



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

Кафедра метеорологических прогнозов

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(бакалаврская работа)

На тему: «Прогноз гроз для г. Владимир с использованием мезомасштабной модели WRF-ARW»

Исполнитель Лябина Валерия Александровна  
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат физико-математических наук, доцент  
(ученая степень, ученое звание)

Анискина Ольга Георгиевна

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»  
заведующий кафедрой

(подпись)

кандидат физико-математических наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Анискина Ольга Георгиевна

(фамилия, имя, отчество)

« 27 » мая 2022 г.

Санкт-Петербург  
2022

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1 Основные сведения о грозе .....	5
1.1 Физика грозы и условия их образования.....	5
1.2 Классификация гроз.....	12
2 Методы прогноза гроз.....	14
2.1 Методы прогноза гроз, основанные на адиабатической модели .....	14
2.1.1 Метод частицы.....	14
2.1.2 Метод Бейли.....	15
2.1.3 Метод Н.В. Лебедевой для прогнозирования гроз.....	17
2.1.4 Метод Г.Д. Решетова для прогнозирования гроз .....	19
2.1.5 Метод Вайтинга для прогнозирования гроз .....	21
2.1.6 Метод Б.Е. Пескова для прогнозирования гроз.....	23
2.1.7 Метод Н.П. Фатеева для прогнозирования гроз.....	23
2.1.8 Метод Р.А. Ягудина для прогнозирования гроз.....	24
2.2 Методы прогноза гроз, основанные на неадиабатичности атмосферы.....	25
2.2.1 Метод Фауста для прогнозирования гроз .....	25
2.2.2 Метод И.А. Славина для прогнозирования гроз .....	26
2.3 Индексы неустойчивости.....	27
3 Модельный прогноз и обработка.....	33
3.1 Данные для прогноза .....	33
3.2 Модель WRF-ARW .....	35
3.3 Численные эксперименты .....	38
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	62
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	64
Приложение А.....	66

## ВВЕДЕНИЕ

Гроза является одним из опасных явлений погоды. Она представляет определённую опасность как для различных отраслей народного хозяйства (сельского хозяйства, энергетики, транспорта, авиации), так и для людей. Такая опасность связана с тем, что грозы сопровождаются сильными электрическими разрядами или молниями, интенсивными ливневыми осадками, шквалистым усилением ветра, градом, смерчем. Поэтому грозы необходимо уметь прогнозировать.

Целью данной работы было осуществить гидродинамический прогноз гроз для г.Владимир.

Объектом исследования является гроза. Предмет исследования- моделирование метеорологических величин с помощью мезомасштабной гидродинамической модели WRF-ARW для прогноза грозовой деятельности в г.Владимир.

Основные задачи исследования включают в себя следующее:

1. Адаптировать модель WRF-ARW к региону исследования;
2. Собрать архив данных о грозах в г.Владимир;
3. Собрать базу данных анализа для использования их в качестве начальных условий;
4. Провести численный эксперимент по моделированию с использованием модели WRF-ARW;
5. Разработать методику прогноза гроз и провести верификацию.

Данная выпускная квалификационная работа бакалавра включает в себя введение, три главы, заключение и одно приложение. Список использованных источников содержит 12 наименований.

В первой главе описана физика грозы, распределение гроз и их статистика.

Вторая глава содержит основные методы прогноза гроз.

В третьей главе рассмотрены данные о грозах в г.Владимир, и представлены результаты гидродинамического моделирования.

В заключении представлены основные выводы проведённого исследования.

# 1 ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ГРОЗЕ

## 1.1 Физика грозы и условия их образования

Гроза - комплексное атмосферное явление, которое возникает при интенсивном облакообразовании и характеризуется многократными электрическими разрядами в виде молний. Данный вид сложного атмосферного явления возникает в мощных кучево-дождевых облаках, которые называются «грозовыми».

Такие облака могут сопровождаться различными атмосферными явлениями, среди которых выделяют ливневые осадки, град, шквалы, электрические разряды в виде молний, смерчи, сильное обледенение, интенсивную турбулентность. Сухие грозы без осадков у земной поверхности наблюдаются довольно редко [1,2].

Существуют некоторые общие условия, которые способствуют возникновению ливневых осадков и гроз. К ним относятся:

1. значительно высокое влагосодержание воздуха, как у поверхности земли, так и на различных высотах;
2. положительная энергия неустойчивости: неустойчивость воздушной массы, а также отсутствие в период максимального развития конвекции мощных слоёв инверсии или изотермии;
3. относительно низкое положение изотермы  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  (около неё располагается уровень интенсивной кристаллизации);
4. большая вертикальная протяженность кучево-дождевых облаков, которые достигают высоты изотермы  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
5. неоднородности подстилающей поверхности, которые облегчают развитие динамической или термической конвекции [5].

Грозовые явления при наличии кучево-дождевого облака наблюдаются не всегда. Дело в том, что электрическое поле, при котором образуются разряды, создаётся не во всех кучево-дождевых облаках. Известно, что грозовые облака состоят из одной или нескольких (до 5-10) конвективных ячеек и за период своей жизни проходят три стадии развития.

- 1) Начальная стадия развития. Она начинается от момента зарождения кучевого облака хорошей погоды (Cu hum) и заканчивается выпадением первых капель дождя, когда облако переходит в кучево-дождевое «лысое» (Cb calv). Сначала обычное кучевое облако, которое состоит из капель воды, начинает трансформироваться в мощное кучевое (Cu cong). Нижняя граница таких облаков варьируется в пределах 800-1500 м, верхняя- 3-5 км. Восходящие вертикальные токи в облаках достигают 15-20 м/с, а нисходящие токи очень слабые. В кучево-дождевом «лысом» облаке начинается обледенение верхней части, поэтому она состоит не только из водяных капель, но и снежинок и ледяных кристаллов. Скорости восходящих потоков в таких облаках могут достигать 20-25 м/с, а верхняя граница – 7-8 км. В зоне облака также может наблюдаться слабая или умеренная турбулентность и слабое или умеренное обледенение в зоне отрицательных температур. Такая стадия развития кучево-дождевого облака наименее опасна для полётов воздушных судов.
- 2) Стадия зрелого облака. Данная стадия длится от момента выпадения первых капель дождя, что свидетельствует о появлении кристаллов в облаке, до начала разрушения облака. Облако из кучево-дождевого «лысого» (Cb calv) развивается в кучево-дождевое «волосатое» (Cb cap). На этой стадии нижняя граница облака понижается до уровня 300-500 м, а верхняя может достигать 8-15 км или тропопаузы. В верхней части облака образуется наковальня. Восходящие токи в облаке достигают максимальных скоростей 50 м/с, а нисходящие по краям облака – 30 м/с. В передней части облака у земли образуется «крутящийся вал», шквал

или смерч. В облаке наблюдается сильная турбулентность и сильное обледенение. Из кучево-дождевого облака выпадают осадки в виде града и ливней и возникают электрические разряды в виде молний. Все явления, связанные с грозой имеют максимальную интенсивность. Поэтому на этой стадии развития грозовое облако наиболее опасно для полётов воздушных судов. В таких облаках полёты строго запрещены.

- 3) Стадия рассеяния. Эта стадия развития продолжается от начала разрушения облака до момента трансформации в облака других форм. Ещё могут наблюдаться молнии и ливневые осадки, но облако уже находится в стадии разрушения. Вершина облака становится плоской и состоит из перистых облаков волокнистой структуры. Кучево-дождевое облако оседает и расширяется по площади. В среднем ярусе образуются высоко-кучевые облака (Ac), в нижнем – слоисто-кучевые (Sc). Такие облака не представляют серьёзной опасности для полётов воздушных судов. В тыловой части облака преобладают нисходящие потоки со скоростью 10-15 м/с. В такой облачности наблюдается слабая турбулентность и слабое обледенение.

На рисунке 1.1 Представлена схема всех стадий кучево-дождевого облака [1,2,7].

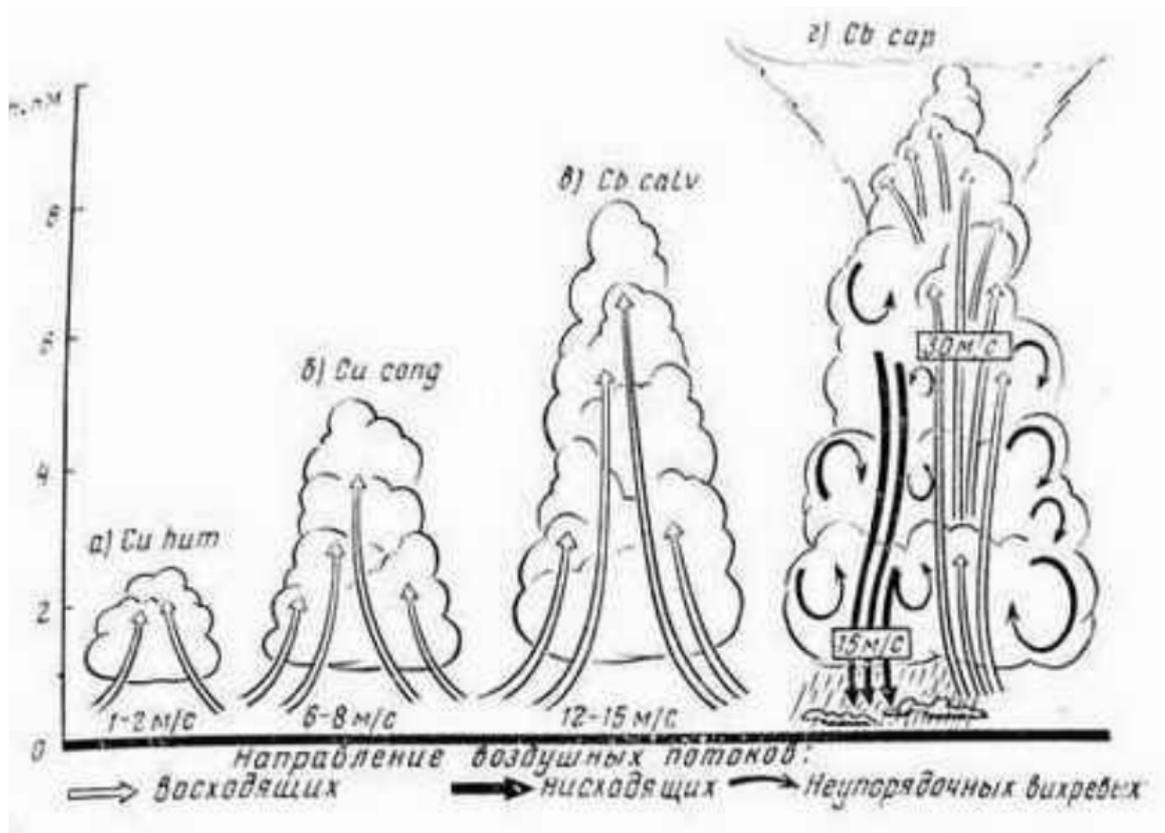


Рисунок 1.1 - Стадии развития грозового кучево-дождевого облака [1]

Кучево-дождевое облако в среднем живёт около 3-5 часов. Иногда весь период развития облака занимает один час, а иногда продолжительность жизни грозового облака может достигать 10 и более часов. Продолжительность жизни кучево-дождевого облака уменьшается с увеличением энергии неустойчивости. При этом переход от кучевого облака к мощному кучевому происходит довольно медленно, а переход от мощного кучевого к кучево-дождевому происходит очень быстро (1 час и менее) [1].

При грозе происходят электрические разряды в атмосфере, которые возникают из-за образования в облаке объёмных электрических зарядов. Они создаются в результате электризации облачных элементов – капель и ледяных кристаллов. Электризация происходит при кратковременном контакте крупных и мелких капель, при разбрызгивании капель и дроблении кристаллов в результате сильных восходящих потоков внутри грозового облака (скорость более 8 м/с) и других процессах.

После процессов электризации капель и кристаллов и переноса их воздушными потоками в облаке образуются области с мощными объёмными зарядами. Отрицательные электрические заряды в основном сосредоточены в тыловой и средней части облака (от нижней границы облака до уровня изотермы  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), а положительные – в передней части облака, где наблюдаются мощные восходящие потоки воздуха, а также выше изотермы  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Если напряжённость электрического поля между двумя объёмными зарядами в облаке или между облаками и землёй достигнет величины пробивного потенциала воздуха (около  $30000\text{ В/см}$ ), происходит электрический разряд, который сопровождается светом и раскатами грома. Такое явление называется молния. Гром является акустическим явлением, которое образуется в результате ударной волны. Такая волна возникает при разрыве разрядного канала [1,6].

На рисунке 1.2 схематически представлено среднее распределение объёмных зарядов в грозовом облаке.

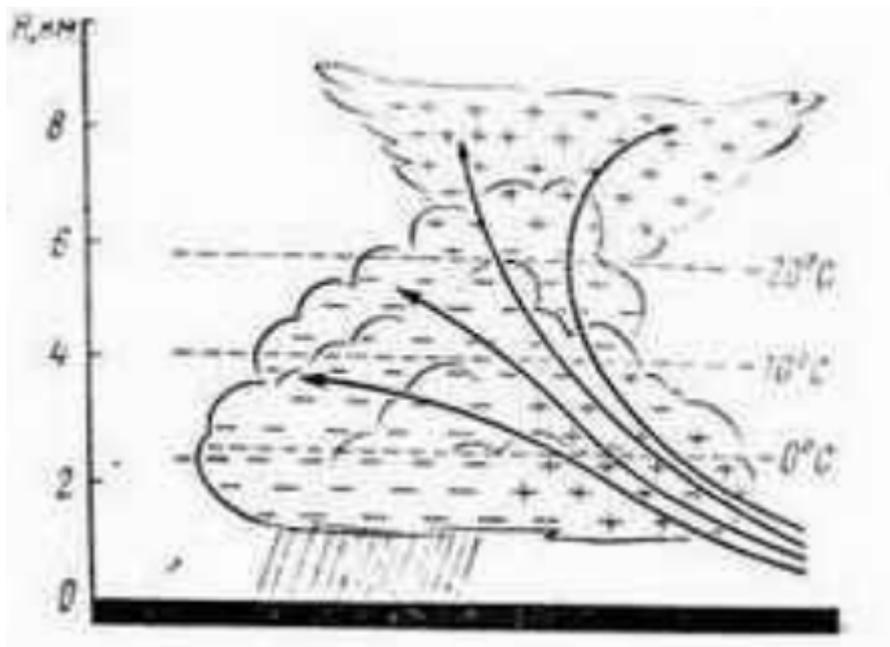


Рисунок 1.2 - Электрическое строение грозового облака [1]

Распределение гроз по земному шару весьма неравномерно. Пространственное глобальное распределение грозовой активности исследуется на основе данных визуально-слуховых наблюдений метеорологических станций, инструментальных измерений с помощью наземной системы местоопределения молний и спутниковых наблюдений за разрядами молний.

Оценка интенсивности грозовой деятельности производится по климатическим данным. Такие данные позволяют найти определённого рода сведения: число дней с грозой, продолжительность гроз в часах по месяцам года и суточный ход повторяемости гроз.

Наиболее часто грозы возникают в летние месяцы, но также могут наблюдаться во все периоды года. Усиление грозовой деятельности происходит при перемещении с севера на юг.

Наибольшее число грозовых дней в России регистрируется на территории Северного Кавказа и составляет около 60 грозовых дней за год. На остальной территории России значения меняются от 10 до 30 дней с грозой. Так, в районах Архангельска наблюдается в среднем за год 5-10 дней с грозой, в Москве – 20-25.

Также на число дней с грозой может влиять и рельеф местности, который может способствовать как увеличению числа дней с грозой, так и уменьшению. Над низменными районами Сибири число дней с грозой составляет 10-12 в год, а в предгорьях Алтая оно увеличивается до 30 дней.

Грозы являются довольно редким явлением на суше в субтропиках, а в районе экватора количество дней с грозой достигает 160. На острове Ява оно достигает 220 дней.

Согласно современным данным Всемирной Метеорологической Организации, наибольшее число дней с грозами на земном шаре зарегистрировано над территориями Южной Америки (Парагвай, Бразилия), Северной Америки (Флорида), над Индонезией и Филиппинами.

На океанах и морях грозы возникают реже, чем на суше. Повторяемость гроз на суше минимальна у побережья и максимальна в горной местности. Таким образом, на грозовую деятельность оказывают влияние следующие физико-географические условия: рельеф местности, характер подстилающей поверхности, близость водоёмов. Наличие невысоких возвышенностей приведёт к повышению грозовой деятельности по сравнению с равнинными территориями [4].

Грозовая деятельность представляет опасность как для многих видов деятельности человека: энергетики, сельского хозяйства, транспорта, авиации, так и для самих людей. Такая опасность связана с тем, что грозы сопровождаются большим количеством других опасных явлений погоды.

Например, сильные вертикальные потоки внутри грозового облака могут достигать 15 м/с и вызывать при бросках перегрузку воздушного судна. Образующиеся вихри внутри облака приводят к интенсивной турбулентности, которая в свою очередь вызывает сильную и штормовую болтанку самолёта. Наличие переохлаждённых капель (изотермы 0...-20 °С) и большая водность облака могут привести к очень сильному обледенению воздушного судна.

Ещё одним из явлений, которое наблюдается во время грозы, является молния. В процессе грозового электрического разряда возникают электромагнитные импульсы, распространяющиеся на большие расстояния и вызывающие помехи радиоприёму, создавая трески и шумы в наушниках. Такие атмосферные радиопомехи ещё называют атмосфериками.

Попадание молнии в самолёт возможно при полёте вблизи грозового облака. Такая ситуация может привести к пожару, ослеплению экипажа, разгерметизации кабины, разрушению обшивки, радиотехнических средств и отдельных деталей, намагничиванию остальных сердечников в приборах. Наибольшая вероятность поражения самолета молнией имеет место при полете, где температура близка к 0°С (0 °С... -8°С ), высота около 3-5 км. Не

исключена также и встреча воздушного судна с градом, который внутри облака встречается гораздо чаще, чем его выпадение на землю. Крупный град может повредить обшивку самолёта.

При необходимости полета с пересечением грозовой деятельности, для обеспечения безопасности полетов, важное значение приобретает своевременное обнаружение очагов с целью их обхода, а также строгое соблюдение требований руководящих документов и выполнение определённых рекомендаций [1].

## 1.2 Классификация гроз

В зависимости от условий образования грозы бывают двух видов: фронтальные и внутримассовые. Как фронтальные, так и внутримассовые облака проходят три стадии эволюции, описанные выше.

К фронтальным грозам относят грозы, связанные с холодными фронтами и фронтами окклюзии по типу холодного фронта. В основном они возникают в летнее время года. На холодных фронтах наиболее интенсивные грозы чаще всего бывают во второй половине дня.

Грозы могут возникать и на тёплых фронтах в летнее время года в ночные часы. Их возникновение объясняется тем, что в ночные часы тёплый воздух становится неустойчивым в результате излучения с верхней границы слоисто-дождевых облаков. Этот процесс приведёт к увеличению вертикального градиента температуры в облаке. Поэтому на фоне упорядоченных восходящих движений возникает вынужденная конвекция, которая приводит к образованию кучево-дождевых облаков, из них выпадают ливневые осадки с грозами.

Внутримассовые грозы подразделяются на конвективные (тепловые или местные), адвективные и орографические.

Образование орографических гроз происходит в результате вынужденного подъёма неустойчивой воздушной массы вдоль наветренных склонов горных препятствий. Такие грозы образуются в предгорьях и горных районах. Они наиболее интенсивные и продолжительные в районах, где склоны гор в середине дня обращены к Солнцу.

Возникновение конвективных гроз связано с сильным прогревом земной поверхности и влажной воздушной массой в нижнем слое атмосферы, а выше должна располагаться относительно холодная воздушная масса. Чаще всего конвективные грозы образуются в летнее время года в послеполуденные часы в размытом барическом поле, на периферии заполняющихся циклонов и в седловинах.

Возникновение адвективных гроз происходит летом в быстро перемещающейся относительно холодной и влажной воздушной массе над тёплой подстилающей поверхностью. Чаще всего адвективные грозы наблюдаются в передней части гребня в холодной воздушной массе за холодным фронтом, а также над побережьем в дневное время, и над прибрежными водами морей ночью [2].

## 2 МЕТОДЫ ПРОГНОЗА ГРОЗ

### 2.1 Методы прогноза гроз, основанные на адиабатической модели

#### 2.1.1 Метод частицы

Метод прогноза гроз методом частицы является самым простым и самым доступным методом прогноза [2].

Частица с температурой  $T'$ , которая теплее окружающего воздуха с температурой  $T$ , получает ускорение под действием архимедовых сил:

$$\frac{dw}{dt} = - \frac{g(T' - T)}{T}. \quad (2.1)$$

Частица воздуха может осуществить значительный подъём, когда в большом слое имеется положительная энергия неустойчивости, которая вычисляется по следующей формуле:

$$E = -R \int_{p1}^{p2} (T' - T) d \ln p, \quad (2.2)$$

где  $T$  - температура окружающего воздуха в Кельвинах;  $T'$  - температура поднимающейся частицы в Кельвинах;  $p1$  и  $p2$  - давление на исходном уровне и, соответственно, на верхнем уровне;  $R$  - газовая постоянная сухого воздуха.

