



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
филиал ФГБОУ ВО «РГГМУ» в г. Туапсе

Кафедра «Метеорологии экологии и природопользования»

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

На тему «Исследование особенностей наблюдений за грозовой деятельностью на АМСГ-1 Сочи (Адлер)»

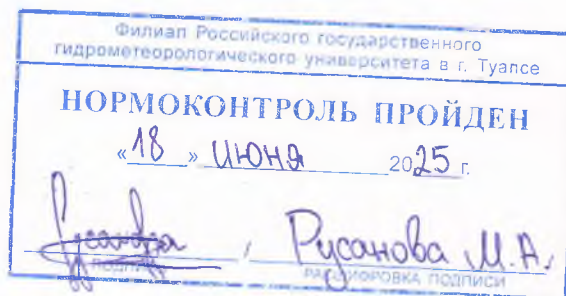
Исполнитель: Иноземцева Анна Валерьевна

Руководитель: к.ф.м.н. доцент Дымов-Иванов Виктор Васильевич

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой _____

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Цай Светлана Николаевна

«19» июня 2025 г.



Туапсе
2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Теоретические основы исследования грозовой деятельности.....	5
1.1 Общая характеристика грозовой деятельности и ее влияние на авиацию	5
1.2 История исследований грозовой деятельности.....	8
1.3 Методы наблюдения за грозами	14
2 Характеристика наблюдений за грозовой деятельностью на АМСГ-I Сочи (Адлер).....	18
2.1 Общая характеристика АМСГ-I Сочи (Адлер).....	18
2.2 Особенности наблюдений за грозами на АМСГ-I Сочи (Адлер).....	22
3 Анализ грозовой деятельности на АМСГ-I Сочи(Адлер).....	32
3.1 Характеристика грозовой деятельности на АМСГ-I Сочи(Адлер)	32
3.2 Синоптические процессы, обуславливающие грозовые условия на АМСГ-I Сочи (Адлер).....	39
3.3 Формирование информации о грозе на АМСГ-IСочи (Адлер).....	43
Заключение.....	48
Список литературы.....	50

Введение

Исследование грозовой деятельности для авиации актуально по нескольким причинам:

- угроза для безопасности полётов. Грозы могут вызывать сильные турбуленции, молнии и другие опасные метеорологические условия. Это может привести к аварийным ситуациям, которые ставят под угрозу жизнь пассажиров и экипажа;
- увеличение числа авиаперевозок. С ростом числа полётов и усложнением метеорологических условий проблема анализа и минимизации рисков, связанных с грозами, становится всё более актуальной;
- изменение климата. Из-за изменения климата увеличивается частота грозовой активности;
- воздействие на оборудование самолётов. Грозовые облака и молнии могут выводить из строя радионавигационное оборудование, что для современных самолётов, оборудованных автономными системами автопилотирования, опасно.

Актуальность исследования грозовой деятельности для авиации также связана с необходимостью разработки эффективных методов управления этими рисками. Например, исследования могут помочь определить безопасные методы обхода гроз, разработать рекомендации для пилотов и улучшить взаимодействие между метеорологическими службами и авиационными операторами.

Объектом исследования является грозовая деятельность.

Предметом изучения являются особенности грозовой деятельности на АМСГ-I Сочи (Адлер).

Цель работы: провести исследование особенностей грозовой деятельности на АМСГ-I Сочи (Адлер).

Задачи исследования включают:

- теоретические исследования изучения грозовой деятельности;

- составление характеристики наблюдений за грозовой деятельностью на АМСГ-I Сочи (Адлер);
- анализ грозовой деятельности на АМСГ-I Сочи (Адлер).

Результаты исследований грозовой деятельности для авиации применяются:

- в прогнозировании гроз. Разрабатываются методы краткосрочного прогнозирования гроз на основе данных температурно-влажностного зондирования атмосферы.
- в проектировании самолетов. Проводится проверка новых летательных аппаратов на молниестойкость – определяется, как элементы конструкции выдерживают протекание тока молнии.
- в подготовке пилотов. Пилоты проходят специальную подготовку по управлению самолетом в условиях плохой погоды, включая грозовые условия.

1 Теоретические основы исследования грозовой деятельности

1.1 Общая характеристика грозовой деятельности и ее влияние на авиацию

Для того чтобы понимать влияние гроз на авиацию важно иметь само представление о грозе как о метеорологическом и атмосферном явлении. Она возникает при определенных условиях в мощных кучево-дождевых облаках с сопровождением грома и электрических зарядов, которые мы видим в виде молний.

Факторы, которые влияют на возникновение гроз обозначены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Факторы грозообразования [25]

№ п/п	Фактор	Характеристика фактора
1.	Атмосферная влага	Она может испаряться с поверхности морей, озёр, рек, болот, ледников и даже из почвы. Благодаря влаге формируются облака
2.	Атмосфера неустойчивость	У поверхности земли находится слой тёплого воздуха, а выше – холодного. Чаще всего неустойчивость наблюдается в жаркие летние дни, особенно после длительного периода тёплой и влажной погоды.
3.	Механизм, который «подтолкнёт» тёплый воздух наверх	Таким фактором может быть прохождение атмосферного фронта, подъём воздуха по склонам гор, столкновение потоков воздуха с разных направлений в одной точке или просто сильный нагрев земной поверхности солнцем.
4.	Неравномерное нагревание приземного слоя воздуха	Над водной поверхностью и сушей из-за различий в температуре воды и почвы.
5.	Подъём воздуха в районах горных массивов	Даже небольшие возвышенности на местности приводят к усилению образования облаков. Высокие горы создают особенно сложные условия для развития конвекции и почти всегда увеличивают её повторяемость и интенсивность.
6.	Особенности рельефа	Наличие поблизости водоёмов, проводимость грунта, наличие геологических разломов
7.	Местоположение по отношению к водоёму	Уменьшение грозовой деятельности отмечается на плоских берегах морей, где сказывается влияние бризов и нисходящих движений воздуха над водоёмами.
8.	Время года	Грозы наблюдаются преимущественно в тёплое время года.
9.	Направление с запада на восток	Число дней с грозой уменьшается, что обусловлено большей сухостью воздуха восточных районов.

Существует корреляция между высотой местности над уровнем моря и грозовой активностью. С увеличением высоты местности увеличивается число дней с грозой. А количество молний при этом уменьшается.

Это можно объяснить тем, что в результате испарения с поверхности земли образуются облака и если этот процесс происходит ускоренно, то есть, если есть конвекция, то образуются кучево-дождевые облака в которой и развивается грозовая деятельность.

Особенно сильное влияние на грозовую активность оказывают высокие горы. Под их действием возникают динамическая турбулентность и восходящие потоки по склону, что создаёт импульсы мощных конвективных токов и способствует усилению грозовых процессов

Некоторые общие характеристики грозовой деятельности:

- интенсивность, зависит от климатических условий и рельефа местности.
- частота образования, меняется в зависимости от времени года, времени суток.

На грозовую активность также влияют (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Факторы грозообразования [3]

№ п/п	Фактор	Характеристика фактора
1.	Форма облаков	Высокие вертикальные облака, cumulonimbus, способствуют образованию молний. Они способны накапливать значительные объёмы заряда благодаря своему размеру и структуре
2.	Ионизация воздуха	В облаках, где температура меняется, происходит ионизация молекул воздуха. Это необходимо для того, чтобы электроны могли свободно двигаться и создавать электрический заряд
3.	Разность потенциалов	Существует критический уровень разности электрического потенциала между положительными и отрицательными участками облака или между облаком и землёй. Когда это значение превышает, происходит разряд.
4.	Влажность	Высокий уровень влажности в воздухе способствует образованию облаков и увеличивает вероятность электрических разрядов
5.	Ландшафт	Открытые пространства и участки, лишённые растительности, чаще поражаются молнией. Скалы, холмы и другие возвышенности повышают вероятность удара в данной местности
6.	Солнечная активность	Глобальная грозовая активность на Земле зависит от положения активной области относительно центрального меридиана Солнца, которое изменяется в течение периода вращения Солнца.
7.	Извержения вулканов и землетрясения	Грозовая активность усиливается во время этих событий

Грозы делят на виды по метеорологической обстановке, способствующей их появлению (таблица 1.3).

