	-1.4	987.9	988.2	+0.3
16.09.2019	03	18	15часов	+10.4	+10.2	-0.2	988.0	990.6	+2.6
17.09.2019	21	24	3часа	+8.5	+8.1	-0.4	996.6	996.9	+0.3
20.09.2019	03	12	9часов	+6.2	+9.5	+3.3	1013.4	1015.3	+1.9
22.09.2019	18	24	6часов	+5.7	+2.7	-3	1014.7	1017.6	+2.9
29.09.2019	18	24	6часов	+9.2	+10.1	+0.9	999.1	995.8	-3.3
30.09.2019	03	12	9часов	+10.9	+12.7	+1.8	994.5	992.2	-2.3
30.09.2019	21	24	3часа	+12.3	+12.0	-0.3	989.8	988.5	-1.3
1.10.2019	06	09	3часа	+11.2	+11.7	+0.5	984.7	982.2	-2.5
1.10.2019	21	24	3часа	+6.7	+7.7	+1	990.6	990.5	-0.1
2.10.2019	15	24	9часов	+8.8	+5.5	-3.3	994.8	1006.5	+11.7
12.10.2019	09	12	3часа	+9.8	+10.5	+0.7	989.8	986.5	-3.3
12.10.2019	18	24	6часов	+9.8	+8.4	-1.4	989.5	996.3	+6.8
13.10.2019	21	24	3часа	+9.6	+7.5	-2.1	1007.9	1011.2	+3.3
14.10.2019	15	24	9часов	+6.5	+4.6	-1.9	1007.0	1012.8	+5.8
19.10.2019	21	24	3часа	+12.6	+10.5	-2.1	1011.3	1012.4	+1.1
21.10.2019	03	06	3часа	+11.0	+10.0	-1	1008.2	1009.4	+1.2
25.10.2019	21	24	3часа	+12.5	+12.3	-0.2	1004.8	1004.2	-0.6

26.10.2019	03	12	9часов	+11.6	+9.9	-1.7	1004.7	1005.2	+0.5
29.10.2019	09	12	3часа	-1.1	+0.1	+1.2	1010.3	1011.2	+0.9
3.11.2019	18	21	3часа	+4.4	+4.6	+0.2	996.0	997.2	+1.2
5.11.2019	21	24	3часа	+1.3	+2.5	+1.2	994.0	995.0	+1
10.11.2019	21	24	3часа	+9.5	+7.4	-2.1	1008.9	1009.4	+0.5
13.11.2019	15	24	9часов	+5.9	+8.9	+3	1014.3	1011.0	-3.3
14.11.2019	09	15	6часов	+8.0	+9.3	+1.3	1011.3	1012.6	+1.3
1.12.2019	12	15	3часа	-2.4	-1.5	+0.9	1006.2	1005.9	-0.3
2.12.2019	06	09	3часа	-0.3	-0.3	0	1002.0	1001.9	-0.1
7.12.2019	24	24	1час	+0.9	+0.9	0	984.2	984.2	0
8.12.2019	03	09	6часов	+0.4	+2.1	+1.7	981.6	984.3	+2.7
8.12.2019	12	18	6часов	+1.8	+2.3	+0.5	988.5	991.6	+3.1
14.12.2019	12	15	3часа	+0.9	+1.8	+0.9	1006.2	1005.6	-0.6
18.12.2019	21	24	3часа	+6.5	+2.0	-4.5	985.1	985.8	+0.7
30.12.2019	03	06	3часа	-0.4	+1.7	+2.1	1011.2	1006.1	-5.1
30.12.2019	12	15	3часа	+3.5	+3.8	+0.3	999.9	995.8	-4.1

Грозы

Дата	Начало явления	Окончание	Продолжительность	T _{нач.} °C	T _{окончан.} °C	ΔT. °C	P _{нач.} гПа	P _{окончан.} гПа	ΔP. гПа
2017									
13.07.2017	21	24	3часа	+19.4	+18.2	-1.2	1004.4	1003.4	-1
18.07.2017	15	18	3часа	+15.3	+15.5	+0.2	1010.9	1010.6	-0.3
22.07.2017	15	24	9часов	+16.2	+12.6	-3.6	1017.9	1018.4	+0.5
6.08.2017	15	18	3часа	+18.7	+18.8	+0.1	1006.5	1006.9	+0.4
6.08.2017	21	24	3часа	+16.1	+15.9	-0.2	1007.5	1007.2	-0.3
13.08.2017	03	06	3часа	+19.5	+19.8	+0.3	1008.6	1008.2	-0.4
17.08.2017	21	24	3часа	+20.4	+19.6	-0.8	1018.9	1018.5	-0.4
2018									
14.07.2018	15	18	3часа	+26.9	+27.7	+0.8	1011.0	1009.9	-1.1

7.08.2018	18	24	бчасов	+19.8	+16.0	-3.8	1012.4	1014.7	+2.3
8.09.2018	24	24	1час	+15.9	+15.9	0	1022.7	1022.7	0
9.09.2018	03	06	3часа	+14.3	+14.6	+0.3	1022.8	1023.1	+0.3
2019									
7.06.2019	18	24	бчасов	+25.6	+24.0	-1.6	1020.0	1020.6	+0.6
9.06.2019	12	18	бчасов	+23.9	+19.6	-4.3	1019.0	1020.7	+1.7
14.06.2019	03	06	3часа	+13.3	+13.9	+0.6	1017.6	1015.7	-1.9
21.06.2019	21	24	3часа	+24.3	+19.4	-4.9	1009.7	1010.8	+1.1
22.06.2019	03	06	3часа	+17.7	+17.2	-0.5	1011.0	1011.4	+0.4
2.07.2019	12	18	бчасов	+19.7	+20.3	+0.6	998.4	999.2	+0.8
3.07.2019	18	24	бчасов	+13.7	+13.0	-0.7	998.9	1000.1	+1.2
9.07.2019	12	18	бчасов	+13.7	+14.0	+0.3	1002.6	1003.5	+0.9
8.08.2019	21	24	3часа	+16.4	+16.2	-0.2	1003.5	1002.7	-0.8
12.08.2019	18	24	бчасов	+21.3	+16.1	-5.2	1013.1	1012.4	-0.7
29.09.2019	18	24	бчасов	+9.2	+10.1	+0.9	999.1	995.8	-3.3

Крупа

Дата	Начало явления	Окончание	Продолжительность	T _{нач.} °C	T _{окончан.} °C	ΔT. °C	P _{нач.} гПа	P _{окончан.} гПа	ΔP. гПа
20.03.2017	15	18	3часа	+6.5	+5.5	-1.0	1005.9	1006.1	+0.2
17.04.2017	09	12	3часа	-1.3	-0.2	+1.1	1012.8	1014.1	+1.3
29.04.2017	15	18	3часа	+2.3	+3.4	+1.1	1017.0	1014.1	-2.9
10.05.2017	12	15	3часа	+4.1	+5.9	+1.8	1005.8	1006.0	+0.2
11.05.2017	12	15	3часа	+4.2	+6.1	+1.9	1008.0	1008.3	+0.3
3.06.2017	15	18	3часа	+6.5	+8.0	+1.5	1011.5	1012.3	+0.8
2018									
12.03.2018	21	24	3часа	+0.8	+1.0	+0.2	1006.4	1004.1	-2.3
2019									
3.05.2019	21	24	3часа	+3.5	+3.4	-0.1	996.2	997.5	+1.3
7.10.2019	15	18	3часа	+4.2	+3.2	-1	1012.8	1012.6	-0.2