Значение энергии неустойчивости на практике определяют с помощью аэрологической диаграммы путём измерения площади, заключённой между кривой состояния и кривой стратификации, а также изобарами  $p_1$  и  $p_2$ . Эта энергия положительна, когда кривая состояния лежит правее кривой стратификации, и отрицательна, когда кривая состояния ограничивает эту площадь слева. На уровне, где  $T'=T$ , т.е. на высоте пересечения кривой состояния с кривой стратификации, ускорение частицы, которая поднималась адиабатически, обращается в нуль. На этой высоте скорость частицы должна быть максимальной. Частица по инерции продолжает подниматься в выше лежащем устойчивом слое, замедляясь под действием силы плавучести, которая направлена вниз. На таком уровне скорость частицы должна обратиться в нуль, здесь вся её кинетическая энергия будет израсходована на работу против сил плавучести.

### 2.1.2 Метод Бейли

По данному методу [2] установлены признаки отсутствия грозы. Если в каком-либо районе по данным утреннего зондирования наблюдается хотя бы один из пяти признаков отсутствия грозы, то в этом районе гроза не ожидается:

- 1) На любом уровне между изобарическими поверхностями 850 и 700 гПа  $D \geq 13$  °C (дефицит температуры точки росы больше или равен 13 °C);
- 2) Сумма дефицитов температуры точки росы ( $\Sigma D$ ) на уровнях 700 и 600 гПа больше или равна 28 °C ( $\Sigma D \geq 28$  °C);
- 3) Заметная адвекция сухого воздуха на картах барической топографии АТ850 и АТ700 гПа;
- 4) Вертикальный градиент температуры между изобарическими поверхностями 850 и 500 гПа равен или меньше 0,5 °/100 м;

5) В случае когда уровень заморзания ( $T=-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) располагается ниже высоты 3600 м, из развивающихся облаков выпадают слабые ливневые осадки.

Грозу в прогнозе погоды следует указывать, если по данным утреннего зондирования не выполняется ни один признак отсутствия грозы.

Вероятность возникновения гроз можно определить при помощи следующего графика:

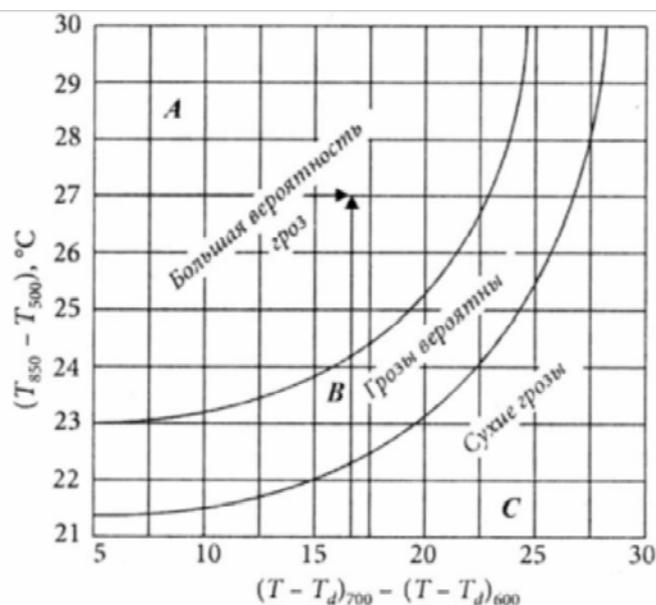


Рисунок 2.1- График для прогноза гроз по методу Бейли [2]

На представленном графике (рисунок 2.1) по горизонтальной оси откладывается сумма дефицитов точки росы на уровнях АТ700 и АТ600 гПа, по вертикальной оси- разность температур на уровнях АТ850 и АТ500 гПа.

### 2.1.3 Метод Н.В. Лебедевой для прогнозирования гроз

Этот метод [2] основан на том, что по данным утреннего зондирования атмосферы рассчитываются параметры конвекции. Далее по ним определяется возможность возникновения тех или иных конвективных явлений, в том числе и грозы. К параметрам конвекции относятся следующие параметры:

1. Суммарный дефицит температуры точки росы на уровнях 850, 700 и 500 гПа ( $\Sigma D, ^\circ\text{C}$ ). Этот параметр косвенно учитывает влияние вовлечения и характеризует возможность образования облачности в слое 850-500 гПа. Если  $\Sigma D > 25 ^\circ\text{C}$ , то дальнейшие расчёты не производятся, т.к. при большой сухости воздуха в нижней половине тропосферы конвекция не приводит к образованию кучево-дождевых облаков. В случае, когда  $\Sigma D \leq 25 ^\circ\text{C}$ , рассчитывается второй параметр.
2. Дефицит температуры точки росы у земли или на верхней границе приземной инверсии на момент максимального развития конвекции ( $\Sigma D, ^\circ\text{C}$ ). Если  $\Sigma D > 20 ^\circ\text{C}$ , то уровень конденсации расположен на высоте более 2,5 км, это значит, что осадки не будут достигать поверхности земли, и дальнейшие расчёты не производятся. При такой высоте уровня конденсации (на высоте нижней границе облаков) капля дождя по пути к земле успеет полностью испариться. Если уровень конденсации расположен ниже 2 км и для возникновения конвекции существуют благоприятные условия, то в этом случае следует определять все остальные параметры.
3. Толщина конвективно-неустойчивого слоя (КНС) ( $\Delta H_{\text{кнс}}$ , гПа). Каждая частица этого слоя будет участвовать в конвекции до больших высот. Чем больше толщина КНС, тем больше вероятность образования кучево-дождевой облачности, и тем больше вероятность развития грозовой деятельности.

4. Уровень конденсации ( $H_{\text{конд}}$ , км)- это уровень, который указывает среднее положение высоты нижней границы кучево-дождевой облачности. Определение его высоты также производится по аэрологической диаграмме.
5. Уровень конвекции ( $H_{\text{конв}}$ , км)- это уровень, который позволяет определить среднее положение вершин кучево-дождевых облаков. Следует отметить, что чем выше этот уровень, тем более мощной должна быть грозовая облачность.
6. Температура воздуха на уровне конвекции ( $T_{\text{конв}}$ , °C). Причём, чем ниже эта температура, тем более вероятны ливни и грозы.
7. Средняя величина отклонения температуры на кривой состояния ( $T'$ ) от температуры на кривой стратификации ( $T$ ). Это отклонение обозначается  $\Delta T$  и определяется по следующей формуле:

$$\Delta T = \frac{\sum_{i=1}^n (T' - T)}{n}, \quad (2.3)$$

где:  $T'$ ,  $T$ - температуры на кривой состояния и кривой стратификации на уровнях, кратных 100 гПа;  $n$ - число целых слоёв толщиной по 100 гПа, начиная от уровня конденсации и до уровня конвекции.

Чем больше средняя величина отклонения ( $\Delta T$ ), тем больше степень неустойчивости воздуха, следовательно, тем интенсивнее может развиваться конвекция.

8. Средняя вертикальная мощность конвективных облаков ( $\Delta H_{\text{к.о.}}$ , км)- это параметр, который определяется, как разность высот уровня конвекции и уровня конденсации. Чем больше эта величина, тем более вероятно возникновение конвективных явлений и тем больше их интенсивность.

По результатам расчёта указанных выше восьми параметров конвекции Н.В. Лебедева предлагает оценить возможность возникновения конвективных явлений и их интенсивности по следующей таблице 2.1:

Таблица 2.1- Параметры конвекции и соответствующие им конвективные явления (по Н.В. Лебедевой) [8]

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

#### 2.1.4 Метод Г.Д. Решетова для прогнозирования гроз

Данный метод [3] разработан для целей обслуживания авиации и ориентирован преимущественно на прогноз гроз на фронтах.

Г.Д. Решетов предложил три параметра, по которым можно определить возможность возникновения грозы. К таким параметрам относятся: высота вершин кучево-дождевой облачности ( $N_v$ ), значение температуры воздуха на

этой высоте ( $T_B$ ) и толщина слоя облака, его верхней части, где наблюдаются отрицательные значения температуры воздуха ( $\Delta H$ ).

Прежде чем делать расчёты трёх параметров, необходимо оценить характер ожидаемой синоптической ситуации. Дальнейшие расчеты будут являться целесообразными, если пункт прогноза находится в зоне быстродвижущегося холодного фронта (холодного фронта второго рода), малоподвижного фронта с волнами, фронта окклюзии, в зоне неглубокой барической ложбины, в теплом секторе циклона или на периферии антициклона, в передней или центральной части ложбины или замкнутого очага холода на картах ОТ 500/1000 и ОТ 300/1000. Для развития ночных гроз благоприятно прохождение теплых фронтов и фронтов окклюзии.

Оценив синоптическую ситуацию и рассчитав три параметра, можно определить возможность возникновения гроз по графику, построенному по результатам дискриминантного анализа. Данный график представлен на рисунке 2.2.

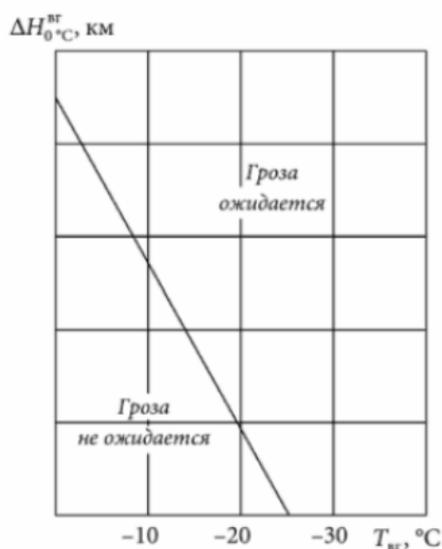


Рисунок 2.2- График для прогноза гроз по методу Г.Д. Решетова [2]

По горизонтальной оси откладывается температура (Твг), по вертикальной- величина  $\Delta H_0^{\text{вг}} \text{ } ^\circ\text{C}$ .

Оправдываемость прогноза гроз по методу Г.Д. Решетова составляет около 90 %.

#### 2.1.5 Метод Вайтинга для прогнозирования гроз

При использовании этого метода [2] рассчитывается параметр К по данным утреннего зондирования. Данный параметр определяется по следующей формуле:

$$K = 2T_{850} - T_{500} - D_{850} - D_{700}, \quad (2.4)$$

где Т- температура, D- дефицит точки росы на соответствующих высотах.

После расчёта данного параметра определяют вероятность возникновения гроз над данной территорией.

Если при расчётах параметр К оказался меньше 20 ( $K < 20$ ), то гроз ожидать не следует. В случае если  $20 < K < 25$ , то следует ожидать изолированные грозы, если  $25 < K < 30$ , то в прогнозе необходимо указать отдельные грозы. Когда  $K > 30$ , то следует прогнозировать грозы повсеместно. Вероятность развития гроз представлена в таблице 2.2.

Таблица 2.2- Вероятность развития гроз, рассчитанная по индексу К

<b>Ki</b>	<b>Вероятность грозы</b>
< 20	–
$20 \leq Ki \leq 22$	50% отдельные грозы
$22 < Ki \leq 25$	60% отдельные грозы
$25 < Ki \leq 28$	75% редко разбросанные грозы
$28 < Ki \leq 31$	80% редко разбросанные грозы
$31 < Ki \leq 34$	90% грозы
$34 < Ki \leq 37$	95% многочисленные грозы
$Ki > 37$	100%

В некоторых случаях в уже рассчитанные значения коэффициента К необходимо вносить поправку на кривизну приземных изобар. Они представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3- Величина поправки на кривизну приземных изобар [2]

R, км	>1000	1000-500	500-250	<250
$Z_n$	0	1,0	1,4	2,0
$AZ_n$	0	-1,0	-1,4	-2,0

где  $Z_n$  – величина поправки на кривизну изобар в циклоне;  $AZ_n$  – величина поправки на кривизну изобар в антициклоне.

### 2.1.6 Метод Б.Е. Пескова для прогнозирования гроз

В данном методе [3,8] используются предикторы, которые определяются по прогностическим кривым стратификации температуры и температуры точки росы, а также по прогностическому полю приземного давления. Гроза прогнозируется в случае, если рассчитанная функция  $u$  не отрицательна. Данный критерий производится по формуле (2.5):

$$u = 0,4(T^* - T)_{600} - 0,05(T - T_d)_{500} + 0,4\nabla_p^2 - 0,07|\Delta V| \frac{300}{700}, \quad (2.5)$$

где  $(T^* - T)_{600}$ - отклонение кривой состояния от кривой стратификации на уровне 600 гПа;

$(T - T_d)_{500}$ - дефицит точки росы на уровне 500 гПа;

$\nabla_p^2$ - лапласиан приземного давления, который характеризует приземную конвергенцию потоков, он рассчитывается по восьми точкам, удалённым от центральной точки на 250 км:  $|\Delta V| \frac{300}{700}$  – модуль разности векторов ветра на уровнях 700 и 300 гПа.

Гроза прогнозируется в том случае, если функция  $u$  положительная ( $u > 0$ ).

### 2.1.7 Метод Н.П. Фатеева для прогнозирования гроз

Этот метод основан на использовании параметра  $A$  [10]. Данный параметр рассчитывается по формуле (2.6):

$$A = T_{850} - T_{500} - (\Delta_{850} + \Delta_{700} + \Delta_{600} + \Delta_{500}), \quad (2.6)$$

где  $\Delta = T - T_d$  на соответствующих уровнях.

Гроза вероятна при  $A \geq 0$ .

### 2.1.8 Метод Р.А. Ягудина для прогнозирования гроз

Данный метод [10] часто используется для прогноза гроз над Западной Сибирью, также его можно использовать и в других равнинных районах. С помощью физико-статистического анализа были отобраны следующие предикторы:

- Суммарная массовая доля водяного пара на уровнях 850 и 700 гПа ( $\sum_{850}^{700} q$ );
- Разность температур на границах слоя 850-700 гПа ( $T_{850} - T_{700}$ );
- Суммарный дефицит точки росы на уровнях 850, 700, 500 гПа ( $\sum_{850}^{500} (T - T_d)$ );
- Индекс неустойчивости на уровне 700 гПа ( $\Delta T'_{700} = (T' - T)_{700}$ );
- Индекс неустойчивости на уровне 500 гПа ( $\Delta T'_{500} = (T' - T)_{500}$ );
- Дефицит точки росы на уровне 700 гПа ( $(T - T_d)_{700}$ ).

Вышеописанные параметры были авторами попарно объединены и построены три диаграммы:

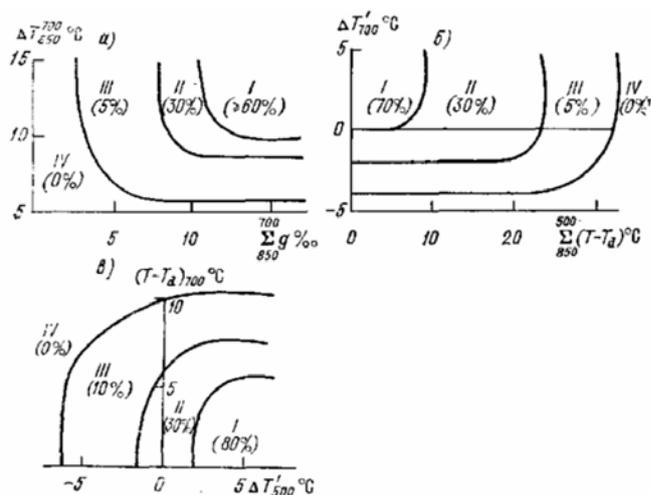


Рисунок 2.3- Диаграммы вероятности ночных гроз [10]

Прогноз грозы даётся в случае, если на всех трех диаграммах расчётная точка попадает в зоны с вероятностью грозы не менее 30% (зоны 1 или 2). В других случаях гроза не ожидается.

## 2.2 Методы прогноза гроз, основанные на неадиабатичности атмосферы

### 2.2.1 Метод Фауста для прогнозирования гроз

Прогноз гроз по данному методу [2] основан на определении разности  $\Delta T$  между температурой нулевого испарения  $T_v$  и температурой на уровне 500 гПа  $T_{500}$ . Эта разность определяется по формуле (2.7):

$$\Delta T = T_v - T_{500}. \quad (2.7)$$

Иногда в полученное значение  $\Delta T$  вводят две поправки: поправку на кривизну изобар и поправку на сходимости или расхождимости изобар, которая равна  $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$  при сходимости изобар и  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  при их расхождимости.

Величина  $T_v$  определяется по графику, осями которого являются температура воздуха на уровне 850 гПа и средний дефицит температуры точки росы на уровнях 850, 700 и 500 гПа. Данный график представлен на рисунке 2.4.

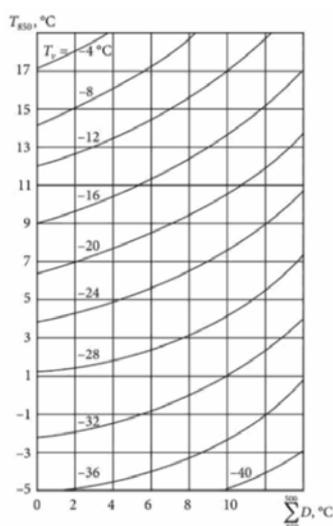


Рисунок 2.4- График для определения температуры нулевого испарения [2]

Гроза прогнозируется в случае, если  $T_v > 0$ .

### 2.2.2 Метод И.А. Славина для прогнозирования гроз

При образовании конвективных облаков поднимающийся насыщенный воздух перемешивается с окружающим более холодным и менее влажным воздухом [2]. Из-за вовлечения неадиабатическая кривая состояния облачного воздуха не будет совпадать с влажной адиабатой. Она будет лежать левее неё и ближе к кривой стратификации. Данная ситуация представлена на рисунке 2.5.

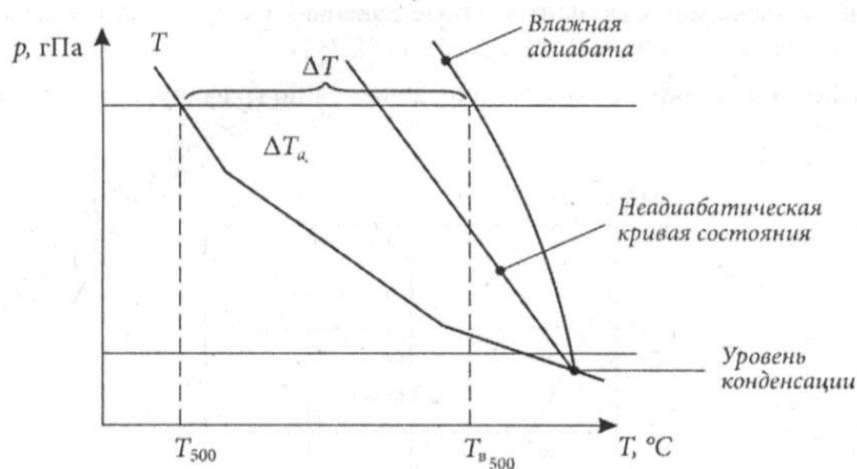


Рисунок 2.5- К прогнозу гроз по методу И. А. Славина [2]

В качестве «базового уровня» принимается уровень 500 гПа. Если на этом уровне величина  $\Delta T_a$  будет положительная ( $\Delta T_a > 0$ ), то в прогнозах следует указывать грозу. И. А. Славин довёл этот метод до практического использования, создав удобные таблицы и графики.

### 2.3 Индексы неустойчивости

На сегодняшний день идут поиски оптимальных для прогноза индексов неустойчивости атмосферы, с помощью которых можно будет оценить вероятность развития грозы по характеристикам профиля атмосферы. При разработке современных методов прогноза гроз, града, шквалов, смерчей используется более 10 параметров состояния атмосферы, рассчитанных на основе аэрологического зондирования.

Значения индексов при развитии в атмосфере глубокой конвекции достигают значений, позволяющих судить о развитии того или иного опасного конвективного явления: грозы, града, смерча с определенной вероятностью. В

результате исследований было получено, что значения индексов неустойчивости: KIND, TOTL, LIFT и SHOW довольно востребованы для прогноза гроз во всех регионах страны.

В летний период для прогноза внутримассовых гроз чаще всего рассчитывают индекс Вайтинга, который был упомянут ранее.

Следующий индекс, с помощью которого можно оценить неустойчивость атмосферы, это Vertical Totals. Он рассчитывается как разница температур воздуха на уровнях 850 и 500 гПа:

$$VT = T_{850} - T_{500}. \quad (2.8)$$

Если  $VT > 28$ , то тропосфера обладает высоким потенциалом конвективной неустойчивости, достаточным для образования гроз.

Количественную оценку устойчивости атмосферы можно дать при расчёте Cross Totals индекса.

$$CT = Td_{850} - T_{500}. \quad (2.9)$$

В таблице 2.4 представлены значения СТ, с помощью которых можно определить возможность развития гроз.

Таблица 2.4- Оценка устойчивости атмосферы при помощи индекса СТ [11]

СТ	Количественная оценка
< 18	Тропосфера обладает низким потенциалом конвективной неустойчивости, который недостаточен для грозовой деятельности
18 - 19	Умеренная неустойчивость. Слабая грозовая деятельность.
20 - 21	Высокая неустойчивость. Грозы
22 - 23	Энергия неустойчивости при которой возможны сильные грозы.
24 - 25	Высокая энергия неустойчивости. Сильные грозы.
> 25	Очень высокая энергия неустойчивости. Очень сильные грозы.

Индекс, который можно рассчитать, используя температуру и характеристики влажности атмосферы, называется Total Totals index (TOTL). Для получения этого индекса представлена следующая формула:

$$TT = (T_{850} - T_{500}) + (Td_{850} - T_{500}) = VT + CT. \quad (2.10)$$

Оценить возможность развития грозы в данном регионе можно по значениям индекса TOTL, представленным в таблице 2.5.