Таблица 1.3 – Виды гроз [25]

№ п/п	Виды гроз	Причины возникновения
1.	Внутримассовые	Развиваются из-за прогрева воздуха поверхности земли и восходящих потоков, создают кучево-дождевые облака
2.	Фронтальные	Возникают при столкновении холодных или тёплых атмосферных фронтов.
3.	Орографические	Образуются в горах и местности с перепадами высот, где рельеф влияет на увеличение вертикальных потоков

Грозы в России распределены неравномерно. В северной части страны интенсивность грозовой деятельности минимальна и составляет менее 10 грозовых часов в году. Чем южнее находятся объекты, тем выше интенсивность гроз, и в некоторых регионах она может достигать более 100 грозовых часов в год [7].

На большей части территории России грозы наблюдаются обычно летом.

Но есть регионы, для которых характерно круглогодичное наблюдение гроз, к таким регионам можно отнести Черноморское побережье Кавказа.

Среднее число дней с грозами в году зависит от региона и географических особенностей местности. В районе Сочи и предгорьях Кавказа – в среднем 30-40 дней с грозой (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Карта частоты гроз в России [9]

Гроза – опасное для авиации атмосферное явление. Оно характеризуется плотным образованием облаков, раскатами грома и разрядами молний.

Некоторые опасности, связанные с грозами для авиации, представим в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Опасность гроз для авиации[4]

№ п/п	Виды опасностей
1.	Сильная турбулентность в облаках. Она вызывает болтанку и перегрузки, которые могут разрушить лайнер.
2.	Обледенение на высотах, где температура воздуха ниже 0 °С.
3.	Возможность поражения самолёта молниями. Для низколетящего самолёта молния наиболее опасна, так как он может сыграть роль проводника тока молнии из облака в землю.
4.	Интенсивные осадки и шквалы порывистого ветра. Например, столкновение самолёта, летящего на огромной скорости, с градом опасно.
5.	Сильные потоки воздуха. Они могут подбросить самолёт на несколько сотен метров или даже несколько километров, тогда двигатели и рулевые поверхности станут неэффективными.

Самолеты специально оснащают молниезащитными системами и проводят специальные испытания на устойчивость к молниям.

Согласно федеральным авиационным правилам, влетать в кучево-мощную облачность запрещено.

1.2 История исследований грозовой деятельности

История наблюдения за грозовой деятельностью начинается с интереса людей к молниям, которые с древних времён поражали воображение своей мощью и ослепительным светом.

Изучение грозы включает в себя теоретические и экспериментальные исследования.

Теоретические исследования:

- изучение причин возникновения грозы. Существует множество версий, например, электризация облака мелкими льдинками, которые быстро перемещаются и сталкиваются между собой и с водяными каплями. Также есть

теория, по которой катализатором молний является космическое излучение;

- изучение параметров грозовых разрядов. Учёные исследуют длину молнии, ток, напряжение, ток, протекающий внутри её канала;

- выявление локальных и региональных периодических и циклических колебаний грозовой активности.

Экспериментальные исследования:

- инструментальная регистрация грозовых разрядов и сопровождающих их процессов. Также фотографируют различные стадии молниевых разрядов;

- использование экспериментальных установок. Например, с их помощью изучают процессы, которые развиваются во время молниевых разрядов, или моделируют процессы поражения молнией различных объектов;

- воздушные эксперименты. Гамма-излучение во время грозы наблюдают на самолётах, шарах-зондах, космических аппаратах.

Этапы исследований представим в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Этапы исследования гроз [7]

№ п/п	Этап	Ученый	Описание
1.	середина XVIII	М. В. Ломоносов	Изучал атмосферное электричество и создал «громовую машину». На крыше своего дома он установил металлический шест с укрепленной на нём железной стрелой, от которой в комнату тянулась железная проволока. К концу проволоки прикреплялись железная линейка и шелковая нить. Когда над городом проносилась грозовая туча, железная линейка заряжалась атмосферным электричеством, и от неё можно было получать электрические искры
2.	XIX	Бенджамин Франклин	Провёл знаменитый эксперимент с воздушным змеем, во время которого он продемонстрировал, что молния представляет собой электрический разряд. Франклин изобрёл молниеотвод, который позволял отводить электричество от грозовых туч в землю, защищая здания от ударов молнии.
3.	XIX	физики	Открыли электромагнитную индукцию, которая объяснила, как молния создаёт мощные потоки в атмосфере

В XX веке исследования молнии перешли на новый уровень благодаря

развитию радарных и спутниковых технологий. Эти технологии позволили наблюдать за молниями в реальном времени и изучать их структуру и поведение.

В период с сентября 1995 года по август 1996 года наблюдения за грозами в диапазоне географических широт от 75° N до 75° S проводились со спутника «MicroLab-1», на котором для этой цели был установлен оптический детектор. Он регистрировал молнии как днём, так и ночью.

В XXI веке с помощью чувствительного телескопа Ферми Майклом Бриггсом и его командой из университета Алабамы были зафиксированы короткие гамма-всплески во время молниевых разрядов. Это является свидетельством того, что грозы способны порождать небольшое количество антиматерии. Современные методы наблюдений за грозовой деятельностью представим в таблице 1.6

Таблица 1.6 – Современные методы наблюдений за грозовой деятельностью[5]

№ п/п	Метод	Описание метода
1.	Спутниковый мониторинг (пассивная радиолокация гроз).	Автоматизированная фиксация момента каждого удара молнии в землю позволяет оценивать грозовую активность по нескольким показателям: времени и территории.
2.	Пеленгационная сеть с использованием грозодальномеров	Полученная и обработанная информация служит для решения задач различных ведомств по молниезащите гражданских, производственных и военных объектов
3.	Использование оборудования компании Voltek	Системы детектирования молний Voltek в режиме реального времени обеспечивают контроль состояния электрического поля атмосферы, обнаруживают и фиксируют грозовые разряды на расстояниях до 1200 км.
4.	Разностно-дальномерный способ	В каждом пункте наблюдения измеряется время регистрации сигнала от источника электромагнитного излучения. Разность между временами прихода сигнала на два пункта определяет гиперболу, а пересечение нескольких гипербол указывает на источник излучения.
5.	Использование грозопеленгаторов совместно с опциональным GPS-трекером.	Такой подход позволяет определить распространение шторма с привязкой к своему местоположению и при необходимости изменить маршрут
6.	Адаптивный алгоритм пространственно-временной кластеризации	Регистрация и анализ сопутствующего импульсного излучения позволяет оценить текущую фазу грозовой активности и дать краткосрочный прогноз её развития.

Примеры современных исследований:

~ исследование российских учёных из Физического института имени П.Н. Лебедева РАН (ФИАН). Они создали временную карту электромагнитных излучений молнии на лабораторной установке. Учёные симитировали развитие молний и отследили, какие типы излучений сопровождают электрический разряд в атмосфере;

~ работа индийских физиков. В 1985 году они обнаружили, что во время грозы увеличивается регистрируемый поток нейтронов. Индийские физики три года собирали данные в Гималаях, в районе с очень сильной грозовой активностью.

Некоторые литературные источники, связанные с изучением и наблюдениями за грозами, и относящиеся к сфере деятельности Росгидромета представим в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Литературные источники Росгидромета

№ п/п	Автор	Литературный источник
1.	Снегуров В. С.	«Концепция сети пеленгации гроз» // Труды НИЦ ДЗА (филиал ГГО), 1997, вып. 1 (546), с. 92–104.
2.	Снегуров А. В., Снегуров В. С.	«Система местопределения гроз» // Труды ГГО, 2017, вып. 586, с. 117–140.
3.	РД 52.04.883-2020	Руководящий документ. Использование данных грозопеленгационной системы в практике штормового оповещения» (утв. и введен в действие Приказом Росгидромета от 25.11.2020 №507).
4.	ВМУ	«Временные методические указания по использованию данных грозопеленгационной системы Росгидромета в практике штормоповещения и метеобеспечения авиации» и «Регламент по обеспечению функционирования грозопеленгационной системы Росгидромета», подготовленные ФГБУ «ГГО».

Некоторые направления исследований грозовой активности Росгидромета, которые требуют дальнейшего развития:

~ создание единой грозопеленгационной сети для всей территории России. Пока что система Росгидромета охватывает только часть страны, и для полного мониторинга необходимо привлекать данные других систем;

~ интеграция данных наземных и космических наблюдений для

изучения транзитных энергичных процессов в атмосфере, которые связаны с грозами. Данные грозорегистрационной сети Росгидромета могут использоваться для дополнения спутниковых наблюдений.

Некоторые литературные источники научных исследований в области наблюдения за грозовой деятельностью представим в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Литературные источники научных исследований в области наблюдения за грозовой деятельностью [12]

№ п/п	Автор	Литературный источник
1.	Алехина Н. М., Горбатенко В. П.	«Изменения грозовой активности над Западной Сибирью». Коллективная монография, Томск: МП «РАСКО», 2000.
2.	Аджиев А. Х., Стасенко В. Н., Тапасханов В. О.	«Система грозопеленгации на Северном Кавказе». «Метеорология и гидрология», 2013, №1, с. 5–11.
3.	Аджиев А. Х., Куповых Г. В.	«Измерения электрического поля атмосферы в высокогорных условиях Приэльбрусья». «Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана», 2015, т. 51, №6, с. 710–715.
4.	Дементьева С. О., Ильин Н. В., Шаталова М. В., Мареев Е. А.	«Прогноз конвективных явлений и его верификация по данным наблюдений атмосферного электричества». «Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана», 2020, т. 56, №2, с. 150–157.
5.	Ильин Н. В., Кутерин Ф. А.	«Оценка точности распознавания гроз по данным доплеровского метеорологического лоатора ДМРЛ-С». «Метеорология и гидрология», 2020, №9, с. 104–112.
6.	Бадахова Г. Х., Лашманов Ю. К., Шмигельский В. А.	«Динамика и современный режим грозовой активности над Центральным Предкавказьем». «Наука. Инновации. Технологии», 2018, №4, с. 117–130.

Некоторые примеры зарубежного опыта в области изучения и наблюдений за грозами представим в таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Примеры зарубежного опыта в области изучения и наблюдений за грозами

№ п/п	Кто провел исследования	Описание исследования
1.	Исследование американских учёных из Университета штата Оклахома и Национальной лаборатории сильных штормов	Специалисты использовали геостационарный спутник мониторинга окружающей среды GOES-R, оснащённый специальным картографом молний. Устройство позволяло круглосуточно регистрировать вспышки атмосферных разрядов с интервалом в 20 секунд над водой и сушей в высоком разрешении. Учёные разработали систему для быстрого сбора и обработки спутниковых данных, использующую несколько методов прогнозирования гроз.

Продолжение таблицы 1.9

2.	Исследование Национального центра атмосферных исследований США	Учёные проанализировали данные метеорологических наблюдений и результаты компьютерного моделирования с очень высоким разрешением для оценки изменения кратковременных и локализованных ветров, которые часто не фиксируются метеостанциями. Исследование показало, что за последние 40 лет площадь земель в США, пострадавших от грозовых ветров, увеличилась в пять раз.
3.	Исследование исследователей из Бергенского университета (Норвегия) и Центров космических полётов имени Маршалла и Годдарда НАСА.	Учёные пролетели на самолёте сквозь тропические грозовые облака. Исследовательская машина НАСА ER-2 совершила 10 полётов на высоте 20 км в Карибском бассейне и Центральной Америке. С помощью детекторов исследователи зафиксировали «мерцающие гамма-всплески». Это явления, длящиеся от 50 до 200 миллисекунд.
4.	Исследования климатологов из Великобритании, США и Европы	Учёные обнаружили, что значительное влияние на усиление гроз оказывает контраст в уровне влажности почвы в регионах их выпадения. Исследования показали, что многие мощные грозы формируются благодаря мезомасштабным конвективным комплексам – миниатюрным аналогам тропических циклонов диаметром до 100 км.

Исследования гроз имеют важное значение по нескольким причинам:

- ~ мониторинг грозовой активности. Изучение современного режима гроз и его динамики помогает решать задачи мониторинга;

- ~ предотвращение ущерба. Грозы – источник повышенной опасности и знания о их природе позволяет избежать вреда в промышленной и социальной сфере;

- ~ совершенствовании молниезащиты. Для этого нужна статистика об основных параметрах гроз, она различается и зависит от физико-географических особенностей региона;

- ~ климатические оценки. Результаты исследований гроз могут использоваться в моделях долгосрочного прогноза климата и в численных моделях облачных процессов;

- ~ изучение физических процессов. Исследования гроз помогают в теоретических и экспериментальных исследованиях физических процессов, протекающих в грозовых облаках;

- ~ выявление закономерностей. Статистика позволяет проследить закономерности в развитии разнообразия грозовой активности и выявить её связь с экзогенными и эндогенными геологическими процессами.

1.3 Методы наблюдения за грозами

Рассмотрим методы наблюдения за грозами, которые актуальны в метеорологической и синоптической практике.

Для наблюдения за грозами на Черноморском побережье Кавказа используются различные методы и средства, среди них:

- ~ метод определения на слух и визуальная фиксация. Наблюдатель во время дежурства визуально фиксирует начало грозы, вид, её интенсивность, направление смещения, время начала и окончания. Метод имеет определенные недостатки, так как человеческий фактор не позволяет геометрические размеры, направление и скорость перемещения грозы;

- ~ приборы, способные производить подсчет количества молний в радиусе действия прибора;

- ~ радиолокационные методы с помощью (МРЛ). Такой метод позволяет обнаруживать грозовые очаги в радиусе до 150 км и определять наличие кучево-дождевых облаков с опасными явлениями погоды;

На рисунке 1.2 показан расположение метеорадара на Черноморском побережье.

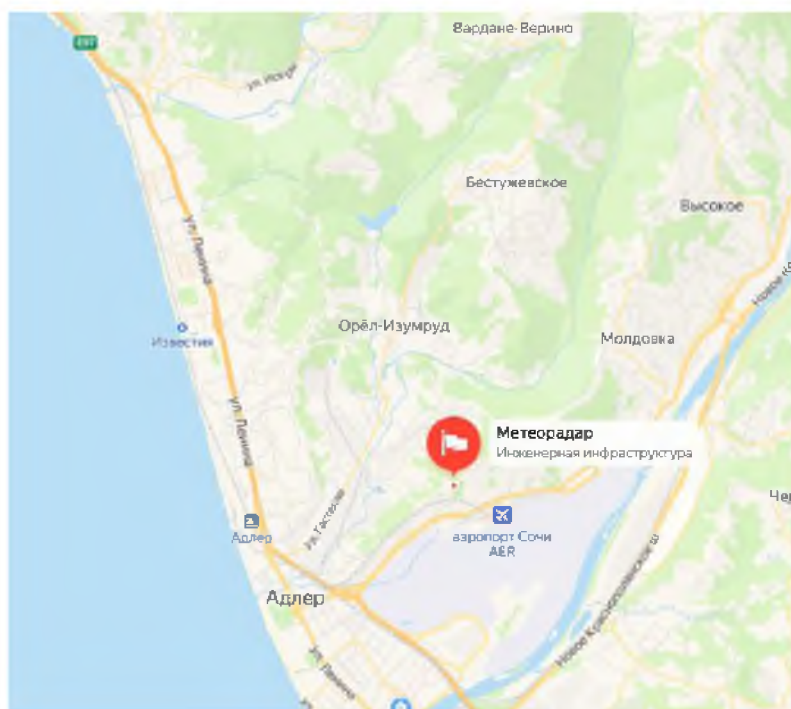


Рисунок 1.2 – Расположение метеорадара на Черноморском побережье

Грозопеленгационные системы. Основаны на регистрации источников электромагнитных полей. С их помощью можно повысить эффективность обнаружения и распознавания гроз.