Таблица 2.5- Количественная оценка развития грозовой деятельности при помощи индекса ТТ [11]

ТТ	Количественная оценка
< 44	Грозовая деятельность не возможна.
44 - 45	Отдельная гроза или несколько гроз.
46 - 47	Рассеянные грозовые очаги.
48 - 49	Значительные количество гроз, отдельные из которых сильные.
50 - 51	Рассеянные сильные грозовые очаги, отдельные очаги со смерчем.
52 - 55	Значительное количество очагов сильных гроз, отдельные очаги со смерчем.
> 55	Многочисленные сильные грозы с сильными смерчами.

По разнице температур окружающего воздуха и некоторого единичного объёма, поднявшегося (адиабатически) с уровня 850 гПа до уровня 500 гПа определяют значение Lifted index (LIFT).

$$LIFT = T_{500} - T_{parcel1}, \quad (2.11)$$

где  $T_{500}$  – соответственно, температура на уровне 500 гПа;  $T_{parcel1}$  – температура частицы на уровне 500 гПа, поднимающейся с уровня 850 гПа.

Значения индекса  $Li$ , с помощью которого определяют неустойчивость атмосферы, представлены в таблице 2.6.

Таблица 2.6- Оценка устойчивости атмосферы с помощью индекса Li [11]

Li	Количественная оценка
$Li \geq 6$	Глубокая инверсия. Атмосфера очень устойчива. Развиты нисходящие движения воздуха.
$1 \leq Li \leq 5$	Устойчивое состояние атмосферы. Кучевая облачность хорошей погоды.
$0 \geq Li \geq -2$	Небольшая неустойчивость. Конвективная облачность с ливнями, при интенсивном дневном прогреве или в зоне атмосферного фронта — с грозами и градом
$-3 \geq Li \geq -5$	Умеренная неустойчивость. Сильные грозы.
$Li \leq -6$	Высокая неустойчивость. Очень сильные грозы

Разница между температурой воздуха на уровне 500 гПа и температурой некоторого объёма воздуха, поднявшегося с уровня 500 м над земной поверхностью до уровня 500 гПа, позволяет определить Showalter index (SHOW). Гроза указывается при  $SHOW \leq -3$  °С.

$$SHOW = T_{500} - T_{parcel2}, \quad (2.12)$$

где  $T_{500}$  – соответственно, температура на уровне 500 гПа;  $T_{parcel2}$  – температура частицы на уровне 500 гПа, поднимающейся с уровня 500 м над земной поверхностью при среднем давлении, температуре и точке росы.

Ещё один индекс, применяемый для оценки степени устойчивости атмосферы, называется K-index (KIND).

$$KIND = (T_{850} - T_{500}) + Td_{850} - (T_{700} - Td_{700}), \quad (2.13)$$

где  $T_{850}$ ,  $T_{700}$ ,  $T_{500}$  – соответственно, температура на уровнях 850, 700 и 500 гПа;  $T_{d850}$ ,  $T_{d700}$  – соответственно, температура точки росы на уровнях 850 и 700 гПа.

Для определения потенциальной энергии конвективной неустойчивости, связанная с вертикальной скоростью восходящих потоков, используется индекс CAPE. При  $CAPE > 1000$  Дж/кг можно прогнозировать грозу.

$$CAPE = g \times \frac{\int_{z_0}^{z_1} (T_i - T_e) \times dz}{p^{0.286}}, \quad (2.14)$$

где  $T_i$ - температура частицы воздуха,  $T_e$ - температура окружающего воздуха,  $z_0$ - начальный уровень, уровень конденсации,  $z_1$ - конечный уровень, уровень выравнивания температур.

### 3 МОДЕЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ И ОБРАБОТКА

#### 3.1 Данные для прогноза

Целью исследований является модельный прогноз гроз для региона г. Владимира, поэтому перед началом работы были выбраны ситуации с грозой, ливнем и ясного неба по региону исследований. Данные были получены с сайта <https://rp5.ru>.

Всего было рассмотрено 10 дней с грозой, 10 дней без конвективных явлений и 10 дней с ливневым дождём. Рассматриваемые даты представлены в таблице 3.1, а собранная база данных приведена в приложении А.

Таблица 3.1- Архив данных о грозах в г.Владимир

Данные	
Дни с грозой	06.06.2021
	08.06.2021
	12.06.2021
	28.06.2021
	17.07.2021
	23.07.2021
	02.08.2021
	07.08.2021

Данные	
	12.08.2021
	18.08.2021
Дни с ливнем и без гроз	10.06.2021
	11.06.2021
	22.07.2021
	29.07.2021
	06.08.2021
	08.08.2021
	11.08.2021
	21.08.2021
	26.08.2021
	27.08.2021
Дни без гроз	02.06.2021
	03.06.2021
	04.06.2021
	19.06.2021
	20.06.2021
	23.06.2021
	06.07.2021

Данные	
	08.07.2021
	12.07.2021
	18.07.2021

Для моделирования (постановки начальных и граничных условий) использовались поля анализа глобальной гидродинамической модели GFS, полученные с сайта [CISL RDA: NCEP GFS 0.25 Degree Global Forecast Grids Historical Archive \(ucar.edu\)](https://climate.geog.udel.edu/climate/html/CISL_RDA:NCEP_GFS_0.25_Degree_Global_Forecast_Grids_Historical_Archive_ucar.edu). Данные представлены в формате NetCDF, на широтно-долготной сетке и имеют разрешение по пространству  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$  и по времени 6 часов.

### 3.2 Модель WRF-ARW

Для моделирования использовалась мезомасштабная модель WRF-ARW, которая была адаптирована к области исследования.

Перед началом работы была выбрана область исследования с координатами центральной точки  $56^{\circ}$  с.ш.,  $40^{\circ}$  в.д. (рисунок 3.1). Шаг по времени составил 60 секунд, а шаг по пространству 9 км. Граничные условия обновлялись каждые 6 часов. Используется полярная стереографическая проекция по горизонтали и 19 уровней по вертикали.

Заблаговременность прогноза 36 часов. Прогностические поля анализировались каждые 60 минут модельного времени.



Рисунок 3.1- Область, использованная при гидродинамическом прогнозе

Использовался стандартный набор параметризаций физических процессов, представленный в таблице 3.2.

Таблица 3.2- Используемый набор параметризаций физических процессов

Процесс	Схема	Опция в namelist.input	Источник информации о схеме параметризации
микрофизика	Одномоментные схемы WRF с 3 и 5 классами гидрометеоро	options 3	Hong, Song–You, Jimmy Dudhia и Shu–Hua Chen, 2004: Mon. Wea. Rev., 132, 103–120
Коротко-волновая радиация	Схема Dudhia	sw option 1	Dudhia, J., 1989: J. Atmos. Sci., 46, 3077-3107.
Длинно Волновая	схема RRTM	lw option 1	Mlawer, Eli. J., Steven. J. Taubman, Patrick. D. Brown, M. J. Iacono и S. A. Clough,

Процесс	Схема	Опция в namelist.input	Источник информации о схеме параметризации
радиация			1997: J. Geophys. Res., 102, 16663-16682.
Приземный слой	Модернизи- рованная схема MM5	sf_sdclay option 1	Jimenez, Pedro A., Jimmy Dudhia, J. Fidel Gonzalez- Rouco, Jorge Navarro, Juan P. Montavez, and Elena Garcia- Bustamante, 2012: Mon. Wea. Rev., 140, 898-918.
Пограничный слой атмосферы	Схема университета Йонсей (YSU)	option 1	Hong, Song-You, Yign Noh, Jimmy Dudhia, 2006: Mon. Wea. Rev., 134, 2318-2341.
Конвекция	Схема Каина- Фрича	option 1	Kain, John S., 2004: J. Appl. Meteor., 43, 170-181.

Запуск модели осуществлялся в 5 шагов:

1 шаг – создание ссылки на начальные условия: файл namelist.input содержит дату, время начала и конца прогноза. Эти параметры меняются в зависимости от выбранного дня, для которого планируется сделать прогноз. После сохранения файла namelist.input необходимо изменить дату и время в файле namelist.wps и тоже сохранить. В корневом каталоге (папка data1) находятся файлы fnl\_дата\_час\_мин.grib2, дискретность которых составляет 21800 с., т.е. файлы идут 06, 12, 18 и 00 ч. Далее с помощью команды ./link\_grib.csh необходимо сослаться на них. Ссылка на файлы применяется, когда меняется дата прогноза.

На 2- 4 шагах использовалась система предварительной обработки- WPS (WRF Preprocessing System). В этой части происходит подготовка, приведение данных к нужному формату.

2 шаг – утилита Geogrid - на данном этапе происходит определение рабочей области, а также интерполяция статистических и географических данных в узлы сетки;

3 шаг – утилита Ungrib - этап, на котором выбираются метеорологические поля из формата GRIB2;

4 шаг – утилита Metgrid - этап, который включает горизонтальную интерполяцию метеорологических полей в узлы модельных сеток.

5 шаг - окончательная «сборка» модели производится утилитой real.exe, в которой происходит интерполяция по вертикали начальных данных в координаты и «заготавливаются» граничные условия для сетки на срок прогноза.

6 этап - затем запускается модель (wrf.exe).

После успешного выполнения всех вычислений формируются выходные файлы, в названии которых определяется срок начала прогноза (например, wrfout\_d01\_2021-08-26\_12:00:00). Результаты прогноза представлены в формате netCdf. В данном исследовании обработка результатов моделирования производилась с помощью утилиты ARWpost, после выполнения которой создаются бинарные файлы (расширение .dat) и файлы с метаданными (расширение .ctl). Программный комплект обработки сеточных данных GrADS (Grid Analysis and Display System) использовался для визуализации данных.

### 3.3 Численные эксперименты

Для выбранных дней (таблица 3.1) были рассчитаны и построены карты индексов неустойчивости. Всего было проанализировано 5765 полученных полей. В данной работе подробно будет рассмотрено несколько характерных ситуаций.

Первый случай представляет собой дни (03.06.2021 г. и 23.06.2021 г.) за 00 часов ВСВ, когда отсутствовали осадки и грозовая деятельность. Рассчитанные значения индексов VT, CT и LIFT представлены на рисунке 3.2. На рисунках выдержанно одинаковое соотношение цвета и значения для каждого индекса.

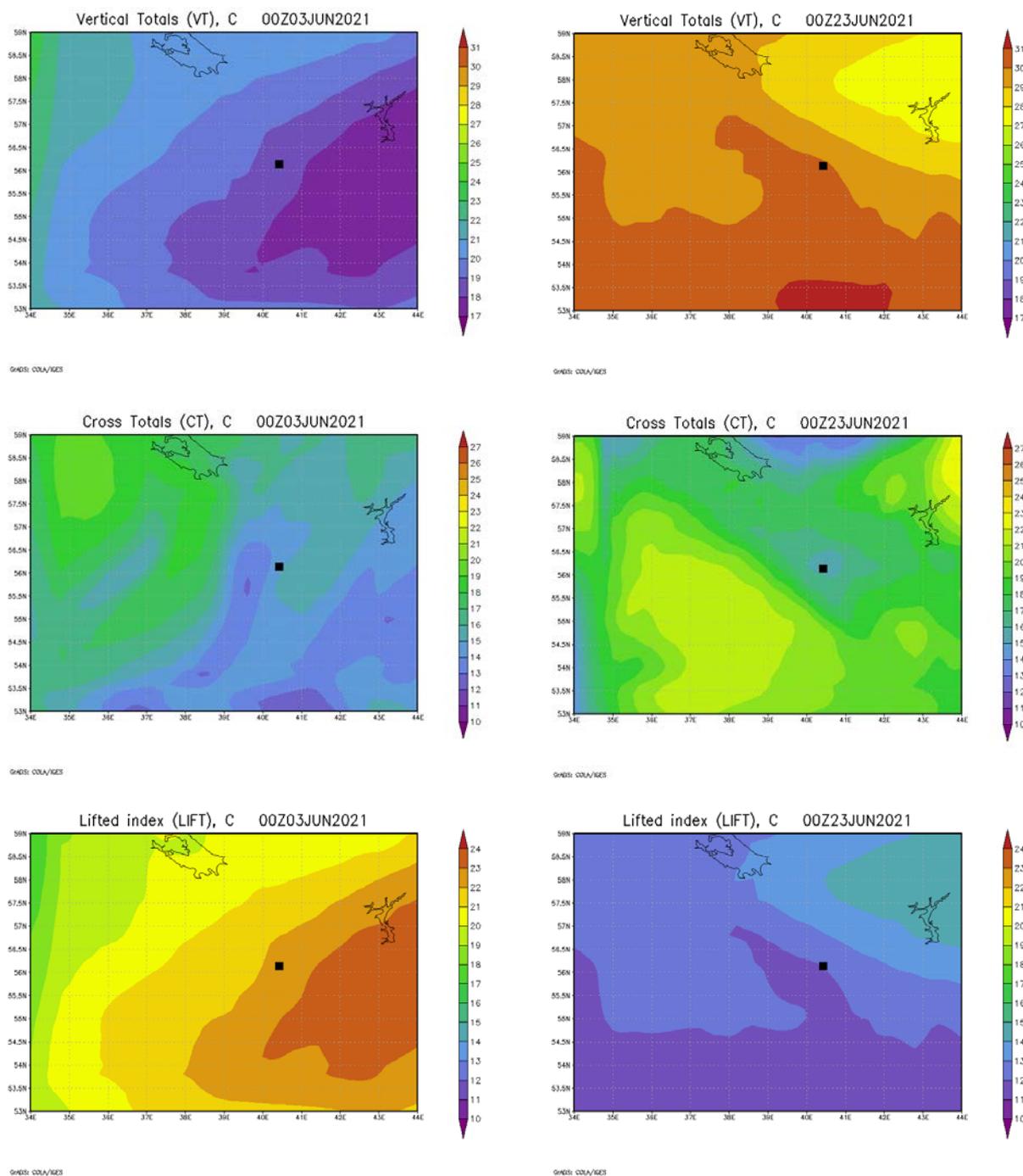


Рисунок 3.2- Индексы неустойчивости VT, CT и LIFT для ясных дней

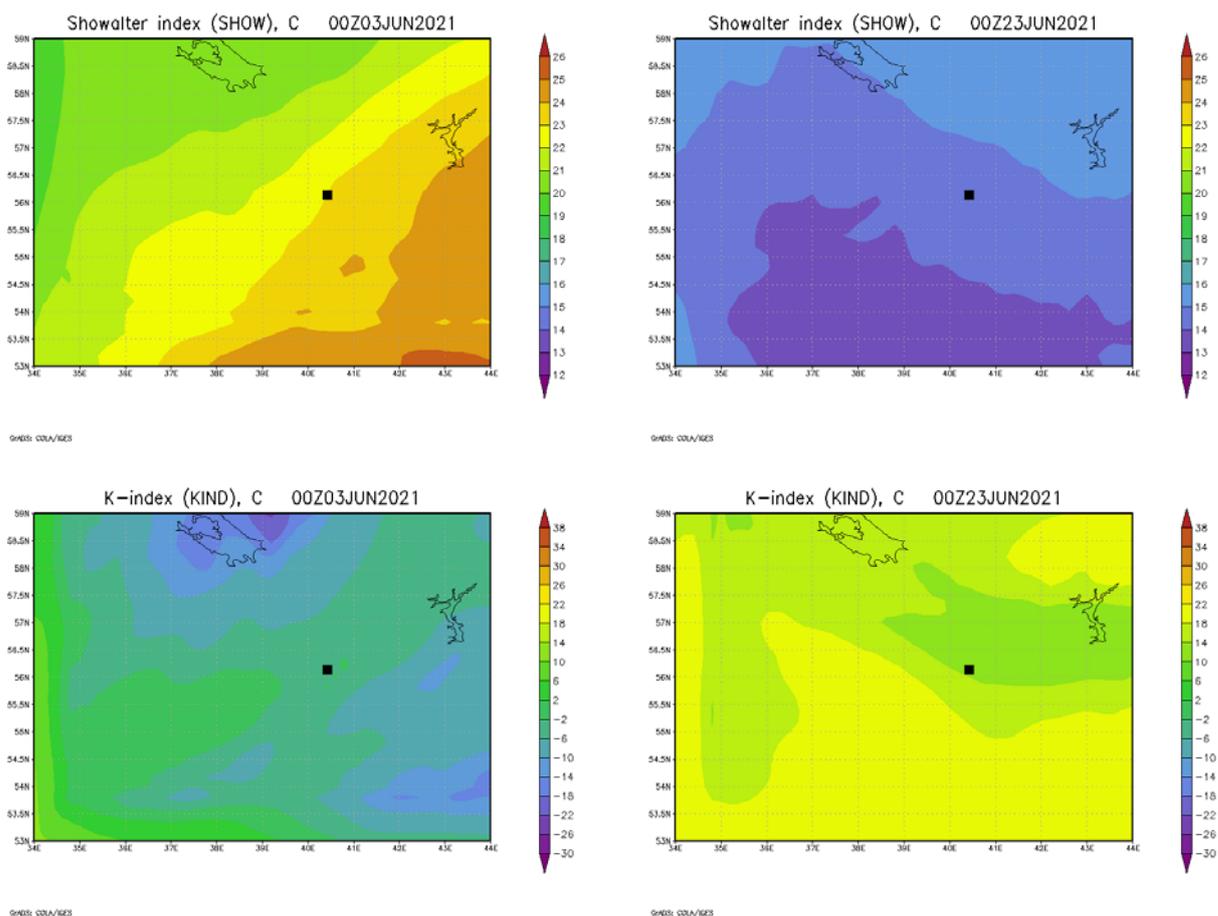
Из полученных значений первых трёх индексов можно сказать, что не все результаты указывают на отсутствие развития грозовой деятельности. Например, индекс VT, который для 23.06.2021 г. равен 30, говорит о сильной неустойчивости в г.Владимир. Однако, остальные индексы спрогнозировали

отсутствие потенциала для развития интенсивной конвективной деятельности в данном регионе.

Следующие три индекса неустойчивости для указанных выше дней представлены на рисунке 3.3.

Значения трёх индексов довольно разные для двух дней, но по каждому из них можно сказать, что развитие грозовой деятельности в исследуемом регионе не ожидается.

Самые большие различия наблюдаются для индекса SHOW – в один безоблачный день он принимает значение 23, а в другой – 14. Но оба из этих значений говорят об отсутствии конвективной деятельности.



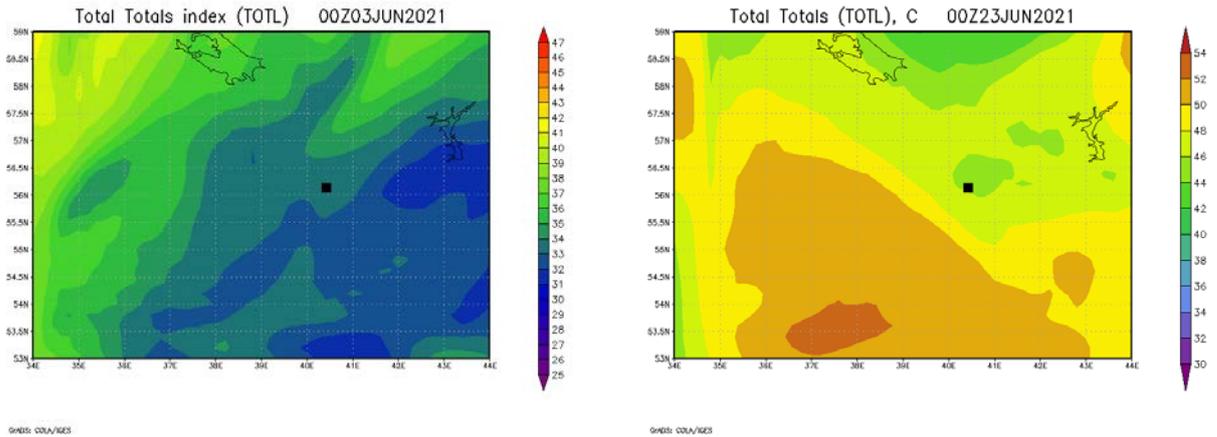


Рисунок 3.3- Индексы неустойчивости SHOW, KIND, TOTL для ясных дней

Рассмотрим синоптическую ситуацию, которая наблюдалась 3 июня 2021 г. в г.Владимир (рисунок 3.4).