На территории Северного Кавказа и сухопутной территории Чёрного моря действует грозопеленгационная сеть LS8000 с 2008 года. Зона ее охвата представлена на рисунке 1.3[1].

Самый большой охват этой сети составляет 625 км и располагается таким образом, что способна охватывать три моря: Азовское, Черное и Каспийское и прилегающую к ним территорию.



Рисунок 1.3 – Территория охвата действия грозопеленгационной сети LS8000

Данная система состоит из центра сбора информации и восьми грозопеленгационных датчиков – грозорегистраторов LS8000. В состав каждого грозопеленгатора входят по паре низкочастотных и по паре высокочастотных датчиков, которые работают на направлении «Облако-Земля» или «Облако-Облако».

Соответственно радиус обзора у них отличается и представлен в таблице 1.10.

Таблица 1.10 – Радиус области обзора датчиков грозорегистратора

№ п/п	Вид разряда	Радиус области обзора
1.	«Облако-Земля»	625 км
2.	«Облако-Облако»	325 км

Программное обеспечение сети позволяет вести наблюдения за разрядами молний в онлайн режиме с привязкой к карте местности.

Спутниковые наблюдения. Проводятся с помощью различных детекторов, которые дают информацию о количестве разрядов молнии.

Также для мониторинга опасных конвективных явлений погоды применяются наземные станции, запуск радиозондов и другие методы.

На сегодняшний день актуальны методы, которые используют специальную информацию с сайтов.

Сайт LightningMap – <https://www.lightningmaps.org> – Онлайн карта вспышек молнии (рисунок 1.4, рисунок 1.5) [21].

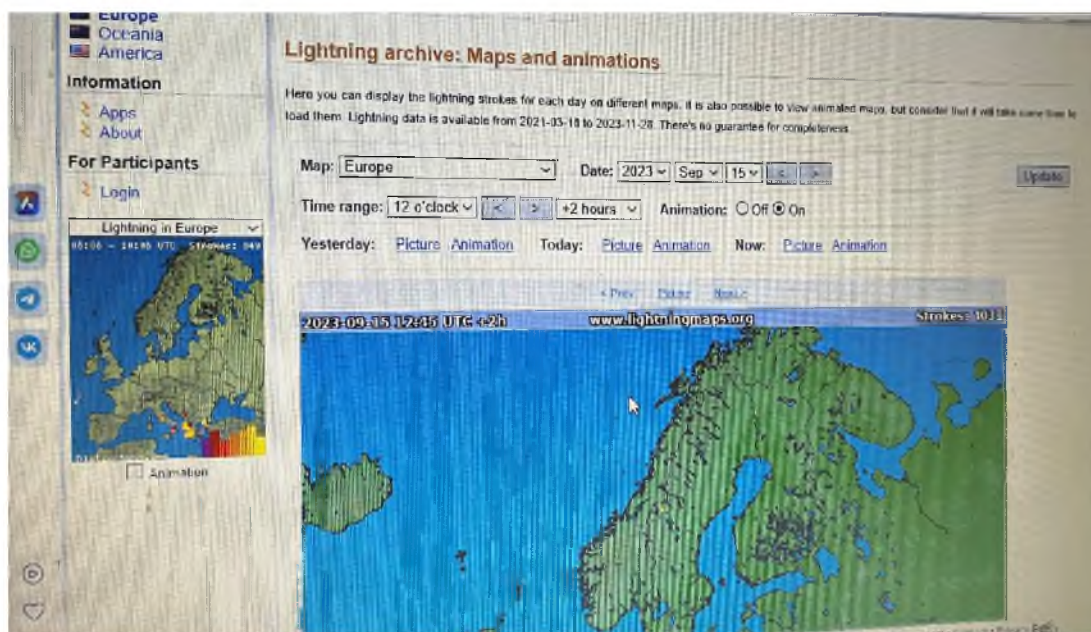


Рисунок 1.4 – Грозы 15.09.2023 года

Сайты, где представлены карты грозовой активности в России:

~ shtampik.com. На сайте есть фотографии, в том числе «Карта частоты гроз России», «Карта средней за год продолжительности гроз в часах для территории РФ» и «Карта РФ по среднегодовой продолжительности гроз»[22].

ezor.ru. Представлена автоматизированная система определения района грозовой активности, в том числе «Карта районирования территории РФ по среднегодовой продолжительности гроз в часах».

radar-live.com. На сайте есть карта гроз и молний, которая позволяет отслеживать, как движутся грозовые облака и где происходят разряды.

mzke.ru. На сайте можно наблюдать за грозовой активностью в режиме онлайн, картинка анимирована, можно видеть вспышки и щелчки в тех местах, где появляется разряд.



Рисунок 1.5 – Местоположение гроз 15.09.2023 года

2 Характеристика наблюдений за грозовой деятельностью на АМСГ-I Сочи (Адлер)

2.1 Общая характеристика АМСГ-I Сочи (Адлер)

Метеорологическое обеспечение полётов на аэродроме Сочи (Адлер) осуществляет авиационная метеорологическая станция гражданская 1 разряда Сочи – структурное подразделение Сочинского филиала ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета». Аэродром Сочи (Адлер) является аэродромом совместного базирования гражданским, на его территории базируются ВС Министерства Обороны и Военно-Космических Сил РФ. Ответственным за метеорологическое обеспечение полётов ВС Министерства Обороны и Военно-Космических Сил РФ является метеорологическое подразделение войсковой части номер 41497-А[1].

Деятельность АМСГ-I Сочи (Адлер) осуществляется на основании документов, представленных в таблице 2.1 [15], [16], [17], [18], [20].

Таблица 2.1 – Документы, регламентирующие деятельность АМСГ Сочи

№ п/п	Документ
1.	ФАП «Предоставление метеорологической информации для обеспечения полётов ВС»
2.	Инструктивные материалы (ИМ) по кодам METAR, SPECI, TAF, 2015
3.	ИМ по прогнозам погоды в формате GAMET
4.	ИМ по SIGMET и AIRMET
5.	ИМ по форматам метеорологической информации
6.	ИМ по специальным сообщениям AIREP
7.	Приказ № 248 от 23.07.2020 «Об утверждении границ зон (районов) Единой системы организации воздушного движения Российской Федерации, границ районов аэродромов (аэроузлов, вертодромов), границ классов А и С воздушного пространства»
8.	Приказ №209-п/64/42/53-пр/172/81 от 13.12.2017 «Об утверждении границ зон метеорологического обеспечения полётов в зонах ответственности диспетчерских пунктов, осуществляемого Крымским, Северо-Кавказским, Сочинским филиалами ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета», ОАО «Международный аэропорт Владикавказ» и ФГУП «Вайнахавиа» в зоне ответственности Ростовского ЗЦ ЕС ОрВД филиала «Аэронавигация Юга» и Симферопольского РЦ ЕС ОрВД филиала «Крымаэронавигация» ФГУП «Госкорпорация по ОрВД»
9.	Приложение 3 к Конвенции о международной гражданской авиации «Метеорологическое обеспечение международной аэронавигации» издание 20 июля 2018 г.
10.	«Руководства по координации между органами обслуживания воздушного движения, службами аэронавигационной информации и авиационными метеорологическими службами»

Регламент работы аэродрома Сочи – круглосуточный, аэродром совместного базирования (АСБ), международный, относится к классу «В» горный, Оператор аэродрома – АО «Международный аэропорт Сочи.

Особенности АМСГ класса «В» (по классификации АМСГ, принятой в России) представлена в таблице 2.2.

Таблица 2.2 –Особенности АМСГ класса «В»

№ п/п	Особенности АМСГ класса «В»
1.	Работа при круглосуточной работе аэродрома. Такие АМСГ находятся во внутрироссийских аэропортах и выполняют все функции, связанные с метеорологическим обеспечением полётов.
2.	Численность штата. В отличие от АМСГ других разрядов, в станциях класса «В» работает около 14 человек: 1 начальник, 5 синоптиков, 5 техников-метеорологов, 1 инженер по эксплуатации гидрометеорологических приборов, оборудования и систем.
3.	Самостоятельная разработка прогнозов. АМСГ класса «В» выпускают прогнозы погоды и предупреждения по аэродрому, маршрутам и районам полётов, используя комплекс фактических аэросиноптических материалов.
4.	Консультации для экипажей. Специалисты станции предоставляют полётную документацию и проводят консультации по вопросам погоды, ветра, температуры на высоте и других параметров, которые влияют на полёты.
5.	Техническое обслуживание приборов. АМСГ класса «В» организуют ремонт и монтаж метеорологических приборов на аэродроме, а также обучают авиационный персонал, привлечённый к метеорологическим наблюдениям.
6.	Изучение климатических условий. Станция составляет климатические описания и раздел «Метеорологическое обеспечение» для инструкции по производству полётов на аэродроме.

Район аэродрома входит в Ростовскую зону ЕС ОрВД, в вертикальной плоскости распространяется до эшелона FL200 (6100м) (рисунок 2.1).

Воздушное пространство АМСГ-I Сочи (Адлер) относится к классу «С».

Особенности воздушного пространства класса «С»:

- ~ разрешены полёты двух видов – по приборам и по правилам визуальных полётов;
- ~ все воздушные суда обеспечиваются диспетчерским обслуживанием;
- ~ воздушные суда, выполняющие полёты по правилам полётов по приборам, эшелонируются относительно других воздушных судов, выполняющих полёты по правилам полётов по приборам и правилам визуальных полётов;

~ для воздушных судов, выполняющих полёты по правилам визуальных полётов, на высотах ниже 3050 м действует ограничение по скорости, составляющее не более 450 км/ч.

~ наличие постоянной двухсторонней радиосвязи с органом обслуживания воздушного движения (управления полётами) обязательно.



Рисунок 2.1 – Карта Ростовской зоны ЕС ОРВД

Все полёты над территорией Российской Федерации выполняются при наличии разрешения на использование воздушного пространства.

Метеорологическая группа проводит наблюдения за метеорологическими явлениями на основном пункте наблюдений (ОПН), особое внимание уделяется опасным явлениям погоды, отмечается их возникновение, усиление и прекращение (ослабление). Метеорологические наблюдения с ОПН производятся автоматически, дистанционно с использованием станции АМИС РФ, а визуальные наблюдения вводятся вручную.

Синоптическая группа АМСГ-I Сочи (Адлер) занимается составлением

прогностической информации, виды и формат прогнозов АМСГ-I Сочи (Адлер), сроки выпуска и периоды действия представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Виды и формат прогнозов АМСГ-I Сочи (Адлер), сроки выпуска и периоды действия [1].

Вид прогноза	Формат	Сроки выпуска	Период действия
Прогноз по аэродрому Сочи (Адлер)	TAF	02:00 05:00 08:00 11:00 14:00 17:00 20:00 23:00	0303 0606 0909 1212 1515 1818 2121 0024
Прогноз на посадку по аэродрому Сочи (Адлер)	TREND	Круглосуточно каждые 30 минут и при необходимости	2 часа
Прогноз по зонам 8, 9А, 9Б, 10,11,12	GAMET	05:00 11:00 17:00 23:00	0612 1218 1824 0006

Особенности наблюдений за явлениями погоды представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Особенности наблюдений за явлениями погоды на АМСГ-I Сочи (Адлер) [1]

№ п/п	Особенности наблюдений за явлениями погоды
1.	Данные наблюдений за текущей погодой, включаемые в местные сводки, должны отражать условия на аэродроме (территория радиусом 8км от контрольной точки аэродрома (КТА)). Информация о текущей погоде, предназначенная для сводок METAR и SPECI, являются репрезентативной для условий на аэродроме (в радиусе 8 км от КТА), а в отношении некоторых явлений погоды – и его окрестностей (радиус 8-16 км от КТА). На ВПП06/24 наблюдения за явлениями текущей погоды определяется визуально техником-метеорологом ОПН. На ВПП02/20 наблюдения за явлениями текущей погоды определяются инструментально, по датчику текущей погоды FD12P, установленному в начале ВПП02/20.
2.	Наблюдения в окрестностях аэродрома (в радиусе от 8 до 16 км от КТА) ведутся в отношении следующих явлений погоды: грозы, ливневых осадков, тумана, вулканического пепла, низовой снежной, пыльной и/или песчаной метели, пыльного и песчаного вихря, воронкообразного облака, пыльной и песчаной бури (TS, SH, FG, VA, BLDU, BLSA, BLSN, PO, FC, SS, DS). Информация о них включается в сводки METAR и SPECI с указателем близости к аэродрому VC.
3.	В сводках METAR и SPECI указываются тип и характеристика наблюдаемых явлений текущей погоды, и даётся оценка их интенсивности и/или близости к аэродрому.

2.2 Особенности наблюдений за грозами на АМСГ-I Сочи (Адлер)

Наблюдения за грозами на АМСГ-I Сочи (Адлер) проводят как визуально, так и инструментально. Правила визуальных наблюдений регламентируются теми же руководящими документами, что и для всех метеорологических станций.

К инструментальным наблюдениям относятся наблюдения с помощью грозопеленгатор TSS928 (рисунок 2.2), который установлен на метеорологической площадке ОПН.



Рисунок 2.2 – Грозопеленгатор TSS928 определяет фактические разряды молний в облаках в радиусе 56 км [1]

С его помощью регистрируются молниевые разряды в радиусе 0-9км, 9-19км, 19-56 км по 8 румбам, определяются интенсивность и количество молниевых разрядов. Вся информация привязана к карте местности, отображается на мониторах АРМ ВИУ синоптика и техника-метеоролога ОПН. Информация используется, как справочная.

Голубым цветом обозначены сектора, где на расстоянии от 19 до 56 км фиксируются «дальние» вспышки (DIST), желтым – регистрируются «ближние» вспышки (NEAR) на расстоянии от 9 до 19 км, розовый круг

радиусом 9 км считается территорией аэродрома(вспышки «над головой» – OVHD) (рисунок 2.3).

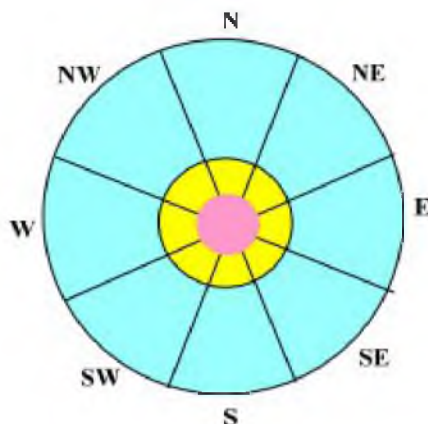


Рисунок 2.3 – Схема получения данных от грозопеленгатора

Некоторые недостатки работы грозопеленгатора TSS928.