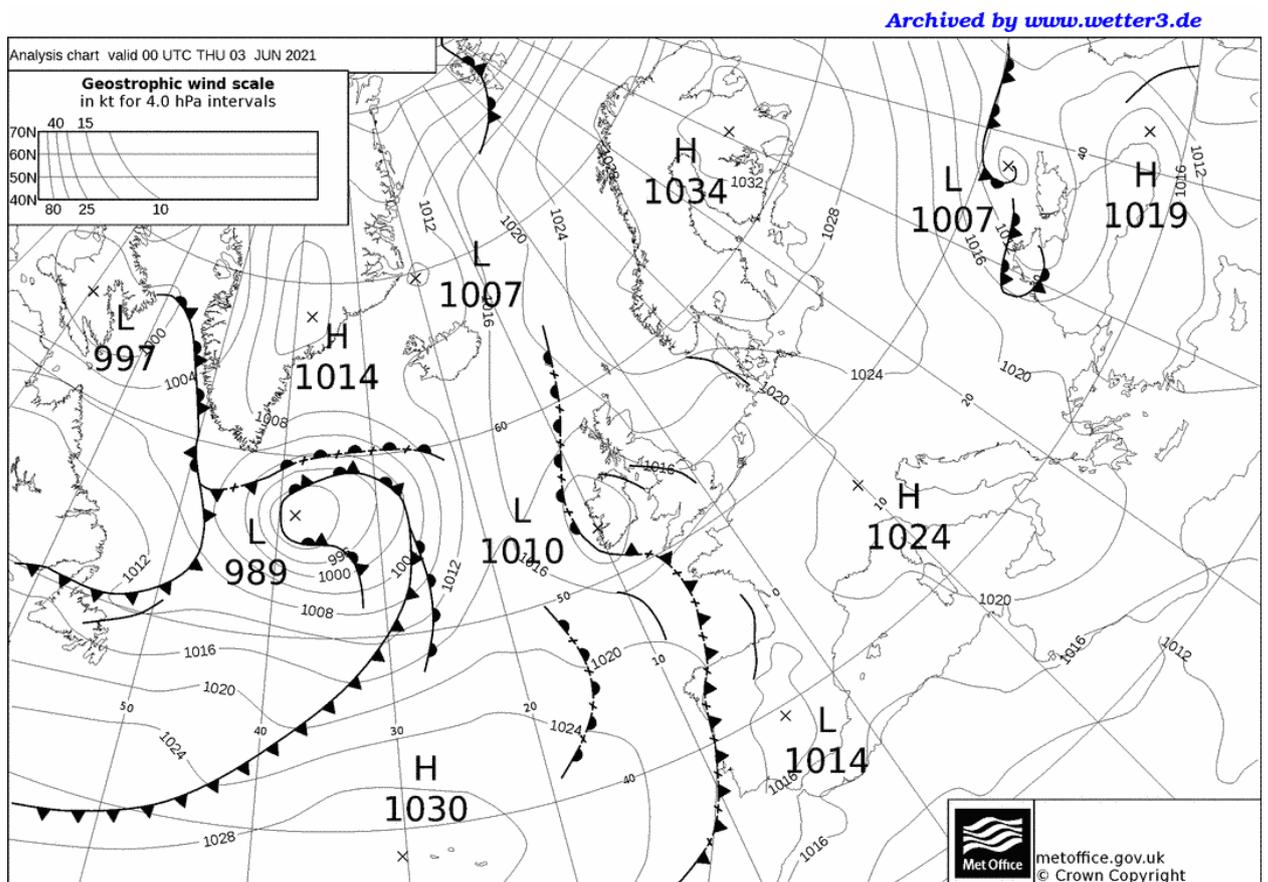


Рисунок 3.4- Приземная карта за 00 ч. 3 июня 2021 г.

Согласно синоптической карте г.Владимир находился в восточной части антициклона. В летнее время в дневные часы при неустойчивой воздушной массе здесь могут возникать кучево-дождевые облака, ливни и грозы. Значение индекса CAPE=0 означает, что 3 июня 2021 г. в г.Владимир наблюдалась устойчивая стратификация атмосферы, которая не могла способствовать развитию конвекции.

Следующая синоптическая ситуация представлена на рисунке 3.5.

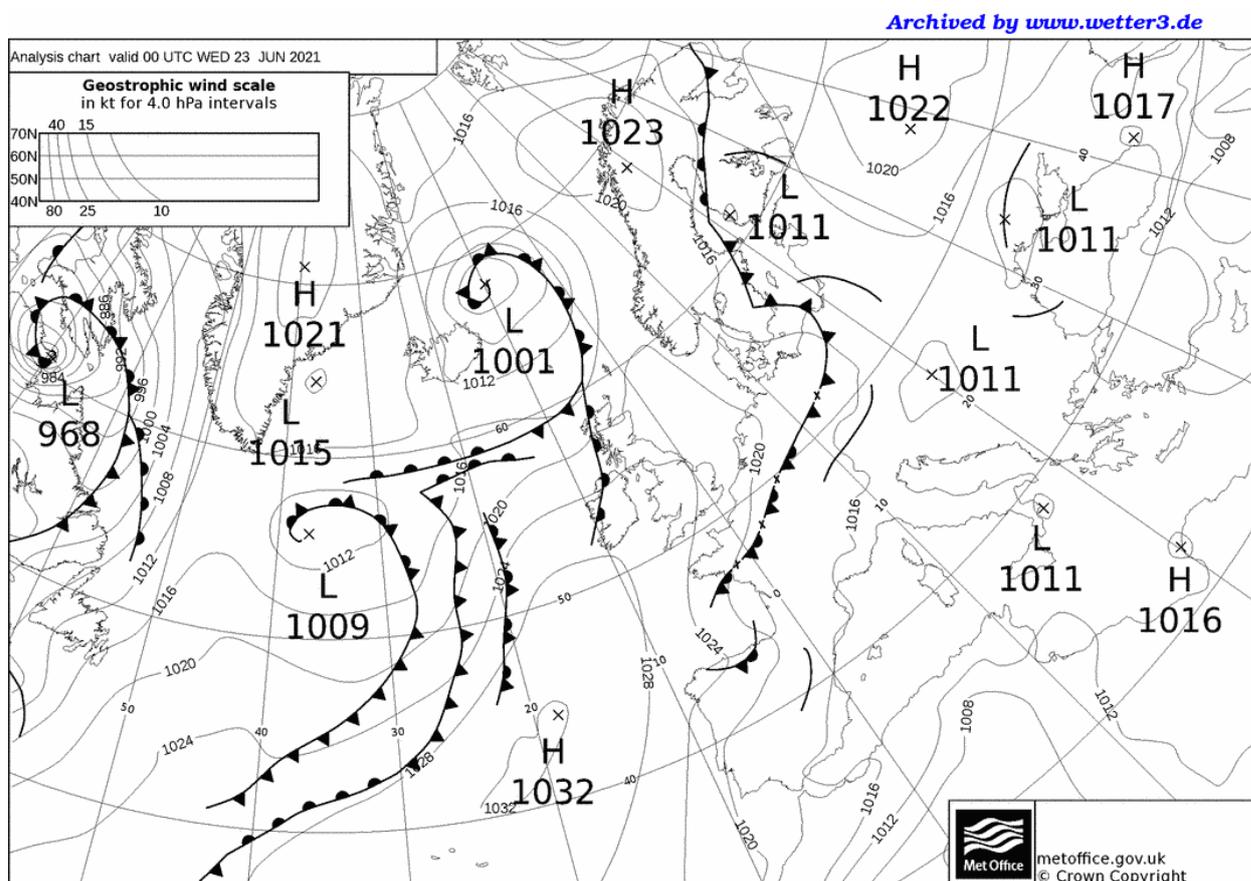


Рисунок 3.5- Приземная карта за 00 ч. 23 июня 2021 г.

По данным приземной синоптической карты г.Владимир на 00 ч. Был расположен в зоне действия антициклона, недалеко от его центра с давлением 1022 гПа. Такое расположение говорит о тихой и ясной погоде, что и наблюдалось на исследуемой территории в течение всего дня по данным <https://rp5.ru/>.

Поля индексов для двух следующих дней за 03:00 часа по UTC, когда наблюдались грозовая деятельность (07.08.2021 г.) и ливневой дождь (08.08.2021 г.), представлены на рисунках 3.6 и 3.7.

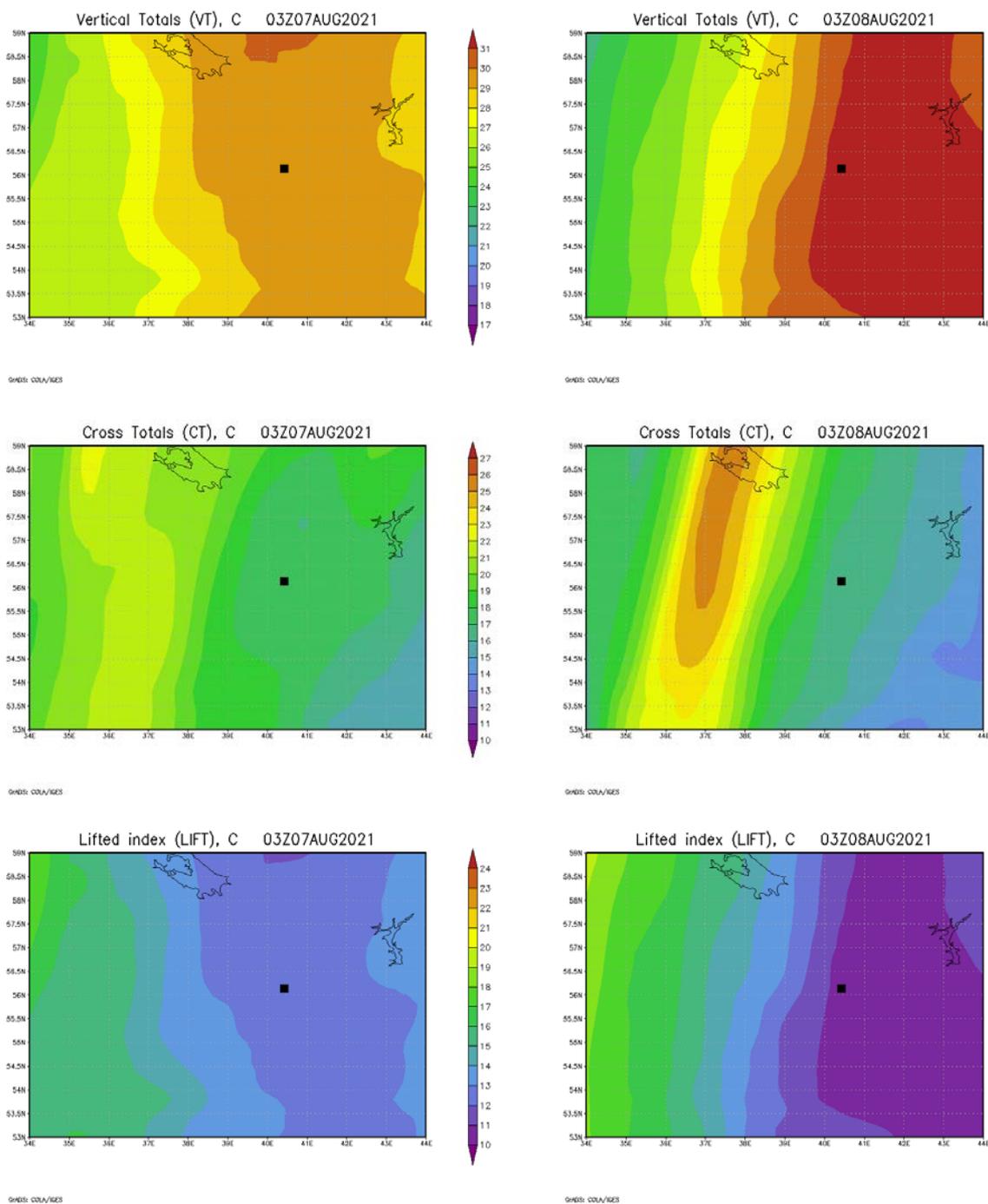


Рисунок 3.6- Индексы неустойчивости (VT, CT, LIFT) для г. Владимир в дни, когда наблюдалась гроза (левая панель) и ливневой дождь (правая панель)

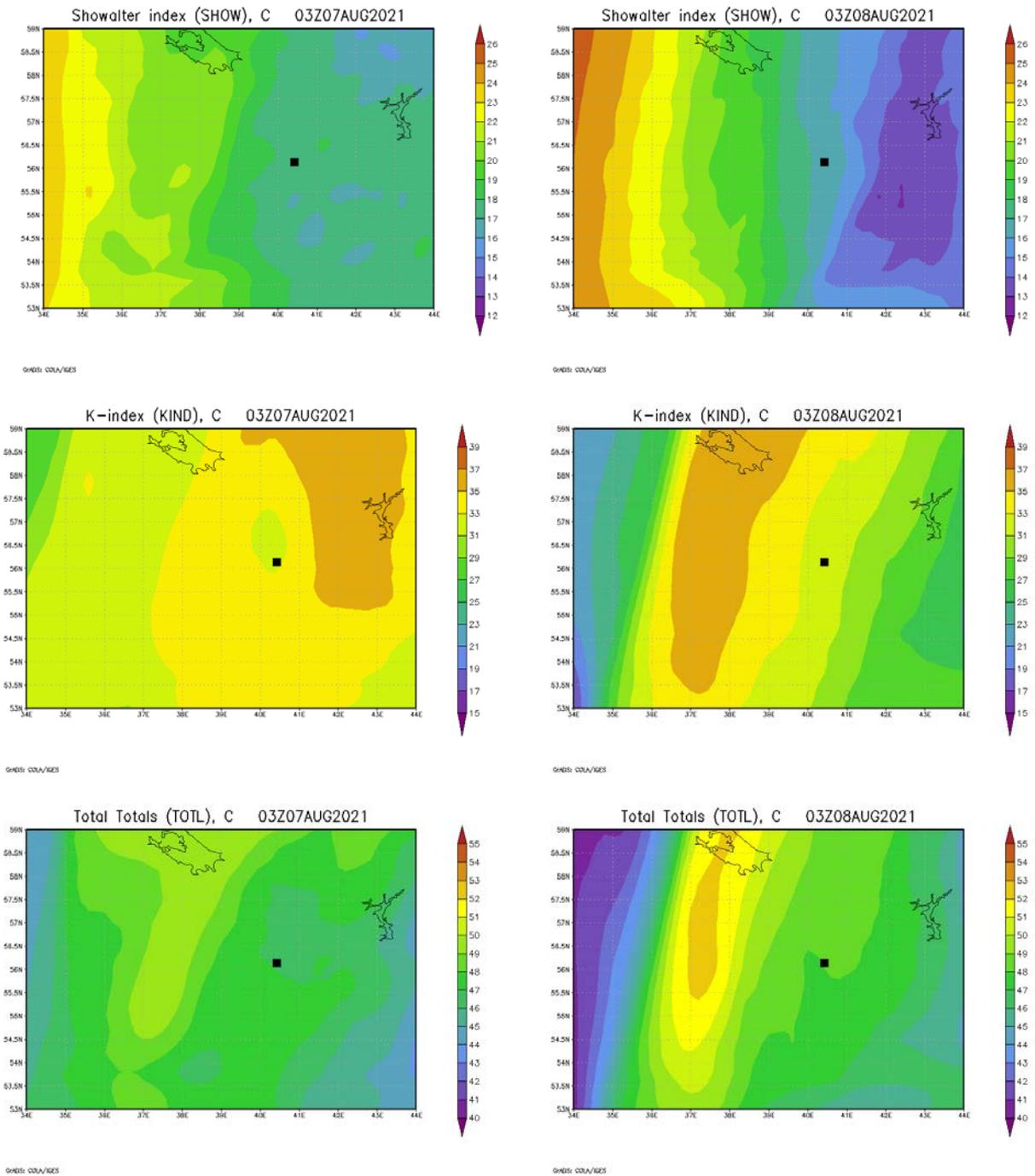


Рисунок 3.7- Индексы неустойчивости для г. Владимир в дни, когда наблюдалась гроза (левая панель) и ливневой дождь (правая панель)

На рисунках хорошо видно, что значения индекса VT показали наибольшие значения: 29 и 31 соответственно для 7 и 8 августа. Такие

результаты расчётов позволяют говорить о развитии сильной неустойчивости в исследуемом регионе.

Полученные значения индекса СТ составляют 17 и 16 для дней, с грозой и ливнем. Согласно стандартной классификации СТ-индекса, тропосфера обладает довольно низким потенциалом конвективной неустойчивости, который недостаточен для развития грозовой деятельности.

Следующий индекс LIFT, который позволяет определить состояние атмосферы в регионе исследования, показал для 07.08.2021 г. значение 12, а для 08.08.2021 г.- 10. Такой результат расчёта говорит о том, что во Владимире и прилегающих к нему территориях наблюдается развитие глубокой инверсии, и атмосфера очень устойчива. Аналогичная ситуация прослеживается с индексом SHOW, значения которого составляют 17 и 16 соответственно. Поэтому развитие конвективной деятельности в данный момент времени невозможно.

Значения индекса К позволяют прогнозировать грозы 7 и 8 августа ( $K=31$ ), но с вероятностью 90%. Согласно результату прогноза индекс TOTL= 47 для 07.08.2021 г. и 48 для 08.08.2021 г.. Следовательно, во Владимире может наблюдаться значительное количество грозových очагов.

Синоптические ситуации на 00 ч. для 7 и 8 августа представлены на рисунках 3.8 и 3.9.

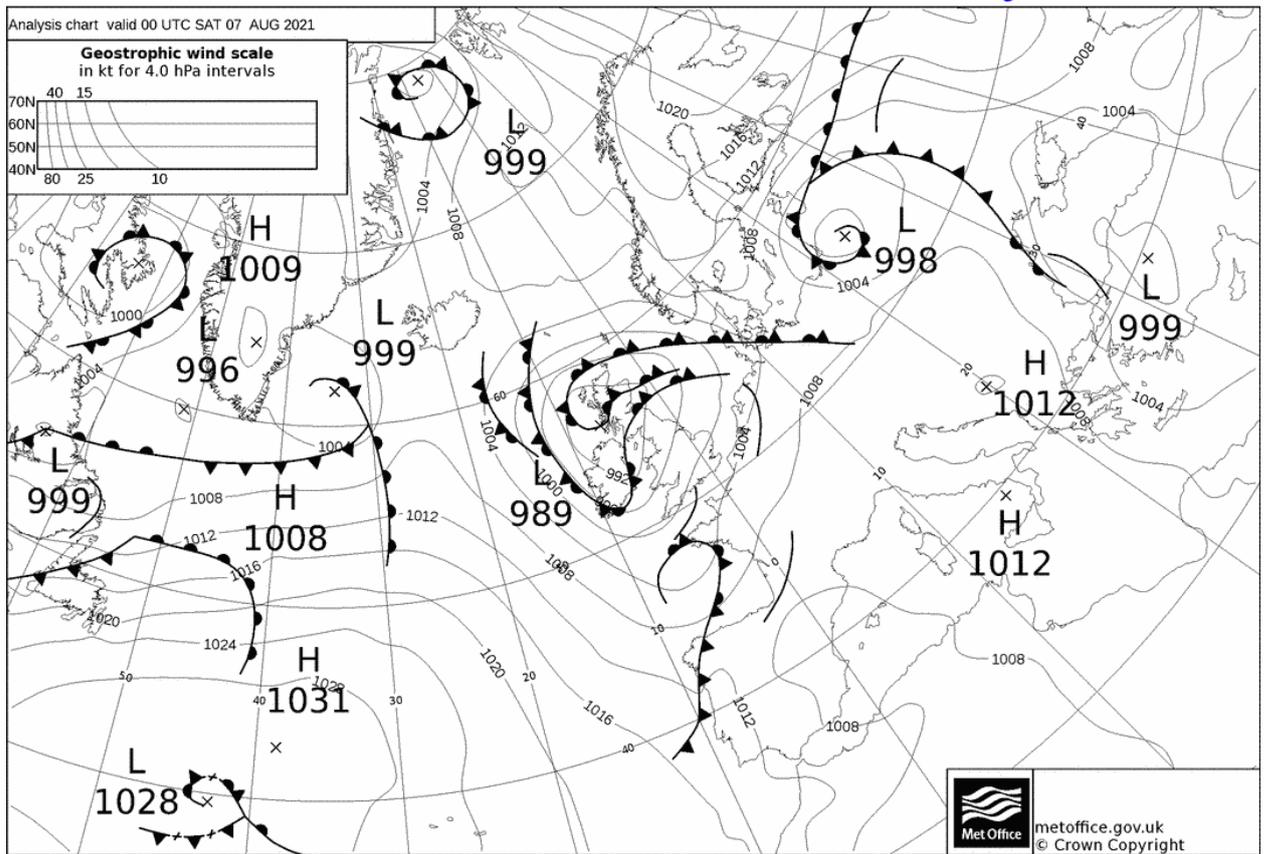


Рисунок 3.8- Приземная карта за 00 ч. 07 августа 2021 г.