- ~ пропуск внутриоблачных молний. Устройство фиксирует преимущественно разряды по типу «облако-земля», так как работает в низкочастотном диапазоне (несколько кГц). Для фиксации внутриоблачных молний требуется расширение частотного диапазона до 1-10 МГц, что не предусмотрено конструкцией TSS928.

- ~ ограниченная зона обнаружения. Прибор фиксирует молнии только в пределах 30 морских миль (56 км) от места расположения датчика;

- ~ невозможность интеграции с автоматизированными системами наблюдений. Данные TSS928 не могут напрямую использоваться в программах, например, METAR, что снижает эффективность применения устройства [2]

Эти недостатки связаны с особенностями конструкции грозопеленгатора и не являются критичными для его основных функций – обнаружения молний и расчёта расстояния до них.

На аэродроме Сочи (Адлер) радиолокационные наблюдения не проводятся. Для обеспечения взлётов и посадок ВС, а также полётов в районе аэродрома используются данные ДМРЛ «WRM200» Ахун, установленного на горе Ахун, г. Сочи (географические координаты ДМРЛ: широта $43^{\circ} 32' 53''$ северной широты, $039^{\circ} 51' 0,5''$ восточной долготы), находящегося на балансе

Федерального Государственного бюджетного учреждения «Специализированный Центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Чёрного и Азовского морей».

С использованием ДМРЛ Ахун проводятся наблюдения за пространственным распределением облачности и связанными с ней атмосферными явлениями (зонами обложных и ливневых осадков, гроз, града, шквалов), их перемещением и эволюцией. Радиус наблюдений – 200 км.

В соответствии с регламентом работы ДМРЛ радиолокационные наблюдения проводятся круглосуточно, каждые 10 минут. Результаты радиолокационных наблюдений за все сроки автоматически отображаются в виде карт радиолокационной обстановки на мониторе абонентского пункта ДМРЛ, установленного на рабочем месте синоптика АМСГ, используются для демонстрации экипажам воздушных судов при предполётной подготовке.

На рабочие места диспетчеров КСА УВД «Синтез-А2» передаются:

~ результаты радиолокационных наблюдений ДМРЛ Ахун, Краснодар, Минеральные Воды в виде контуров зон ОЯП для отображения путём наложения на индикаторах воздушной обстановке (ИВО);

~ сборные карты метеоявлений и высот радиоэха.

В формулярах к контурам зон опасных явлений содержится следующая информация: характер опасного явления и его интенсивность (наиболее опасное явление в контуре), максимальная высота верхней границы облачности в сотнях футов, направление перемещения (в градусах) и скорость смещения (в км/ч). Информация передаётся автоматически во все сроки наблюдений в формате реализованного «Протокола функционального взаимодействия АИС «МетеоСервер» и КСА УВД «Синтез-А2».

Резервным способом доведения радиолокационной информации диспетчерскому составу Черноморского центра ОВД филиала «Аэронавигация Юга» является её передача по ГГС и/или телефону. Техник-метеоролог АМРК доводит информацию о:

~ характере очага;

~ местоположении центра очага или сектора (азимут, удаление относительно местоположения ДМРЛ Ахун, акцентируя внимание персонала ОВД);

~ верхней границе;

~ направлении и скорости смещения (направление в градусах, скорость в км/ч).

По запросу диспетчерского состава дежурный синоптик АМСГ предоставляет распечатанную карту метеоявлений (при использовании временной схемы подключения АИС «МетеоСервер» к КСА УВД «Синтез А-2»).

При наличии нескольких очагов с разрывами между ними менее 50км, диаметре одиночного очага более 20км и/или угловых размерах более 10°, указывается граница зоны очага (очагов) путём передачи данных об азимутах (по часовой стрелке) и расстояниях по точкам, выбранным вдоль границы очага или зоны очагов.

В местные регулярные и специальные сводки погоды «МетеоВПП», «АТИС» и местные сводки в ежеминутном режиме (ВИУ АМИС РФ) передается информация о положении очагов ОЯ по данным ДМРЛ Ахун (вводится наблюдателем ОПН в ручном режиме в АМИС РФ). Информация включается в сводки в виде:

~ TS CELLS – грозовые очаги;

~ GR CELLS – градовые очаги;

~ SH CELLS – сильные ливневые очаги.

Результаты радиолокационных наблюдений ДМРЛ Ахун включены в объединённую карту данных ДМРЛ/МРЛ (РС МАРС). РС МАРС является автоматизированным рабочим местом инженера-синоптика, на котором представлена объединённая радиолокационная информация по данным нескольких МРЛ/ДМРЛ, число которых может меняться в соответствии с настройками ПО, используется при консультации лётного состава. Отдельно выведено рабочее место РС МАРС Московской воздушной зоны (МВЗ).

Данные радиолокационных наблюдений ДМРЛ метеослужбе в/ч 41497-М, предоставляются по запросу, дежурный синоптик войсковой части звонит на АМСГ.

Данные радиолокационных наблюдений ДМРЛ метеослужбе 11 отдельного авиационного отряда ФСБ России в/ч 9953 (город Адлер), предоставляются по запросу, дежурный синоптик 11 отдельного авиационного отряда ФСБ России в/ч 9953 звонит на АМСГ.

Недостатки работы доплеровского метеорологического радиолокатора (ДМРЛ) «WRM200 Ахун» представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Недостатки работы доплеровского метеорологического радиолокатора (ДМРЛ) «WRM200 Ахун»

№ п/п	Недостатки
1.	Снижение производительности из-за двух режимов работы: «отражаемость» (период вращения по азимуту – 10 секунд) и «скорость» (период – 20 секунд).
2.	Разная дальность действия в зависимости от режима: «отражаемость» – 250 км, «скорость» – 125 км.
3.	Высокая импульсная мощность передающего устройства, что снижает надёжность и удобство эксплуатации.
4.	Большое число импульсов пачки для точного измерения скорости метеопреобразований, что при ограниченном применении возбуждения частоты повторения импульсов (не более 3 различных периодов) для устранения неоднозначности по скорости.
5.	Необходимость увеличения импульсной мощности передатчика в два раза для работы на двух поляризациях, что приводит к замене передатчика на более мощный и использованию азелаза для поддува волноводного тракта.

Эти недостатки связаны с особенностями конструкции ДМРЛ и не являются универсальными для всех метеорадиолокаторов. Для устранения некоторых из них в современных моделях используются сложные сигналы и алгоритмы спектрального анализа, а для устранения неоднозначности по дальности и скорости – возбуждения периодов повторения импульсов в широких пределах.

Данные радиолокатора (ДМРЛ) «WRM200 Ахун» входит в состав сети ДМРЛ Росгидромета, что позволяет просматривать всю информацию в картографическом разрезе по грозам, для этого разработана Веб-ГИС

«Метеорад».

Веб-ГИС «Метеорад» является актуальной для авиационной метеорологической станции (АМСГ) Сочи, так как позволяет использовать радиолокационные данные для оперативного анализа и прогнозирования погоды.

Преимущества использования Веб-ГИС «Метеорад» на АМСГ-ИСочи (Адлер) представлены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Преимущества использования Веб-ГИС «Метеорад» на АМСГ-И Сочи (Адлер)

№ п/п	Преимущества
1.	Оперативное слежение за развитием процессов синоптического масштаба. Веб-ГИС отображает карты метеоявлений, высоты верхней границы облачности, интенсивности осадков, которые обновляются каждые 10 минут.
2.	Дополнение наземных наблюдений. Информация, получаемая от радиолокаторов, служит дополнением к наземным наблюдениям при анализе и прогнозе атмосферных процессов, а также при уточнении местоположения явлений погоды, влияющих на взлёт и посадку воздушных судов.
3.	Увеличение заблаговременности составления штормовых предупреждений. Использование объединённых карт позволяет уточнять краткосрочные прогнозы погоды.
4.	Работа с данными сети доплеровских метеорологических радиолокаторов (ДМРЛ). Веб-ГИС позволяет менять масштаб отображения карт – от территории РФ до зоны обзора отдельного ДМРЛ.
5.	Дополнение радиолокационной информации грозопеленгационной. Можно получать комплексные карты с указанием координат молниевых разрядов.