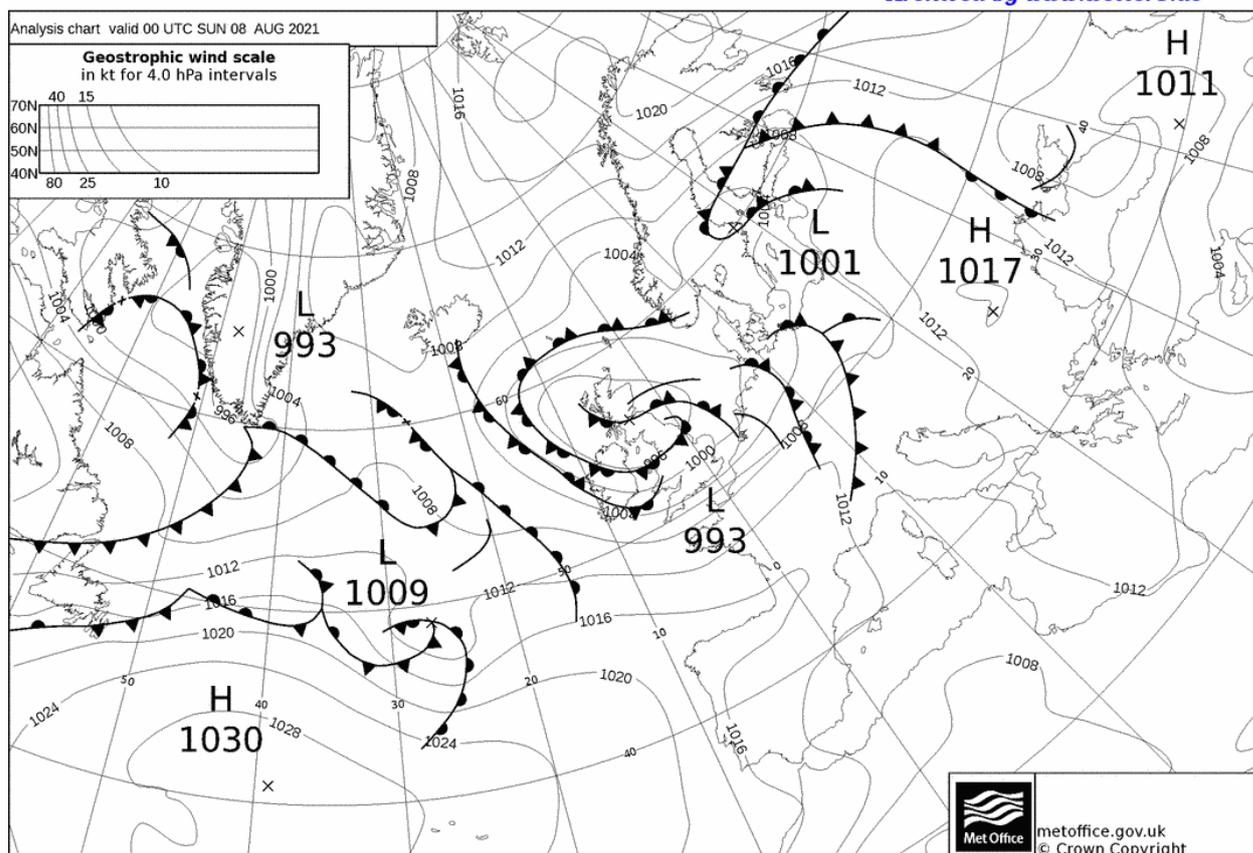


Рисунок 3.9- Приземная карта за 00 ч. 07 августа 2021 г.

По данным карты г.Владимир в 00 часов был расположен в тёплом секторе циклона. Летом здесь наблюдается неустойчивая воздушная масса влажного воздуха, которая приводит к образованию кучевой или кучево-дождевой облачности, ливней и гроз.

Карта за 00 часов для 8 августа показывает, что Владимир был расположен также в тёплом секторе циклона в стадии окклюдирования. Поэтому конвективные явления за 7 и 8 августа имели внутримассовое происхождение. Остальные типы гроз указаны в таблице (3.3).

Все ситуации с ливнем, грозой и без облаков, а также значения разных индексов в эти дни можно свести в таблицу 3.3.

Таблица 3.3- Значения индексов неустойчивости для выбранных дней

Данные		VT	CT	LIFT	SHOW	KIND	TOTL
Дни с грозой	06.06.2021 (12 ч.); фронтальная	25	24	15	16	27	50
	08.06.2021 (12 ч.); внутримассовая	25	25	15	15	27	51
	12.06.2021 (15 ч.); внутримассовая	25	25	16	16	29	50
	28.06.2021 (12 ч.); внутримассовая	23	22	18	20	33	45
	17.07.2021 (12 ч.); фронтальная	27	20	15	15	31	47
	23.07.2021 (12 ч.); фронтальная	23	19	17	17	21	43
	02.08.2021	27	18	14	17	33	46

Данные		VT	CT	LIFT	SHOW	KIND	TOTL
	(06 ч.); внутримассовая						
	07.08.2021 (03 ч.); внутримассовая	29	17	12	17	31	47
	12.08.2021 (09 ч.); внутримассовая	24	20	17	20	33	45
	18.08.2021 (15 ч.); внутримассовая	29	21	12	13	37	50
Дни с ливнем и без гроз	10.06.2021 (00 ч.)	26	24	14	20	29	51
	11.06.2021 (09 ч.)	25	21	15	17	27	47
	22.07.2021 (00 ч.)	22	19	19	20	17	40
	29.07.2021 (00 ч.)	24	21	18	20	31	46
	06.08.2021	27	19	14	14	31	46

Данные		VT	CT	LIFT	SHOW	KIND	TOTL
	(09 ч.)						
	08.08.2021 (03 ч.)	31	16	10	16	31	48
	11.08.2021 (09 ч.)	25	20	17	17	33	44
	21.08.2021 (06 ч.)	27	20	13	20	31	48
	26.08.2021 (03 ч.)	26	23	15	18	33	50
	27.08.2021 (03 ч.)	25	16	16	18	23	42
Ясно	02.06.2021 (06 ч.)	19	16	22	23	-6	35
	03.06.2021 (00 ч.)	18	14	22	23	-6	33
	04.06.2021 (09 ч.)	19	14	21	22	-6	34
	19.06.2021 (18 ч.)	24	14	17	20	2	36
	20.06.2021	26	10	16	19	2	34

Данные		VT	CT	LIFT	SHOW	KIND	TOTL
	(21 ч.)						
	23.06.2021 (00 ч.)	30	14	12	14	14	44
	06.07.2021 (12 ч.)	22	16	19	19	-10	38
	08.07.2021 (03 ч.)	21	15	20	21	-22	36
	12.07.2021 (15 ч.)	22	16	19	19	18	38
	18.07.2021 (15 ч.)	25	23	16	16	30	48

Исходя из полученных результатов исследования, можно сделать вывод, что в дни с ясной погодой индексы неустойчивости не обладают достаточным потенциалом для развития восходящих движений с последующим образованием грозовых очагов. Исключение составляет 18 июля, когда грозы не наблюдались, а значения индексов CT, KIND, TOTL на 15 часов указывают на наличие грозовой деятельности.

В дни, когда наблюдался ливневой дождь или гроза, не все индексы показали результаты на наличие явлений конвективного характера. Так, значения индексов VT, LIFT и SHOW, оказались довольно низкими для образования грозовой деятельности.

Таким образом, по значению одного индекса неустойчивости сложно судить о развитии грозы или ливня в исследуемом регионе. Поэтому для

определения наличия или отсутствия явления необходимо использовать некоторые дополнительные параметры (таблица 3.4).

Таблица 3.4- Условия для образования гроз и ливневых осадков

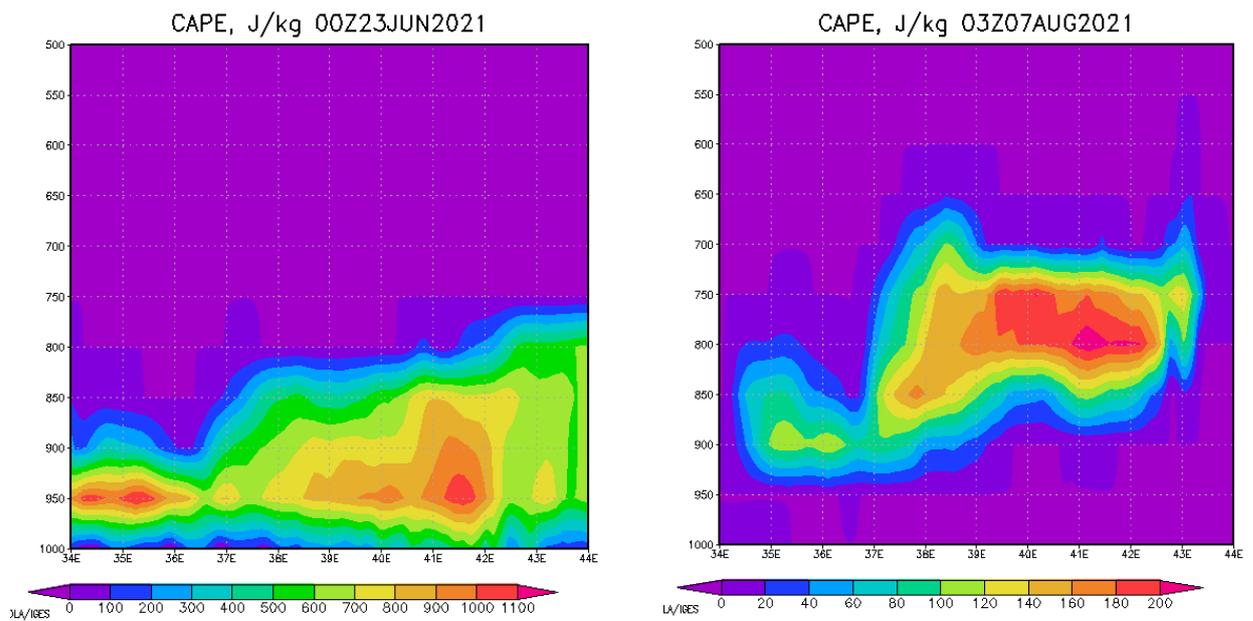
дата		предикторы						qvaror
		cape	-10 °C	-20 °C	mcape	mcin	lcl	
Дни с грозами	06.06.2021 (12 ч.)	250	580	480	400	5	1200- 1500	0.008 (уровень 950 гПа)
	08.06.2021 (12 ч.)	1100	572	480	800- 1100	140- 160	800- 1000	0.009 (уровень 950 гПа)
	12.06.2021 (15 ч.)	1100	550	460	1000- 1100	5-10	600- 800	0.01 (уровень 950 гПа)
	28.06.2021 (12 ч.)	2100	500	410	1800	20	1400- 1600	0.013 (уровень 950 гПа)
	17.07.2021 (12 ч.)	1000	500	410	600- 1000	10-20	1600- 1800	0.011 (уровень 950 гПа)
	23.07.2021 (12 ч.)	250	595	480	250- 400	5-10	800- 1200	0.008 (уровень 950 гПа)
	02.08.2021 (06 ч.)	550	510	420	350- 550	60-80	800- 1000	0.01 (уровень 950 гПа)
	07.08.2021 (03 ч.)	180 (уровень 800 гПа)	512	421	210- 240	20	2100- 2400	0.008 (уровень 950 гПа)
	12.08.2021 (12 ч.)	100 (уровень 790 гПа)	500	400	800- 1100	20	3000- 3300	0.01 (уровень 950 гПа)
	18.08.2021 (15 ч.)	700	510	415	600- 800	20-60	1500- 1800	0.009 (уровень 950 гПа)

дата		предикторы						
		саре	-10 °C	-20 °C	тсаре	мсин	lcl	qварор
Ясно	02.06.2021 (06 ч.)	0	630	485	0	-	1000-1500	0.004 (уровень 1000 гПа)
	03.06.2021 (00 ч.)	0	575	481	0	-	1000-2000	0.004 (уровень 1000 гПа)
	04.06.2021 (09 ч.)	0	565	460	0	-	4500-5000	0.004 (уровень 1000 гПа)
	19.06.2021 (17 ч.)	-0.1	495	418	50	-	1300-1500	0.01 (уровень 1000 гПа)
	20.06.2021 (21 ч.)	150-200 (уровень 960 гПа)	512	430	100-300	-	1000-1400	0.01 (уровень 1000 гПа)
	23.06.2021 (00 ч.)	900-1000 (уровень 952 гПа)	525	435	800-900	-	1400-1600	0.01 (уровень 1000 гПа)
	06.07.2021 (12 ч.)	0	520	430	0	-	1500-2000	0.007 (уровень 1000 гПа)
	08.07.2021 (03 ч.)	-0.1	511	430	1	-	1800-2000	0.008 (1000 гПа)
	12.07.2021 (15 ч.)	0	490	410	0	-	2700-3900	0.007 (1000 гПа)
	18.07.2021 (15 ч.)	0-100	495	405	0	-	2000-2200	0.009 (950 гПа)

Анализируя полученные данные, можно сказать, что значения индекса CAPE показали неустойчивость для шести дней с грозой и для одного ясного дня.

Грозовую деятельность по результатам индекса можно указывать при  $CAPE > 1000$  Дж/кг (выделено в таблице голубым цветом). При  $400 < CAPE < 1000$  Дж/кг можно говорить о слабой неустойчивости в исследуемом регионе без грозы (жёлтый цвет в таблице).

На рисунке 3.10 представлены расчёты индекса неустойчивости для ясного дня (23 июня за 00 ч.) и дня с грозой (7 августа за 03 ч.). Прогноз для 23 июня показал, что в 00 ч. атмосфера неустойчива, и возможно развитие кучево-дождевой облачности и ливня. На 03 ч. 7 августа результат индекса был слишком маленький даже для развития слабой неустойчивости. Поэтому эти два прогноза не оправдались. Следующие два дня- 2 июня 06 ч. (ясный день) и 28 июня 12 ч. (день с грозой). Значение индекса показало для одного дня отсутствие грозы, а для другого её наличие.



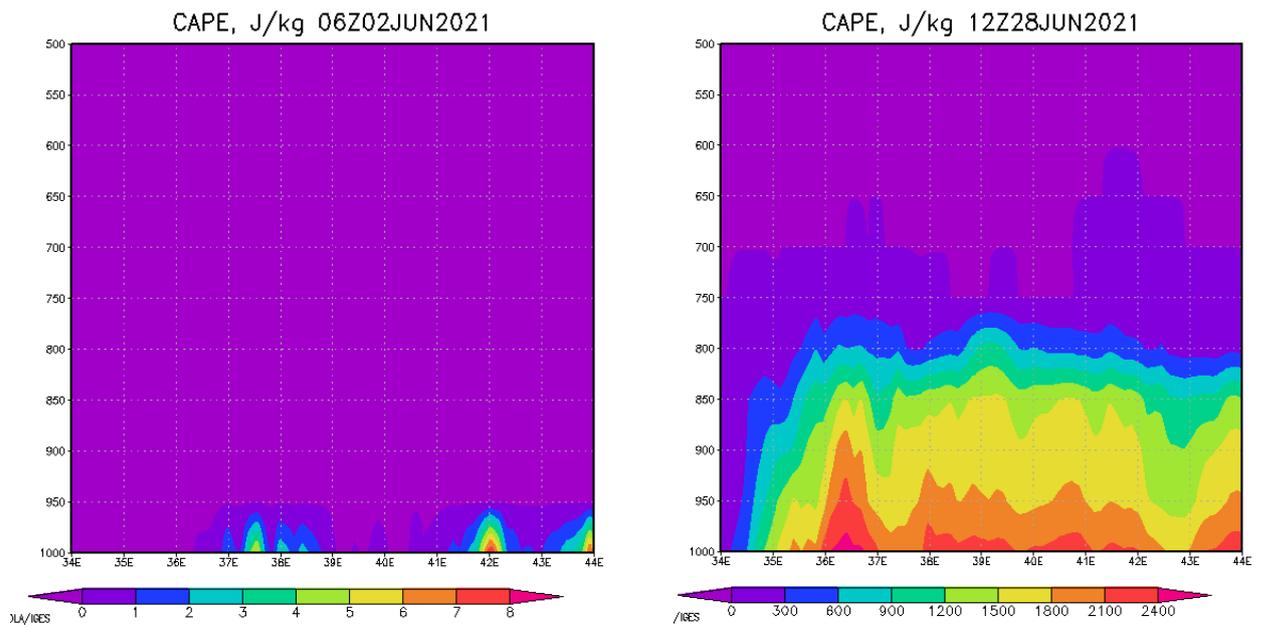


Рисунок 3.10- Индекс CAPE для ясного дня (левая панель) и для дня с грозой (правая панель)

Среднее значение индекса CAPE ( $\overline{CAPE}$ ) показало развитие грозы только для двух дней (12 и 28 июня; выделено голубым цветом). Для 23 июня, когда наблюдался ясный день, индекс  $\overline{CAPE}$  спрогнозировал слабую неустойчивость (рисунок 3.11).

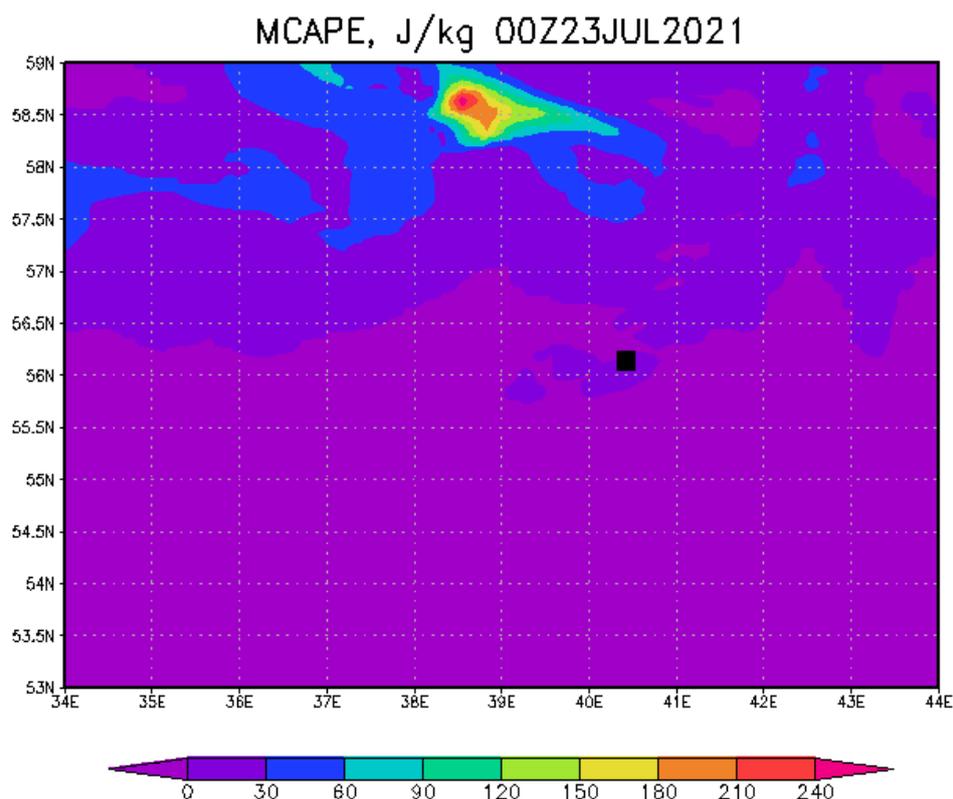


Рисунок 3.11- Среднее значение индекса CAPE 23 июня срок 00 ч.

Поскольку индекс CAPE не всегда указывает на наличие грозы, необходимо рассчитывать другие дополнительные метеорологические параметры, которые указывают на наличие этого явления в регионе.

В качестве следующего предиктора выступают положения изотерм  $-10$  и  $-20$  °C. Для дней с грозой средняя высота изотермы  $-10$  °C составляет 530 гПа, а высота такой же изотермы для ясных дней- 532 гПа. Уровни этих изотерм довольно одинаковы. Среднее положение изотермы  $-20$  °C для дней с грозой- 438 гПа, для ясных дней значение такое же. Поэтому положение изотерм для дня с грозой лучше рассматривать в сравнении с тем днём, когда было ясно (рисунок 3.12).

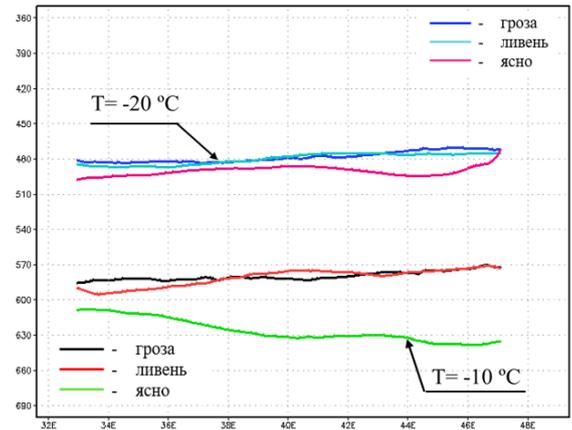
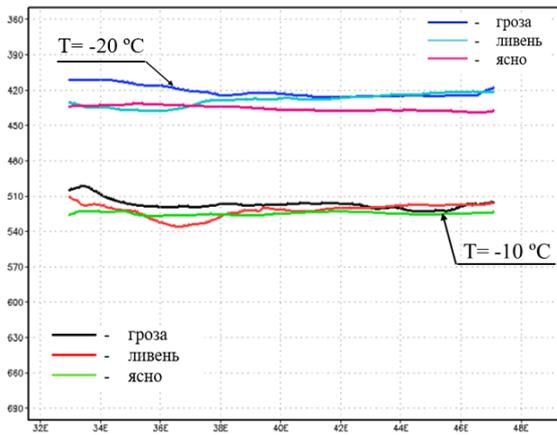


Рисунок 3.12- Положение изотерм -10 и -20 °С

На левой панели представлены три дня: с грозой (7 августа срок 03 ч.), с ливнем (8 августа срок 03 ч.), ясный день (23 июня 00 ч.). На правой панели показаны другие три дня: с грозой (6 июня срок 12 ч.), с ливнем (10 июня срок 00 ч.), ясный день (2 июня 06 ч.). Изотермы для дней с грозой и ливнем находятся выше изотерм для ясного дня.

Значения влагосодержания примерно одинаковые как для дней с грозой, так и для ясных дней. В отдельные дни значения, когда наблюдалась ясная погода, влагосодержание составляло 0.004 (рисунок 3.13).