Специалисты АМСГ Сочи отмечают, что Веб-ГИС «Метеорад» помогает в работе и позволяет более эффективно использовать радиолокационные данные. Система позволяет с большей заблаговременностью предусматривать возникновение опасных для авиации явлений погоды и проводить консультации диспетчерского состава, экипажей воздушных судов и персонала наземных служб аэропорта.

На рисунке 2.4 представлен пример отображения радиолокационных наблюдений, связанных с грозовой деятельностью.

Грозовая облачность определяется с помощью радиолокатора с высоким показателем, который определяется с вероятностью 80%.

Радиолокационные грозы идентифицируются в кучево-дождевой облачности и по мере развития такой облачности, вероятность гроз в них увеличивается. На карте их отмечают (К). Вероятность возникновения гроз в данном случае достигает до 90%.

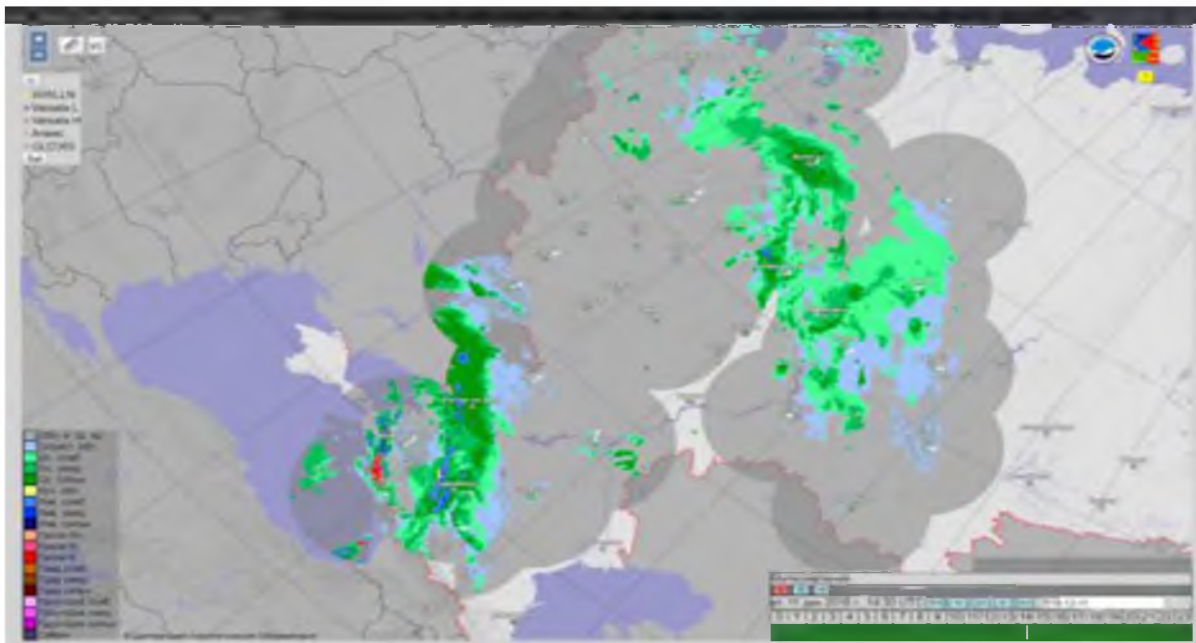


Рисунок 2.4 – Отображение радиолокационных наблюдений [19]

На рисунке 2.5 на карте показано отображение облачности со знаком (К).

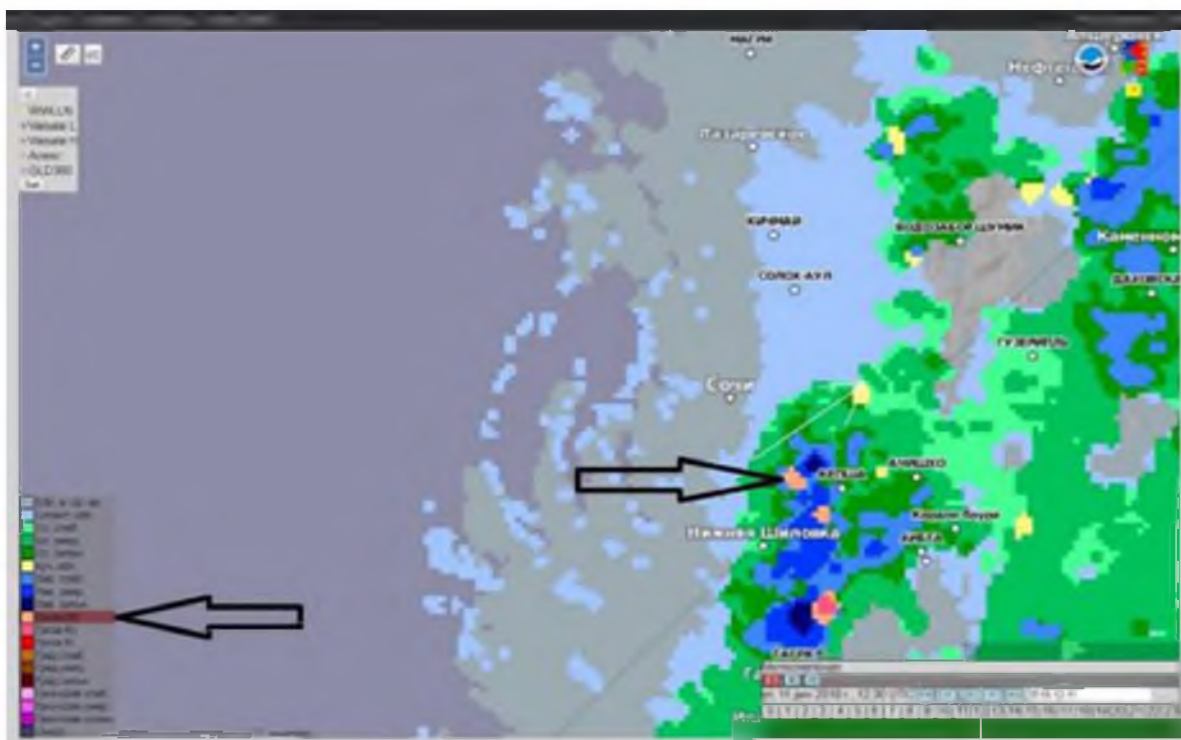


Рисунок 2.5 – Облачность со знаком (К) [19]

Скорость грозových очагов перемещается с высокими скоростями и достигает 60 км/ч, если скорости возрастают, то грозы сопровождаются шквалами и выпадением града. Высокие скорости также указывают на развитие конвекции в результате которой образуется мощная кучево-дождевая облачности перед фронтом.

Такая ситуация представлена на рисунке 2.6.