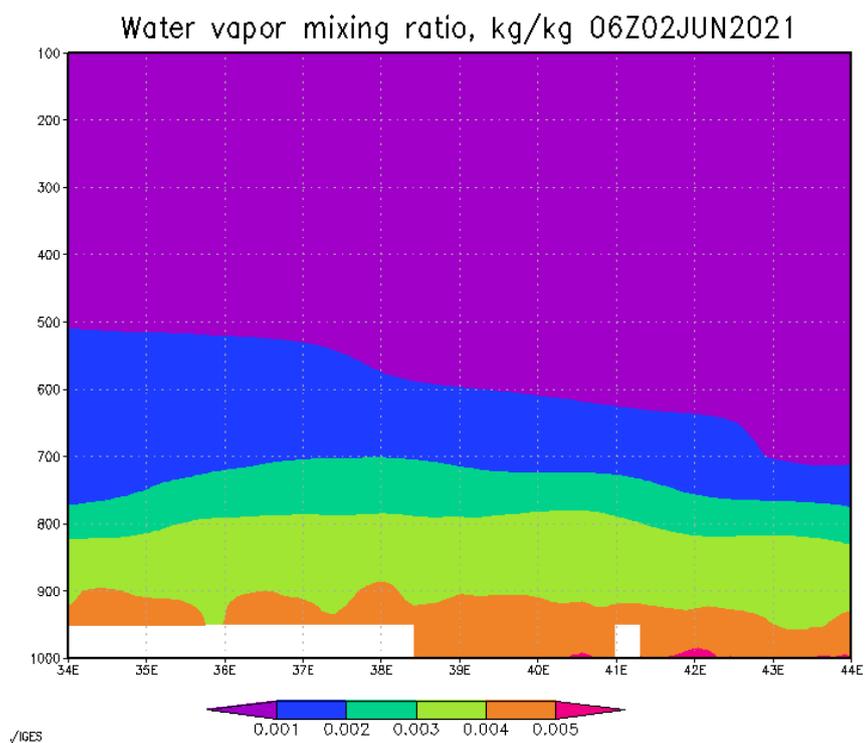


Рисунок 3.13- Влагосодержание для ясного дня (2 июня срок 06 ч.)

Следующий предиктор- индекс CIN, который представляет собой количество энергии, необходимой частице для преодоления задерживающего слоя. Результаты его прогноза показали, что в дни с грозой значения маленькие, значит, конвекция в атмосфере не будет подавляться (рисунок 3.14). Для ясных дней CIN оказался достаточным для её предотвращения.

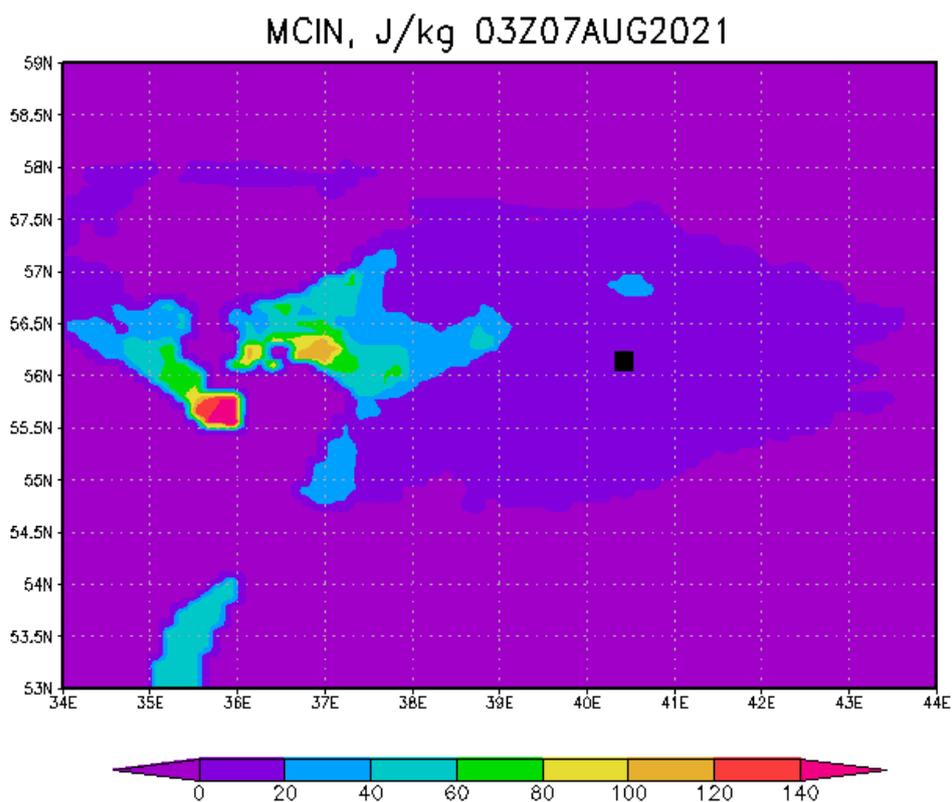


Рисунок 3.14- Индекс CIN для дня с грозой (7 августа срок 03 ч.)

Дополнительным критерием для прогноза развития грозовой деятельности или её отсутствия может выступать нижняя граница облачности. Для некоторых дней с грозой она была высокой (больше 1500 м). Например, 7 августа на срок 03 ч. значение ВНГО составляло 2100-2400 м (рисунок 3.15). Поэтому для этого дня невозможно прогнозировать грозу.

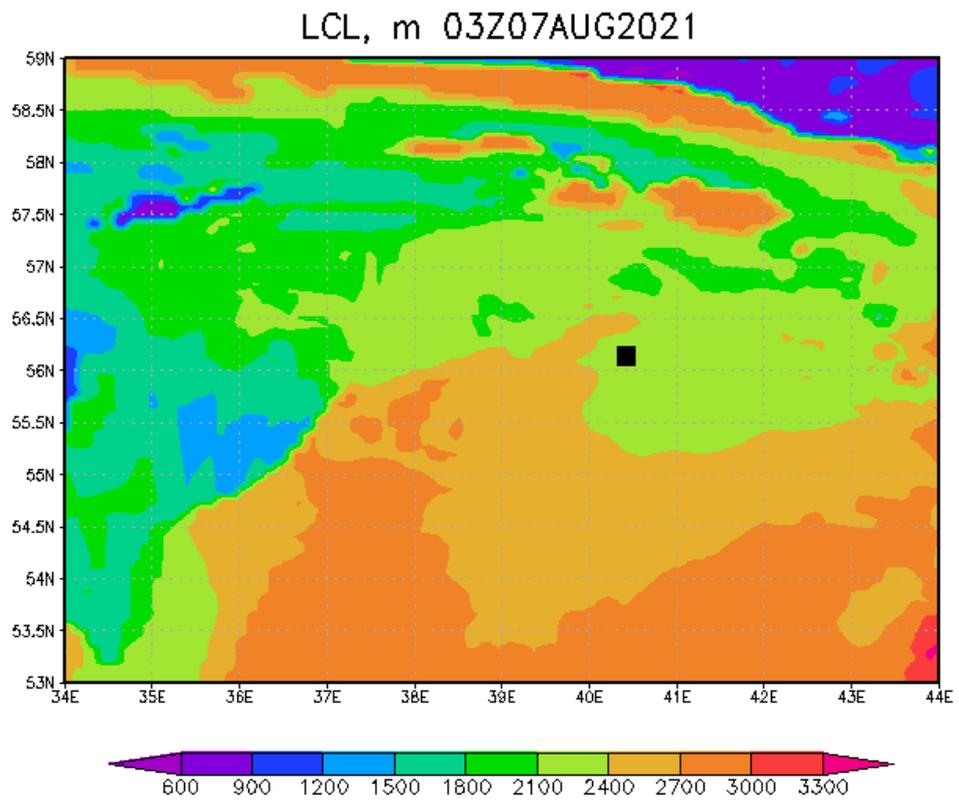


Рисунок 3.15- Нижняя граница облачности для дня с грозой (7 августа  
срок 03 ч.)

Исходя из всего вышеперечисленного, можно сделать вывод, что при комплексном рассмотрении критериев можно спрогнозировать грозу.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования были изучены классификация гроз и процессы, приводящие к их образованию, а также были рассмотрены методы их прогноза.

Особое внимание было уделено развитию грозовой деятельности в г.Владимир. Случаев с грозами на данной территории по данным грозопеленгаций за 2021 г. насчитывалось 38 случаев. Перед началом работы были собраны данные о грозах в исследуемом регионе по данным сайта <https://rp5.ru/>, затем создан банк данных, который содержит десять дней с грозами, десять- с ливнем, и десять- с ясной погодой.

После сбора данных была проведена практическая работа, которая заключалась в численных прогнозах метеорологических величин с использованием модели «Weather Research and Forecasting- Advanced Research WRF» (WRF-ARW).

На основе полученных величин были проанализированы метеорологические поля с целью выявления предпосылок для образования гроз в г.Владимир.

В качестве основных предикторов были использованы индексы неустойчивости: Vertical Totals (VT), Cross Totals (CT), Lifted index (LIFT), Showalter index (SHOW), K-index (KIND), Total Totals index (TOTL). Наилучшие результаты прогноза показали два индекса KIND и TOTL. Наихудшие результаты были у индексов LIFT и SHOW. По их значениям все 30 дней должно было наблюдаться отсутствие грозы или ливневого дождя.

Помимо вышеперечисленных индексов неустойчивости, в работе были спрогнозированы основные параметры, расчёт которых может также указывать на наличие или отсутствие грозовой деятельности. Среди них выступали:

значения влагосодержания атмосферы, энергия неустойчивости, положения изотерм -10 и -20 °С, высота нижней границы облака. Таким образом, выбранные параметры необходимо использовать совместно с индексами KIND и TOTL, так как не все предикторы указывали на наличие грозы, поэтому необходимо внимательно изучать данную территорию и синоптическую ситуацию, а также анализировать и проверять методы на выявление наилучшего для данной местности.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Баранов А.М. Авиационная метеорология. Учебное пособие. – М.: Транспорт, 1979. – 263 с.
2. Богаткин О. Г. Авиационные прогнозы погоды. – СПб.: изд. «БХВ-Петербург». – 2010. – 288 с.
3. Блохина В. И. Авиационные прогнозы погоды. Учебное пособие по дисциплине «Авиационные прогнозы». – СПб.: 2004. – 67 с.
4. Ершова Т. В. Пространственная неоднородность грозовой активности и гравитационные аномалии земли [Электронный ресурс] / Т. В. Ершова // Вестник ТГПУ (TSPU Bulletin). – 2015. - №11. – С. 169- 171. Режим доступа: [https://vestnik.tspu.edu.ru/files/vestnik/PDF/articles/ershova\\_t\\_v\\_169\\_173\\_11\\_164\\_2015.pdf?ysclid=l42f0fooqa](https://vestnik.tspu.edu.ru/files/vestnik/PDF/articles/ershova_t_v_169_173_11_164_2015.pdf?ysclid=l42f0fooqa)
5. Зверев А. С., Синоптическая метеорология. – Ленинград.; Гидрометеиздат, 2-е изд., 1977. – 712 с.
6. Кашлева Л.В. Атмосферное электричество. Учебное пособие. - СПб.: изд. РГГМУ, 2008. - 116 с.
7. Матвеев Л. Т. Основы общей метеорологии. Физика Атмосферы. – СПб.: Гидрометеиздат, 1965. – 876 с.
8. Назаренко А. В. Опасные явления погоды конвективного происхождения / А.В. Назаренко Учебно-методическое пособие для ВУЗов. Часть 3. – г. Воронеж. – 2008.- 62 с.
9. Позднякова В. А. Практическая авиационная метеорология. Учебное пособие для лётного и диспетчерского состава. – Екатеринбург, 2010. – 113 с.

10. Практикум по синоптической метеорологии. Руководство к лабораторным работам по синоптической метеорологии и атлас учебных синоптических материалов /Под ред. проф. В.И. Воробьева.- СПб.: изд. РГГМУ, 2006.- 303 с.
11. Индексы неустойчивости [Электронный ресурс]; Режим доступа: <https://flymeteo.org/stat/indexneust.php>
12. Расписание погоды rp5 [Электронный ресурс]; Режим доступа: <https://rp5.ru>
13. Приземные синоптические карты [Электронный ресурс]; Режим доступа: [https://www1.wetter3.de/archiv\\_ukmet\\_dt.html](https://www1.wetter3.de/archiv_ukmet_dt.html)

Фрагмент базы данных о днях с грозами, с ливнем и без осадков в г.Владимир.

10 дней с грозой.

6 июня

Дата / Местное время	T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	Cl	Nh
2021г. 6 июня, воскресенье	21	14.0	744.9	760.2	-0.2	84	Штиль, безветрие	Штиль		70 – 80 %	Облака в целом рассеиваются или становятся менее развитыми.	Гроза (грозы) с осадками или без них.	Ливень (ливни).			Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	40 %
	18	19.8	745.1	760.0	-0.4	69	Ветер, дующий с востока	Тихий ветер (1 м/с)		90 или более, но не 100 %	Гроза (с осадками или без них).	Гроза (грозы) с осадками или без них.	Ливень (ливни).	23.2		Кучево-дождевые льдые с кучевыми, слоисто-кучевыми или слоистыми, либо без них.	60 %
	15	18.0	745.5	760.6	-0.4	78	Штиль, безветрие	Штиль		90 или более, но не 100 %	Гроза слабая или умеренная без града, но с дождем и/или снегом в срок наблюдения.	Гроза (грозы) с осадками или без них.	Ливень (ливни).			Кучево-дождевые льдые с кучевыми, слоисто-кучевыми или слоистыми, либо без них.	60 %
	12	21.2	745.9	760.9	-0.7	57	Ветер, дующий с северо-востока	Легкий ветер (2 м/с)		70 – 80 %						Кучевые плоские или кучевые разорванные, или те и другие вместе, не относящиеся к облакам плохой погоды.	60 %
	09	19.6	746.6	761.6	-0.3	64	Ветер, дующий с востока	Тихий ветер (1 м/с)		70 – 80 %						Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	70 – 80 %
	06	11.7	746.9	762.4	-0.2	96	Ветер, дующий с востоко-северо-востока	Тихий ветер (1 м/с)		60 %	Дымка.	Облака покрывали более половины неба в течение одной части соответствующего периода и половину или менее в течение другой части периода.	Облака покрывали более половины неба в течение одной части соответствующего периода и половину или менее в течение другой части периода.	9.1		Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	60 %
	03	9.6	747.1	762.7	-0.5	95	Ветер, дующий с северо-северо-востока	Тихий ветер (1 м/с)		Облаков нет.	Дымка.	Облака покрывали половину неба или менее в течение всего соответствующего периода.	Облака покрывали половину неба или менее в течение всего соответствующего периода.				
	00	10.4	747.6	763.1	-0.1	91	Штиль, безветрие	Штиль		Облаков нет.							

8 ИЮНЯ

Дата / Местное время	T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	Cl	Nh
2021 г. 8 июня, вторник	21	14.9	743.8	758.9	0.5	91	Ветер, дующий с северо-северо-востока	Легкий ветер (2 м/с)		70 – 80 %	Дымка.	Гроза (грозы) с осадками или без них.	Ливень (ливни).			Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	20 – 30 %
	18	17.9	743.3	758.3	-0.9	82	Ветер, дующий с востоко-северо-востока	Легкий ветер (2 м/с)		70 – 80 %	Слабый дождь в срок наблюдения. Гроза в течение последнего часа, но не в срок наблюдения.	Гроза (грозы) с осадками или без них.	Ливень (ливни).	23.7		Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми льсыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	50 %
	15	18.8	744.2	759.1	0.7	76	Ветер, дующий с востоко-северо-востока	Легкий ветер (2 м/с)		90 или более, но не 100 %	Гроза слабая или умеренная без града, но с дождем и/или снегом в срок наблюдения.	Гроза (грозы) с осадками или без них.	Ливень (ливни).			Кучево-дождевые льсы с кучевыми, слоисто-кучевыми или слоистыми, либо без них.	60 %
	12	23.6	743.5	758.2	-0.2	58	Ветер, дующий с северо-северо-востока	Слабый ветер (4 м/с)		70 – 80 %						Кучево-дождевые льсы с кучевыми, слоисто-кучевыми или слоистыми, либо без них.	50 %
	09	19.8	743.7	758.6	0.0	81	Ветер, дующий с северо-северо-востока	Тихий ветер (1 м/с)		70 – 80 %						Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	60 %
	06	15.0	743.7	758.8	0.2	96	Ветер, дующий с северо-северо-востока	Тихий ветер (1 м/с)		70 – 80 %	Дымка.	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.	12.5		Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	20 – 30 %
	03	13.2	743.5	758.8	-0.5	96	Штиль, безветрие	Штиль		70 – 80 %	Дымка.	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	20 – 30 %
	00	13.2	744.0	759.3	-0.2	96	Ветер, дующий с северо-северо-востока	Тихий ветер (1 м/с)		70 – 80 %	Дымка.	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	40 %

12 июня

Дата / Местное время	T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	Cl	Nh
2021г. 12 июня, суббота	21	17.6	740.8	755.8	-0.3	84	Ветер, дующий с юго-востока	Тихий ветер (1 м/с)		70 – 80 %	Состояние неба в общем не изменилось	Гроза (грозы) с осадками или без них.	Ливень (ливни).			Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	40 %
	18	21.2	741.1	755.9	-0.8	68	Ветер, дующий с востока	Легкий ветер (2 м/с)		70 – 80 %	Гроза (с осадками или без них).	Гроза (грозы) с осадками или без них.	Ливень (ливни).	22.1		Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	40 %
	15	19.1	741.9	756.7	-0.9	83	Ветер, дующий с юга	Легкий ветер (2 м/с)		100 %	Ливневый(ые) дождь(и) слабый(ые) в срок наблюдения или за последний час.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые лысье с кучевыми, слоисто-кучевыми или слоистыми, либо без них.	70 – 80 %
	12	21.3	742.8	757.6	-0.4	65	Ветер, дующий с востока	Тихий ветер (1 м/с)		90 или более, но не 100 %						Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	60 %
	09	16.5	743.2	758.3	-0.3	75	Ветер, дующий с востока	Тихий ветер (1 м/с)		100 %						Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	60 %
	06	15.4	743.5	758.7	-0.3	70	Ветер, дующий с востока	Тихий ветер (1 м/с)		100 %				12.7		Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	60 %
	03	14.5	743.8	759.1	-0.5	73	Ветер, дующий с востоко-северо-востока	Тихий ветер (1 м/с)		70 – 80 %						Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	20 – 30 %
	00	16.5	744.3	759.4	-0.4	67	Ветер, дующий с востоко-северо-востока	Легкий ветер (2 м/с)		70 – 80 %						Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	40 %

28 июня

Дата / Местное время	T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	CI	Nh
2021г. 28 июня, понедельник	21	23.0	738.7	753.4	-0.3	70	Ветер, дующий с юга	Тихий ветер (1 м/с)		70 – 80 %						Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми лысыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	40 %
	18	25.2	739.0	753.6	-0.9	72	Ветер, дующий с юга	Легкий ветер (2 м/с)		70 – 80 %					31.6	Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми лысыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	40 %
	15	20.5	739.9	754.7	-0.5	95	Ветер, дующий с востока	Тихий ветер (1 м/с)	20 м/с	90 или более, но не 100 %	Гроза (с осадками или без них).	Гроза (прозра) с осадками или без них.	Ливень (ливни).			Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми лысыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	70 – 80 %
	12	30.9	740.4	754.6	0.4	48	Ветер, дующий с юга	Слабый ветер (5 м/с)	11 м/с	11 м/с	70 – 80 %					Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми лысыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	70 – 80 %
	09	27.8	740.0	754.5	-0.8	58	Ветер, дующий с юго-востока	Легкий ветер (2 м/с)			60 %					Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	20 – 30 %
	06	22.4	740.8	755.5	-1.6	76	Ветер, дующий с востока	Тихий ветер (1 м/с)			40 %				18.0	Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	Облаков нет.
	03	18.4	742.4	757.3	-1.0	87	Ветер, дующий с северо-востока	Тихий ветер (1 м/с)			70 – 80 %					Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	40 %

17 июля

Дата / Местное время		T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	Cl	Nh	
2021г. 17 июля, суббота	21	22.6	742.3	757.0	0.2	71	Ветер, дующий с северо-запада	Легкий ветер (2 м/с)			60 %	Облака в целом образовывались или развивались.	Гроза (грозы) с осадками или без них.	Облака покрывали более половины неба в течение одной части соответствующего периода и половину или менее в течение другой части периода.			Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	20 – 30 %	
	18	29.3	742.1	756.5	-0.2	43	Ветер, дующий с севера	Легкий ветер (2 м/с)			50 %	Облака в целом рассеиваются или становятся менее развитыми.	Гроза (грозы) с осадками или без них.	Облака покрывали более половины неба в течение одной части соответствующего периода и половину или менее в течение другой части периода.		32.8	Слоисто-кучевые, образовавшиеся из кучевых.	20 – 30 %	
	15	29.7	742.3	756.7	-0.5	42	Ветер, дующий с севера	Легкий ветер (3 м/с)		11 м/с	70 – 80 %	Гроза, но без осадков, в срок наблюдения.	Гроза (грозы) с осадками или без них.	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые лысье с кучевыми, слоисто-кучевыми или слоистыми, либо без них.	70 – 80 %	
	12	30.9	742.8	757.1	-0.3	35	Ветер, дующий с западо-северо-запада	Легкий ветер (2 м/с)			60 %							Кучевые средние или мощные или вместе с кучевыми разорванными, или с кучевыми плоскими, или со слоисто-кучевыми, либо без них, основания всех этих облаков расположены на одном уровне.	60 %
	09	28.4	743.1	757.6	0.2	50	Ветер, дующий с западо-северо-запада	Тихий ветер (1 м/с)				Облаков нет.							
	06	21.1	742.9	757.8	0.0	77	Штиль, безветрие	Штиль				Облаков нет.				17.3			
	03	18.3	742.9	757.9	0.0	85	Штиль, безветрие	Штиль				Облаков нет.							
	00	20.7	742.9	757.6	0.2	76	Ветер, дующий с северо-запада	Тихий ветер (1 м/с)				Облаков нет.							

23 июля

Дата / Местное время	T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	Cl	Nh
2021г. 23 июля, пятница	21	14.8	739.6	754.7	0.9	77	Ветер, дующий с запада	Легкий ветер (2 м/с)		70 – 80 %	Состояние неба в целом не изменилось.	Гроза (грозы) с осадками или без них.	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	50 %
	18	17.8	738.7	753.7	0.4	60	Ветер, дующий с западо-северо-запада	Легкий ветер (3 м/с)		70 – 80 %	Облака в целом рассеиваются или становятся менее развитыми.	Гроза (грозы) с осадками или без них.	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.	21.5		Слоисто-кучевые, образовавшиеся из кучевых.	20 – 30 %
	15	14.4	738.3	753.4	-0.6	93	Ветер, дующий с запада	Тихий ветер (1 м/с)	11 м/с	100 %	Гроза слабая или умеренная без града, но с дождем и/или снегом в срок наблюдения.	Гроза (грозы) с осадками или без них.	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые тучевые с кучевыми, слоисто-кучевыми или слоистыми, либо без них.	70 – 80 %
	12	18.6	738.9	753.8	-0.4	66	Ветер, дующий с запада	Слабый ветер (4 м/с)		90 или более, но не 100 %	Ливневый(ые) дождь(и) слабый(ые) в срок наблюдения или за последний час.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые тучевые с кучевыми, слоисто-кучевыми или слоистыми, либо без них.	60 %
	09	18.1	739.3	754.3	-0.9	59	Ветер, дующий с юго-запада	Слабый ветер (6 м/с)		100 %						Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	20 – 30 %
	06	12.6	740.2	755.6	-0.7	74	Ветер, дующий с юго-запада	Легкий ветер (3 м/с)		60 %				11.2		Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	Облаков нет.
	03	13.0	740.9	756.1	-0.5	66	Ветер, дующий с юго-запада	Легкий ветер (3 м/с)		40 %						Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	Облаков нет.
	00	12.5	741.4	756.7	-0.1	64	Ветер, дующий с запада	Легкий ветер (2 м/с)		20 – 30 %						Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	Облаков нет.

## 2 августа

Дата / Местное время	T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	Cl	Nh
2021г. 2 августа, понедельник	21	22.7	738.7	753.3	-0.9	69	Ветер, дующий с юго-востока	Тихий ветер (1 м/с)		60 %	Облака в целом рассеиваются или становятся менее развитыми.	Гроза (грозы) с осадками или без них.	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Слоисто-кучевые, образовавшиеся из кучевых.	60 %
	18	26.7	739.6	754.0	-1.5	47	Ветер, дующий с юго-юго-востока	Легкий ветер (2 м/с)		70 – 80 %	Гроза, но без осадков, в срок наблюдения.	Гроза (грозы) с осадками или без них.	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.		29.7	Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми лысыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	40 %
	15	27.9	741.1	755.5	-1.2	52	Ветер, дующий с юга	Легкий ветер (2 м/с)		70 – 80 %	Облака в целом рассеиваются или становятся менее развитыми.	Гроза (грозы) с осадками или без них.	Ливень (ливни).			Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	20 – 30 %
	12	22.7	742.3	757.0	-0.9	76	Ветер, дующий с юга	Легкий ветер (2 м/с)		90 или более, но не 100 %	Состояние неба в целом не изменилось.	Гроза (грозы) с осадками или без них.	Ливень (ливни).			Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	60 %
	09	18.6	743.2	758.1	0.3	93	Ветер, дующий с юга	Тихий ветер (1 м/с)		90 или более, но не 100 %	Гроза слабая или умеренная без града, но с дождем или/и снегом в срок наблюдения.	Гроза (грозы) с осадками или без них.	Ливень (ливни).			Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми лысыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	70 – 80 %
	06	17.8	742.9	757.9	0.3	89	Ветер, дующий с западо-юго-запада	Тихий ветер (1 м/с)		100 %	Ливневый(ые) дождь(и) слабый(ые) в срок наблюдения или за последний час.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.	16.3	Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми лысыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	70 – 80 %	
	03	18.1	742.6	757.6	-0.3	83	Штиль, безветрие	Штиль		90 или более, но не 100 %						Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	60 %
	00	20.3	742.9	757.7	0.5	69	Ветер, дующий с западо-юго-запада	Легкий ветер (2 м/с)		90 или более, но не 100 %						Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	70 – 80 %

7 августа

Дата / Местное время	T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	Cl	Nh
2021г. 7 августа, суббота	21	23.2	744.7	759.5	0.5	57	Ветер, дующий с юга	Тихий ветер (1 м/с)		90 или более, но не 100 %	Ливневый(ые) дождь(и) слабый(ые) в срок наблюдения или за последний час.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми льсыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	90 или более, но не 100 %
	18	25.5	744.2	758.8	0.3	64	Ветер, дующий с востока	Тихий ветер (1 м/с)		90 или более, но не 100 %					28.0	Кучево-дождевые льсы с кучевыми, слоисто-кучевыми или слоистыми, либо без них.	60 %.
	15	27.6	743.9	758.5	0.1	52	Ветер, дующий с востока	Тихий ветер (1 м/с)		70 – 80 %.						Кучевые средние или мощные или вместе с кучевыми разорванными, или с кучевыми плоскими, или со слоисто-кучевыми, либо без них, основания всех этих облаков расположены на одном уровне.	20 – 30 %.
	12	23.1	743.8	758.6	0.2	64	Ветер, дующий с юго-юго-востока	Легкий ветер (2 м/с)		90 или более, но не 100 %						Слоисто-кучевые, образовавшиеся из кучевых.	60 %.
	09	20.0	743.6	758.5	0.0	80	Ветер, дующий с востока	Тихий ветер (1 м/с)		90 или более, но не 100 %	Облака в целом рассеиваются или становятся менее развитыми.	Гроза (грозы) с осадками или без них.	Ливень (ливни).			Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми льсыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	70 – 80 %.
	06	16.6	743.6	758.6	-0.1	95	Ветер, дующий с востока	Тихий ветер (1 м/с)		100 %.	Гроза (с осадками или без них).	Гроза (грозы) с осадками или без них.	Ливень (ливни).		16.4	Кучево-дождевые льсы с кучевыми, слоисто-кучевыми или слоистыми, либо без них.	100 %.
	03	16.6	743.7	758.8	-0.7	94	Ветер, дующий с востока	Тихий ветер (1 м/с)		100 %.	Ливневый(ые) дождь(и) слабый(ые) в срок наблюдения или за последний час.	Гроза (грозы) с осадками или без них.	Ливень (ливни).			Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми льсыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	100 %.
	00	16.7	744.4	759.5	-0.1	93	Ветер, дующий с востоко-северо-востока	Тихий ветер (1 м/с)	11 м/с	100 %.	Ливневый(ые) дождь(и) слабый(ые) в срок наблюдения или за последний час.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми льсыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	100 %.

12 августа

Дата / Местное время	T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	Cl	Nh	
2021г. 12 августа, четверг	21	20.2	743.2	758.1	0.7	91	Ветер, дующий с юго-запада	Легкий ветер (2 м/с)		100 %	Ливневый(ые) дождь(и).	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми лысыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	60 %	
	18	22.6	742.5	757.2	-0.2	79	Ветер, дующий с юго-запада	Тихий ветер (1 м/с)		90 или более, но не 100 %					23.1	Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	40 %	
	15	20.6	742.7	757.5	-0.1	88	Штиль, безветрие	Штиль			100 %	Ливневый(ые) дождь(и).	Гроза (грозы) с осадками или без них.	Ливень (ливни).			Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми лысыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	60 %
	12	20.2	742.8	757.6	0.2	91	Ветер, дующий с юго-востока	Тихий ветер (1 м/с)			100 %	Гроза слабая или умеренная без града, но с дождем или снегом в срок наблюдения.	Гроза (грозы) с осадками или без них.	Ливень (ливни).			Кучево-дождевые лысые с кучевыми, слоисто-кучевыми или слоистыми, либо без них.	70 – 80 %
	09	20.8	742.6	757.5	-0.5	80	Ветер, дующий с востока	Тихий ветер (1 м/с)			100 %	Дымка.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми лысыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	60 %
	06	19.0	743.1	758.0	0.0	94	Ветер, дующий с северо-востока	Тихий ветер (1 м/с)			100 %	Дождь незамерзающий непрерывный слабый в срок наблюдения.	Ливень (ливни).	Дождь.	18.9	Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	60 %	

18 августа

Дата / Местное время	T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	Cl	Nh	
2021г. 18 августа, среда	21	20.4	743.8	758.7	0.8	78	Ветер, дующий с западо-юго-запада	Тихий ветер (1 м/с)	14 м/с	90 или более, но не 100 %	Состояние неба в общем не изменилось.	Гроза (грозы) с осадками или без них.	Ливень (ливни).			Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	60 %.	
	18	24.5	743.0	757.6	-0.2	62	Ветер, дующий с юга	Тихий ветер (1 м/с)	11 м/с	90 или более, но не 100 %	Состояние неба в общем не изменилось.	Гроза (грозы) с осадками или без них.	Ливень (ливни).	32.4		Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	40 %.	
	15	30.5	743.2	757.6	-1.1	32	Ветер, дующий с юга	Легкий ветер (2 м/с)			90 или более, но не 100 %					Кучево-дождевые лысые с кучевыми, слоисто-кучевыми или слоистыми, либо без них.	60 %.	
	12	30.4	744.3	758.7	-0.4	36	Ветер, дующий с юго-юго-востока	Легкий ветер (3 м/с)			Облаков нет.							
	09	25.5	744.7	759.4	-0.3	56	Ветер, дующий с юга	Легкий ветер (3 м/с)			20 – 30 %.						Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	20 – 30 %.
	06	19.3	745.0	760.0	-0.3	74	Ветер, дующий с юго-юго-востока	Легкий ветер (2 м/с)			20 – 30 %.				19.2		Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	20 – 30 %.
	03	20.9	745.3	760.2	-0.3	66	Ветер, дующий с юго-юго-востока	Легкий ветер (2 м/с)			Облаков нет.							
	00	22.2	745.6	760.5	0.0	63	Ветер, дующий с юга	Легкий ветер (2 м/с)			60 %.						Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	Облаков нет.

10 дней с ливнем.

10 июня

Дата / Местное время	T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	Cl	Nh
2021: 10 июня, четверг	21	14.7	745.1	760.3	0.1	78	Ветер, дующий с востоко-северо-востока Легкий ветер (2 м/с)			100 %	Облака в целом образовались или развились.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальней), либо с кучево-дождевыми льсыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	70 – 80 %
	18	14.5	745.0	760.3	-0.1	84	Ветер, дующий с востоко-северо-востока Легкий ветер (2 м/с)			90 или более, но не 100 %	Облака в целом развиваются или становятся менее развитыми.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.		17.7	Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальней), либо с кучево-дождевыми льсыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	70 – 80 %
	15	14.1	745.1	760.3	0.1	84	Ветер, дующий с востоко-северо-востока Легкий ветер (3 м/с)		10 м/с	100 %	Ливневый(ые) дождь(и) слабый(ые) в срок наблюдения или за последний час.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальней), либо с кучево-дождевыми льсыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	70 – 80 %
	12	16.1	745.0	760.2	0.5	71	Ветер, дующий с востоко-северо-востока Легкий ветер (2 м/с)			100 %						Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальней), либо с кучево-дождевыми льсыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	70 – 80 %
	09	13.5	744.5	759.8	0.2	78	Ветер, дующий с северо-востока Легкий ветер (3 м/с)			100 %	Облака в целом образовались или развились.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальней), либо с кучево-дождевыми льсыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	60 %
	06	12.0	744.3	759.7	0.2	87	Ветер, дующий с северо-востока Тихий ветер (1 м/с)			90 или более, но не 100 %	Дымка.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.		11.4	Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальней), либо с кучево-дождевыми льсыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	60 %
	03	11.5	744.1	759.5	-0.3	92	Ветер, дующий с северо-востока Тихий ветер (1 м/с)			90 или более, но не 100 %	Ливневый(ые) дождь(и) слабый(ые) в срок наблюдения или за последний час.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальней), либо с кучево-дождевыми льсыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	70 – 80 %
	00	13.4	744.4	759.7	-0.1	81	Ветер, дующий с северо-востока Легкий ветер (2 м/с)			60 %						Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	20 – 30 %

# 11 ИЮНЯ

Дата / Местное время	T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	Cl	Nh
2021г. 11 июня, пятница	21	17.7	744.7	759.7	-0.2	69	Ветер, дующий с востока	Тихий ветер (1 м/с)		70 – 80 %						Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	40 %
	18	18.5	744.9	759.9	-0.3	66	Ветер, дующий с восточно-северо-востока	Легкий ветер (2 м/с)		90 или более, но не 100 %					19.3	Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	40 %
	15	17.7	745.2	760.3	-0.1	76	Ветер, дующий с восточно-северо-востока	Легкий ветер (2 м/с)		100 %	Состояние неба в общем не изменилось.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	70 – 80 %
	12	17.2	745.3	760.3	0.6	83	Ветер, дующий с восточно-северо-востока	Легкий ветер (2 м/с)		100 %	Ливневый(ые) дождь(и) слабый(ие) в срок наблюдения или за последний час.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые ливые с кучевыми, слоисто-кучевыми или слоистыми, либо без них.	70 – 80 %
	09	17.1	744.7	759.7	0.0	78	Ветер, дующий с восточно-северо-востока	Легкий ветер (2 м/с)		100 %	Состояние неба в общем не изменилось.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	70 – 80 %
	06	12.7	744.7	760.1	0.0	90	Ветер, дующий с восточно-северо-востока	Тихий ветер (1 м/с)		100 %	Дымка.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.	12.6		Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми льсыми, кучевыми, слоистыми, разорвано-дождевыми, либо без них.	70 – 80 %
	03	12.8	744.7	760.0	-0.3	88	Ветер, дующий с восточно-северо-востока	Легкий ветер (2 м/с)		100 %						Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми льсыми, кучевыми, слоистыми, разорвано-дождевыми, либо без них.	70 – 80 %

## 22 июля

Дата / Местное время	T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	Cl	Nh
2021г. 22 июля, четверг	21	13.1	741.5	756.8	0.3	65	Ветер, дующий с западо-северо-запада	Тихий ветер (1 м/с)		20 – 30 %						Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	Облаков нет.
	18	20.1	741.2	756.1	-0.1	39	Ветер, дующий с северо-северо-запада	Слабый ветер (4 м/с)	10 м/с	60 %					22.6	Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	40 %
	15	21.7	741.3	756.1	0.1	31	Ветер, дующий с северо-запада	Слабый ветер (4 м/с)		70 – 80 %						Слоисто-кучевые, образовавшиеся из кучевых.	60 %
	12	21.8	741.2	756.0	0.2	40	Ветер, дующий с севера	Слабый ветер (4 м/с)	11 м/с	60 %						Кучевые средние или мощные или вместе с кучевыми разорванными, или с кучевыми плоскими, или со слоисто-кучевыми, либо без них; основания всех этих облаков расположены на одном уровне.	60 %
	09	18.7	741.0	756.0	0.6	65	Ветер, дующий с севера	Слабый ветер (4 м/с)		20 – 30 %						Слоистые туманообразные или слоистые разорванные, либо те и другие, но не относящиеся к облакам плохой погоды.	20 – 30 %
	06	14.0	740.4	755.5	0.5	92	Ветер, дующий с северо-северо-запада	Легкий ветер (3 м/с)		50 %	Дымка.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.	12.6	Слоисто-кучевые, образовавшиеся из кучевых.	50 %	
	03	13.8	739.9	755.0	-0.2	92	Ветер, дующий с северо-северо-запада	Легкий ветер (2 м/с)		70 – 80 %	Ливневый(ые) дожде(и) слабый(ые) в срок наблюдения или за последний час.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.		Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми лысыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	60 %	
	00	13.1	740.1	755.3	0.4	81	Ветер, дующий с северо-северо-запада	Легкий ветер (2 м/с)		70 – 80 %						Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	20 – 30 %

29 июля

Дата / Местное время	T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	f10	f3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	Cl	Nh	
2021г. 29 июля, четверг	21	18.1	739.3	754.2	0.2	88	Ветер, дующий с юго-запада	Тихий ветер (1 м/с)		60 %						Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	60 %	
	18	22.0	739.1	753.8	-0.5	71	Ветер, дующий с северо-запада	Тихий ветер (1 м/с)		90 или более, но не 100 %					22.3	Слоисто-кучевые, образовавшиеся из кучевых.	50 %	
	15	19.8	739.6	754.5	0.0	82	Ветер, дующий с запада	Легкий ветер (3 м/с)		100 %	Состояние неба в общем не изменилось.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые лысые с кучевыми, слоисто-кучевыми или слоистыми, либо без них.	70 – 80 %	
	12	18.7	739.6	754.5	-0.1	85	Ветер, дующий с юго-запада	Тихий ветер (1 м/с)		100 %	Состояние неба в общем не изменилось.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые лысые с кучевыми, слоисто-кучевыми или слоистыми, либо без них.	60 %	
	09	17.3	739.7	754.6		91	Ветер, дующий с юга	Тихий ветер (1 м/с)		100 %	Ливневый(ые) дождь(и) слабый(ые) в срок наблюдения или за последний час.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые лысые с кучевыми, слоисто-кучевыми или слоистыми, либо без них.	70 – 80 %	
	06	17.1				83	Ветер, дующий с юго-востока	Легкий ветер (2 м/с)		90 или более, но не 100 %					16.9			
	03	17.4	741.7	756.7	-1.8	81	Ветер, дующий с юго-востока	Тихий ветер (1 м/с)		90 или более, но не 100 %	Ливневый(ые) дождь(и).	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми лысыми, кучевыми, слоистыми, разорвано-дождевыми, либо без них.	60 %	

6 августа

Дата / Местное время	T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	Cl	Nh
2021г. 6 августа, пятница	21	17.2	744.5	759.6	-0.1	92	Ветер, дующий с северо-востока	Легкий ветер (2 м/с)		100 %	Ливневый(ые) дождь(и) слабый(ые) в срок наблюдения или за последний час.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми льсыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	70 – 80 %
	18	18.5	744.6	759.6	-0.1	91	Ветер, дующий с востока	Тихий ветер (1 м/с)		100 %	Ливневый(ые) дождь(и).	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.	21.1		Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми льсыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	70 – 80 %
	15	19.7	744.7	759.6	-0.1	86	Ветер, дующий с востока	Тихий ветер (1 м/с)		100 %	Ливневый(ые) дождь(и) слабый(ые) в срок наблюдения или за последний час.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми льсыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	70 – 80 %
	12	18.9	744.8	759.8	0.1	81	Ветер, дующий с юга	Тихий ветер (1 м/с)		100 %	Ливневый(ые) дождь(и) слабый(ые) в срок наблюдения или за последний час.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми льсыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	70 – 80 %
	09	18.1	744.7	759.7	0.1	77	Ветер, дующий с юга	Тихий ветер (1 м/с)		100 %						Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	50 %
	06	17.0	744.6	759.7	-0.4	76	Ветер, дующий с юго-юго-востока	Легкий ветер (2 м/с)		100 %				15.4		Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми льсыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	70 – 80 %
	03	16.5	745.0	760.1	-0.9	78	Ветер, дующий с востоко-юго-востока	Тихий ветер (1 м/с)		100 %	Состояние неба в общем не изменилось.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми льсыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	70 – 80 %
	00	16.2	745.9	761.0	-0.6	80	Штиль, безветрие	Штиль		100 %	Состояние неба в общем не изменилось.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми льсыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	70 – 80 %

8 августа

Дата / Местное время	T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	Cl	Nh
2021г. 8 августа, воскресенье	21	20.2	748.8	762.4	0.2	87	Штиль, безветрие	Штиль		20 – 30 %	Дымка.	Облака покрывали более половины неба в течение одной части соответствующего периода и половину или менее в течение другой части периода.	Облака покрывали более половины неба в течение одной части соответствующего периода и половину или менее в течение другой части периода.		24.6	Слоисто- кучевых, слоистых, кучевых или кучево- дождевых облаков нет.	Облаков нет.
	18	23.3	748.6	762.1	0.4	70	Ветер, дующий с востоко- юго- востока	Тихий ветер (1 м/с)		90 или более, но не 100 %						Слоисто- кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	20 – 30 %
	15	23.2	748.2	761.7	0.2	70	Штиль, безветрие	Штиль		100 %	Состояние неба в общем не изменилось.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Слоисто- кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	100 %
	12	21.3	748.0	761.5	1.3	84	Ветер, дующий с запада	Тихий ветер (1 м/с)		100 %	Ливневый(ые) дождь(и) слабый(ые) в срок наблюдения или за последний час.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево- дождевые волнистые (часто с наковальной), либо с кучево- дождевыми лысьими, кучевыми, слоистыми, разорванно- дождевыми, либо без них.	100 %
	09	20.8	746.7	760.1	0.3	82	Ветер, дующий с юга	Тихий ветер (1 м/с)		100 %	Дымка.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.		18.5	Слоисто- кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	100 %
	06	18.9	746.4	760.0	1.2	89	Ветер, дующий с юга	Тихий ветер (1 м/с)		100 %	Ливневый(ые) дождь(и) слабый(ые) в срок наблюдения или за последний час.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.		18.5	Кучево- дождевые волнистые (часто с наковальной), либо с кучево- дождевыми лысьими, кучевыми, слоистыми, разорванно- дождевыми, либо без них.	100 %
	03	19.0	745.2	758.8	0.3	91	Ветер, дующий с востоко- юго- востока	Тихий ветер (1 м/с)		40 %	Дымка.	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Слоисто- кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	40 %

# 11 августа

Дата / Местное время	T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	Cl	Nh
2021г. 11 августа, среда	21	19.4	745.5	760.5	-0.2	93	Ветер, дующий с северо-востока	Тихий ветер (1 м/с)		100 %	Ливневый(ые) дождь(и).	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми льстыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	70 – 80 %.
	18	19.9	745.7	760.6	-1.5	87	Ветер, дующий с северо-востока	Легкий ветер (2 м/с)		100 %				22.7		Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	60 %.
	15	20.4	747.2	762.1	-0.5	89	Ветер, дующий с северо-востока	Легкий ветер (2 м/с)		100 %	Дождь (незамерзающий) неливневый.	Ливень (ливни).	Дождь со снегом или другими видами твердых осадков			Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	70 – 80 %.
	12	20.4	747.7	762.6	-0.3	87	Ветер, дующий с северо-запада	Легкий ветер (2 м/с)		100 %	Ливневый(ые) дождь(и) слабый(ые) в срок наблюдения или за последний час.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми льстыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	60 %.
	09	21.4	748.0	762.9	1.1	76	Ветер, дующий с запада	Легкий ветер (3 м/с)		100 %						Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми льстыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	50 %.
	06	21.2	746.9	761.8	-0.5	71	Ветер, дующий с юго-востока	Тихий ветер (1 м/с)		100 %					19.3		Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.

21 августа

Дата / Местное время		T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	CI	Nh
2021г. 21 августа, суббота	21	19.4	742.6	757.5	-0.3	82	Ветер, дующий с севера	Легкий ветер (2 м/с)			90 или более, но не 100 %						Слоисто-кучевые, образовавшиеся из кучевых.	40 %.
	18	23.8	742.9	757.6	-0.2	63	Ветер, дующий с северо-запада	Тихий ветер (1 м/с)			90 или более, но не 100 %					25.4	Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучво-дождевых облаков нет.	Облаков нет.
	15	23.7	743.1	757.8	0.0	63	Ветер, дующий с запада	Легкий ветер (2 м/с)			100 %.	Облака в целом образовывались или развивались.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Слоисто-кучевые, образовавшиеся из кучевых.	40 %.
	12	23.1	743.1	757.8	0.3	63	Ветер, дующий с юго-юго-запада	Тихий ветер (1 м/с)			90 или более, но не 100 %	Состояние неба в общем не изменилось.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Слоисто-кучевые, образовавшиеся из кучевых.	40 %.
	09	19.1	742.8	757.7	0.0	79	Ветер, дующий с северо-северо-востока	Тихий ветер (1 м/с)			90 или более, но не 100 %	Ливневый(ые) дождь(и) слабый(ые) в срок наблюдения или за последний час.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучво-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучво-дождевыми лысыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	60 %.
	06	18.4	742.8	757.8	-1.3	71	Ветер, дующий с северо-востока	Легкий ветер (3 м/с)			70 – 80 %.					17.7	Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	20 – 30 %.
	03	18.4	744.1	759.1	-0.1	74	Ветер, дующий с северо-северо-востока	Легкий ветер (2 м/с)			70 – 80 %.						Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	60 %.
	00	19.3	744.2	759.2	-0.3	68	Ветер, дующий с северо-северо-востока	Слабый ветер (4 м/с)			70 – 80 %.						Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	60 %.

26 августа

Дата / Местное время	T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	Cl	Nh
21.08.2021г. Время в данном столбце не учитывается Учитывается летнее/зимнее время	15.3	749.4	764.6	0.7	91	Ветер, дующий с востоко-юго-востока	Тихий ветер (1 м/с)			100 %	Ливневый(ые) дождь(и) слабый(ые) в срок наблюдения или за последний час.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми льсьями, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	100 %
18	15.9	748.7	763.9	0.3	89	Ветер, дующий с востока	Тихий ветер (1 м/с)			100 %	Дымка.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.		16.1	Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми льсьями, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	70 – 80 %
15	15.6	748.4	763.7	0.4	89	Ветер, дующий с востоко-юго-востока	Тихий ветер (1 м/с)			100 %	Дымка.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми льсьями, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	70 – 80 %
12	13.0	748.0	763.3	0.9	92	Ветер, дующий с востоко-юго-востока	Тихий ветер (1 м/с)			100 %	Ливневый(ые) дождь(и) слабый(ые) в срок наблюдения или за последний час.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми льсьями, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	70 – 80 %
09	11.6	747.1	762.6	-0.3	90	Ветер, дующий с востока	Легкий ветер (2 м/с)			100 %	Ливневый(ые) дождь(и) слабый(ые) в срок наблюдения или за последний час.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми льсьями, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	70 – 80 %
06	11.5	747.4	762.9	0.0	79	Ветер, дующий с востока	Тихий ветер (1 м/с)			100 %	Ливневый(ые) дождь(и) слабый(ые) в срок наблюдения или за последний час.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.	9.9		Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми льсьями, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	70 – 80 %

2021г.  
26 августа,  
четверг

27 августа

Дата / Местное время	T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	Cl	Nh
2021г. 27 августа, пятница	21	16.7	751.9	767.2	0.4	72	Ветер, дующий с востоко-северо-востока	Легкий ветер (2 м/с)		70 – 80 %						Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	40 %
	18	18.0	751.5	766.6	-0.1	67	Ветер, дующий с востоко-северо-востока	Легкий ветер (2 м/с)		70 – 80 %					19.0	Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	40 %
	15	18.5	751.6	766.8	-0.5	70	Ветер, дующий с востоко-северо-востока	Легкий ветер (2 м/с)		90 или более, но не 100 %	Облака в целом рассеиваются или становятся менее развитыми.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	60 %
	12	15.5	752.1	767.4	0.3	78	Ветер, дующий с востоко-северо-востока	Легкий ветер (2 м/с)		100 %	Состояние неба в общем не изменилось.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	20 – 30 %
	09	13.1	751.8	767.2	0.8	84	Ветер, дующий с востоко-северо-востока	Тихий ветер (1 м/с)		100 %	Ливневый(ые) дождь(и) слабый(ые) в срок наблюдения или за последний час.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.	12.8		Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми лысыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	60 %
	06	12.9	751.0	766.4	0.6	88	Ветер, дующий с востоко-северо-востока	Тихий ветер (1 м/с)		100 %	Ливневый(ые) дождь(и).	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.	12.9		Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми лысыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	70 – 80 %
	03	13.4	750.4	765.7	0.6	90	Ветер, дующий с востока	Тихий ветер (1 м/с)		100 %	Дымка.	Ливень (ливни).	Облака покрывали более половины неба в течение всего соответствующего периода.			Кучево-дождевые волокнистые (часто с наковальной), либо с кучево-дождевыми лысыми, кучевыми, слоистыми, разорванно-дождевыми, либо без них.	100 %

10 дней без осадков и без облачности.

2 июня

Дата / Местное время	T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	CI	Nh	
2021г. 2 июня, среда	21	10.8	751.9	767.5	0.4	58	Ветер, дующий с северо-северо-востока	Легкий ветер (3 м/с)		Облаков нет.								
	18	18.7	751.5	766.6	0.0	36	Ветер, дующий с северо-востока	Легкий ветер (3 м/с)		40 %.					19.9	Кучевые плоские или кучевые разорванные, или те и другие вместе, не относящиеся к облакам плохой погоды.	40 %.	
	15	17.9	751.5	766.7	-0.1	41	Ветер, дующий с северо-северо-востока	Слабый ветер (4 м/с)		70 – 80 %.						Кучевые плоские или кучевые разорванные, или те и другие вместе, не относящиеся к облакам плохой погоды.	70 – 80 %.	
	12	18.1	751.6	766.7	-0.3	36	Ветер, дующий с северо-северо-востока	Слабый ветер (4 м/с)		70 – 80 %.						Кучевые плоские или кучевые разорванные, или те и другие вместе, не относящиеся к облакам плохой погоды.	70 – 80 %.	
	09	16.6	751.9	767.2	0.7	42	Ветер, дующий с северо-востока	Легкий ветер (3 м/с)		Облаков нет.								
	06	8.9	751.2	766.9	0.3	67	Ветер, дующий с северо-северо-востока	Легкий ветер (3 м/с)		Облаков нет.					5.0			
	03	6.0	750.9	766.8	0.5	77	Ветер, дующий с севера	Легкий ветер (2 м/с)		Облаков нет.								
	00	7.5	750.4	766.1	0.6	67	Ветер, дующий с севера	Легкий ветер (2 м/с)		Облаков нет.								

### 3 ИЮНЯ

Дата / Местное время		T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	CI	Nh	
2021г. 3 июня, четверг	21	11.8	752.5	768.1	0.6	69	Ветер, дующий с северо-востока	Тихий ветер (1 м/с)		10 м/с	20 – 30 %						Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	20 – 30 %	
	18	18.7	751.9	767.2	-0.2	40	Ветер, дующий с северо-востока	Слабый ветер (5 м/с)	10 м/с	11 м/с	50 %					20.2	Кучевые плоские или кучевые разорванные, или те и другие вместе, не относящиеся к облакам плохой погоды.	50 %	
	15	20.2	752.1	767.2	-0.8	37	Ветер, дующий с северо-востока	Легкий ветер (3 м/с)		14 м/с	40 %						Кучевые плоские или кучевые разорванные, или те и другие вместе, не относящиеся к облакам плохой погоды.	40 %	
	12	18.1	752.9	768.1	-0.1	30	Ветер, дующий с северо-востока	Слабый ветер (5 м/с)	11 м/с	12 м/с	Облаков нет.								
	09	15.7	753.0	768.3	0.1	40	Ветер, дующий с северо-северо-востока	Слабый ветер (4 м/с)			Облаков нет.								
	06	8.7	752.9	768.7	0.3	68	Ветер, дующий с северо-северо-востока	Легкий ветер (3 м/с)			Облаков нет.				4.8				
	03	5.8	752.6	768.5	0.4	78	Ветер, дующий с севера	Легкий ветер (2 м/с)			Облаков нет.								
	00	7.9	752.2	768.1	0.3	69	Ветер, дующий с северо-северо-востока	Легкий ветер (3 м/с)			Облаков нет.								

4 июня

Дата / Местное время		T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	CI	Nh
2021г. 4 июня, пятница	21	14.2	751.5	766.9	-0.1	60	Ветер, дующий с северо-северо-востока	Тихий ветер (1 м/с)			70 – 80 %.						Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	40 %.
	18	20.7	751.6	766.6	-0.5	31	Ветер, дующий с востоко-северо-востока	Легкий ветер (3 м/с)		11 м/с	70 – 80 %.				22.6	Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	40 %.	
	15	21.8	752.1	767.1	-0.6	29	Ветер, дующий с востоко-северо-востока	Слабый ветер (4 м/с)	11 м/с	12 м/с	Облаков нет.							
	12	20.1	752.7	767.8	-1.0	34	Ветер, дующий с северо-востока	Слабый ветер (5 м/с)		11 м/с	Облаков нет.							
	09	17.3	753.7	768.9	0.0	48	Ветер, дующий с северо-востока	Легкий ветер (3 м/с)			Облаков нет.							
	06	11.8	753.7	769.3	0.3	63	Ветер, дующий с востоко-северо-востока	Легкий ветер (3 м/с)			Облаков нет.				5.6			
	03	5.9	753.4	769.3	0.6	85	Ветер, дующий с северо-востока	Тихий ветер (1 м/с)			Облаков нет.							
	00	8.3	752.8	768.5	0.3	84	Ветер, дующий с северо-востока	Тихий ветер (1 м/с)			Облаков нет.							

19 июня

Дата / Местное время		T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	Cl	Nh	
2021г. 19 июня, суббота	21	21.3	751.9	766.9	-0.3	59	Ветер, дующий с юго-юго-запада	Тихий ветер (1 м/с)			Облаков нет.								
	18	27.2	752.2	766.9	-0.9	35	Ветер, дующий с западо-юго-запада	Легкий ветер (3 м/с)			Облаков нет.					27.9			
	15	26.2	753.1	768.9	-0.9	42	Ветер, дующий с запада	Легкий ветер (3 м/с)		10 м/с	Облаков нет.								
	12	26.2	754.0	768.9	-0.5	42	Ветер, дующий с западо-юго-запада	Слабый ветер (4 м/с)			Облаков нет.								
	09	23.2	754.5	769.5	-0.1	52	Ветер, дующий с западо-юго-запада	Слабый ветер (4 м/с)			Облаков нет.								
	06	17.3	754.6	769.9	0.3	70	Ветер, дующий с западо-юго-запада	Легкий ветер (3 м/с)				40 %.				14.7		Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	Облаков нет.
	03	16.6	754.3	769.6	0.2	68	Ветер, дующий с западо-юго-запада	Легкий ветер (3 м/с)				40 %.						Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	Облаков нет.
	00	17.0	754.1	769.4	0.4	68	Ветер, дующий с юго-запада	Легкий ветер (2 м/с)				40 %.						Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	Облаков нет.

20 июня

Дата / Местное время		T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	Cl	Nh
2021г. 20 июня, воскресенье	21	21.4	750.1	765.1	-0.4	71	Ветер, дующий с юго-юго-запада	Тихий ветер (1 м/с)			Облаков нет.							
	18	29.3	750.5	765.1	-0.6	36	Ветер, дующий с западо-юго-запада	Легкий ветер (3 м/с)			Облаков нет.					30.1		
	15	29.8	751.1	765.7	-1.0	34	Ветер, дующий с западо-юго-запада	Легкий ветер (2 м/с)			Облаков нет.							
	12	28.5	752.1	766.7	-0.1	38	Ветер, дующий с юго-запада	Легкий ветер (2 м/с)			Облаков нет.							
	09	26.0	752.2	767.0	-0.3	50	Ветер, дующий с западо-юго-запада	Тихий ветер (1 м/с)			Облаков нет.							
	06	18.5	752.5	767.7	0.3	74	Ветер, дующий с юго-юго-запада	Тихий ветер (1 м/с)			Облаков нет.				16.3			
	03	16.4	752.2	767.5	0.0	77	Ветер, дующий с юго-запада	Легкий ветер (2 м/с)			Облаков нет.							
	00	18.2	752.2	767.3	0.3	70	Ветер, дующий с западо-юго-запада	Легкий ветер (2 м/с)			Облаков нет.							

23 июня

Дата / Местное время	T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	Cl	Nh
2021г. 23 июня, среда	21	23.4	750.4	765.3	0.0	69	Ветер, дующий с юга	Тихий ветер (1 м/с)			Облаков нет.						
	18	32.2	750.4	764.8	-0.4	35	Ветер, дующий с западо-северо-запада	Тихий ветер (1 м/с)			Облаков нет.				34.3		
	15	33.7	750.8	765.2	-0.5	30	Ветер, дующий с севера	Легкий ветер (2 м/с)			Облаков нет.						
	12	32.9	751.3	765.7	0.1	31	Ветер, дующий с севера	Легкий ветер (2 м/с)			Облаков нет.						
	09	30.1	751.2	765.7	0.0	43	Ветер, дующий с западо-северо-запада	Тихий ветер (1 м/с)			Облаков нет.						
	06	21.9	751.2	766.1	0.3	80	Штиль, безветрие	Штиль			Облаков нет.			17.5			
	03	17.9	750.9	766.0	0.3	84	Ветер, дующий с юго-юго-запада	Тихий ветер (1 м/с)			Облаков нет.						
	00	19.8	750.6	765.7	0.2	78	Ветер, дующий с юго-юго-запада	Тихий ветер (1 м/с)			20 – 30 %.						Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.

6 июля

Дата / Местное время		T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	Cl	Nh	
2021г. 6 июля, вторник	21	19.0	749.4	764.5	0.6	54	Штиль, безветрие	Штиль			Облаков нет.								
	18	27.0	748.8	763.5	0.0	29	Ветер, дующий с востоко- северо- востока	Легкий ветер (2 м/с)			Облаков нет.					27.5			
	15	27.2	748.8	763.5	-0.7	28	Ветер, дующий с северо- северо- востока	Легкий ветер (2 м/с)			Облаков нет.								
	12	25.3	749.5	764.2	0.0	32	Ветер, дующий с востоко- северо- востока	Легкий ветер (2 м/с)			Облаков нет.								
	09	23.2	749.5	764.3	0.3	45	Ветер, дующий с востоко- северо- востока	Легкий ветер (2 м/с)			Облаков нет.								
	06	14.4	749.2	764.5	0.9	84	Ветер, дующий с северо- северо- востока	Тихий ветер (1 м/с)			Облаков нет.				11.4				
	03	11.6	748.3	763.9	0.6	90	Штиль, безветрие	Штиль			Облаков нет.								
	00	13.6	747.7	763.1	0.3	81	Штиль, безветрие	Штиль			Облаков нет.								

8 ИЮЛЯ

Дата / Местное время		T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	CI	Nh	
2021г. 8 июля, четверг	21	21.3	752.5	767.5	0.1	61	Ветер, дующий с западо-северо-запада	Легкий ветер (2 м/с)			60 %.						Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	20 – 30 %.	
	18	29.4	752.4	767.0	-0.9	29	Ветер, дующий с северо-запада	Легкий ветер (2 м/с)			10 % или менее, но не 0					30.6	Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	Облаков нет.	
	15	30.4	753.3	767.9	-1.0	26	Ветер, дующий с западо-северо-запада	Легкий ветер (2 м/с)			Облаков нет.								
	12	28.9	754.3	769.0	-0.2	27	Ветер, дующий с западо-северо-запада	Легкий ветер (3 м/с)			20 – 30 %.							Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	Облаков нет.
	09	26.8	754.5	769.3	0.1	40	Ветер, дующий с западо-юго-запада	Тихий ветер (1 м/с)			20 – 30 %.							Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	Облаков нет.
	06	16.9	754.4	769.7	0.5	78	Штиль, безветрие	Штиль			Облаков нет.					12.1			
	03	13.3	753.9	769.3	0.6	80	Ветер, дующий с юго-юго-запада	Тихий ветер (1 м/с)			Облаков нет.								
	00	14.9	753.3	768.7	0.5	71	Ветер, дующий с юго-юго-запада	Тихий ветер (1 м/с)			Облаков нет.								

12 июля

Дата / Местное время		T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	Cl	Nh	
2021г. 12 июля, понедельник	21	21.3	749.2	764.2	0.0	58	Ветер, дующий с юго-юго-запада	Тихий ветер (1 м/с)			20 – 30 %.						Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	Облаков нет.	
	18	29.8	749.2	763.7	-0.7	26	Ветер, дующий с северо-северо-запада	Тихий ветер (1 м/с)			Облаков нет.					30.7			
	15	29.9	749.9	764.5	-0.5	26	Ветер, дующий с северо-северо-востока	Легкий ветер (3 м/с)			Облаков нет.								
	12	29.1	750.4	765.1	-0.3	29	Ветер, дующий с востоко-юго-востока	Легкий ветер (2 м/с)			20 – 30 %.							Кучевые плоские или кучевые разорванные, или те и другие вместе, не относящиеся к облакам плохой погоды.	20 – 30 %.
	09	25.5	750.7	765.4	0.2	44	Ветер, дующий с юго-юго-востока	Тихий ветер (1 м/с)			Облаков нет.								
	06	17.1	750.5	765.7	0.7	78	Ветер, дующий с северо-северо-востока	Тихий ветер (1 м/с)			Облаков нет.				13.8				
	03	14.7	749.8	765.1	0.5	85	Ветер, дующий с северо-северо-востока	Тихий ветер (1 м/с)			Облаков нет.								
	00	16.2	749.3	764.5	0.7	81	Штиль, безветрие	Штиль			Облаков нет.								

18 июля

Дата / Местное время	T	Po	P	Pa	U	DD	Ff	ff10	ff3	N	WW	W1	W2	Tn	Tx	Cl	Nh	
2021г. 18 июля, воскресенье	21	21.6	740.7	755.5	-0.1	59	Ветер, дующий с юго-юго-запада	Тихий ветер (1 м/с)		90 или более, но не 100 %						Слоисто-кучевые, образовавшиеся не из кучевых.	60 %	
	18	29.1	740.8	755.2	-0.6	29	Ветер, дующий с севера	Тихий ветер (1 м/с)		Облаков нет.					30.8			
	15	30.3	741.4	755.8	-0.9	23	Ветер, дующий с севера	Легкий ветер (2 м/с)		Облаков нет.								
	12	29.3	742.3	756.7	0.0	25	Ветер, дующий с западо-северо-запада	Легкий ветер (3 м/с)		Облаков нет.								
	09	26.7	742.3	756.9	0.1	38	Ветер, дующий с севера	Легкий ветер (3 м/с)		Облаков нет.								
	06	19.3	742.2	757.1	0.1	67	Ветер, дующий с севера	Тихий ветер (1 м/с)		Облаков нет.				16.3				
	03	17.8	742.1	757.1	-0.1	73	Ветер, дующий с северо-запада	Тихий ветер (1 м/с)		Облаков нет.								
	00	20.1	742.2	757.0	-0.1	77	Ветер, дующий с северо-северо-запада	Тихий ветер (1 м/с)		50 %							Слоисто-кучевых, слоистых, кучевых или кучево-дождевых облаков нет.	Облаков нет.