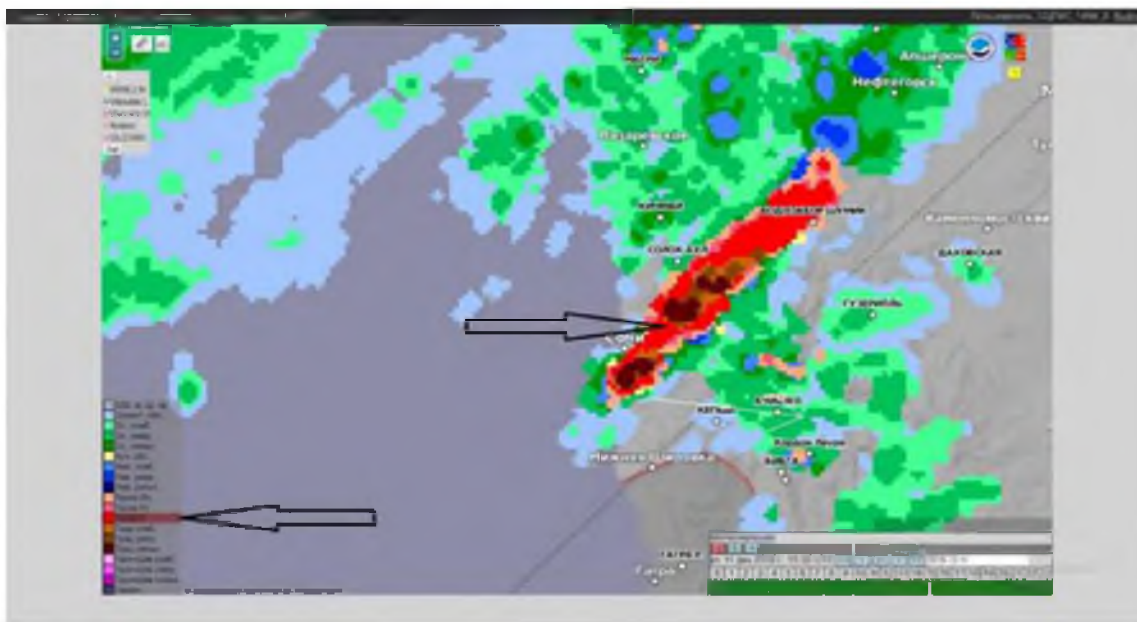


Рисунок 2.6 – Ситуация возникновения радиолокационной грозовой облачности[19]

С помощью ГИС можно получить информацию о высоте верхней границы облачности, скорости и направлении смещения облачности, вертикальный разрез облачности на холодном фронте.

Высота верхней границы облачности при грозовой активности представлена на рисунке 2.7.

Представленная на рисунке 2.7 облачность представляет собой систему кучево-дождевой облачности с грозами.

Синоптикам для нужд авиации необходима информация не только о наличии кучево-дождевой облачности, но и о ее динамике, особенно направлении ее перемещения. Данная информация необходима синоптикам для составления краткосрочных и сверхкраткосрочных прогнозов погоды.

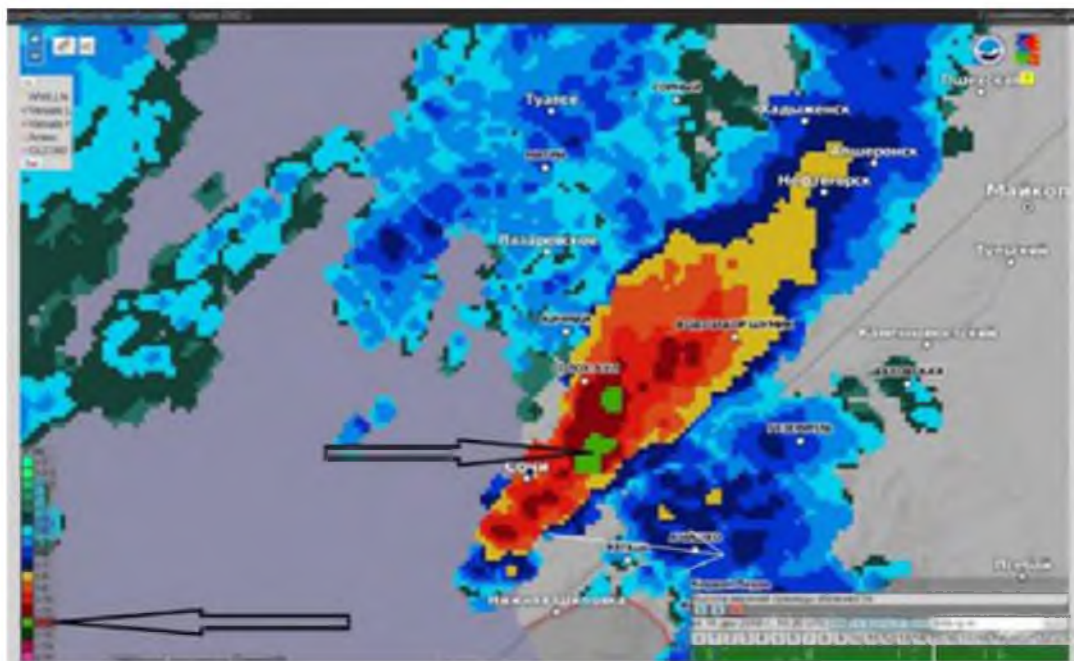


Рисунок 2.7 – Высота верхней границы облачности при грозовой активности

Пример направление смещения облачности в районе АМСГ-I Сочи приведен на рисунке 2.8.

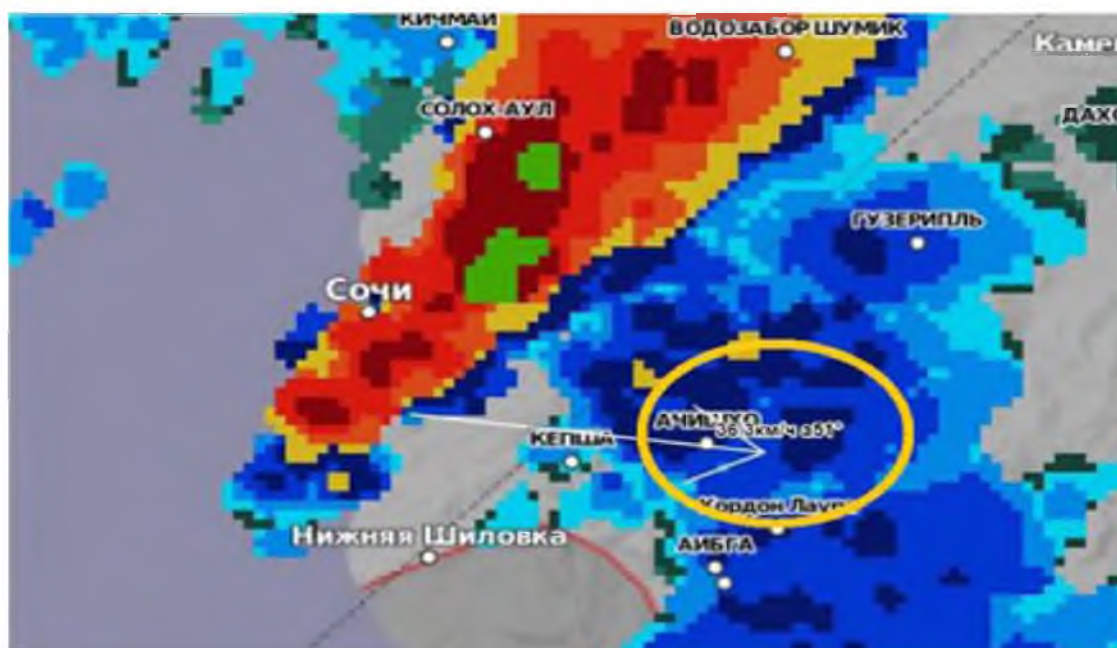


Рисунок 2.8 – Направление смещения облачности[19]

Возможность наблюдения за кучево-дождевой облачностью и грозой позволяет с помощью ГИС систем сокращать время и точность прогнозирования гроз и связанными с ними явлениями.

Рабочее место синоптика АМСГ-I Сочи (Адлер) представлено на рисунке 2.9 [9].

Для анализа карты метеоявлений с радиолокатора (ДМРЛ) «WRM200 Ахун» достаточно наблюдать за анимацией и цветовой расшифровкой, расположенной справа.

Вероятность грозы дается в разных градациях: 30-70%; 70-90%; >90%

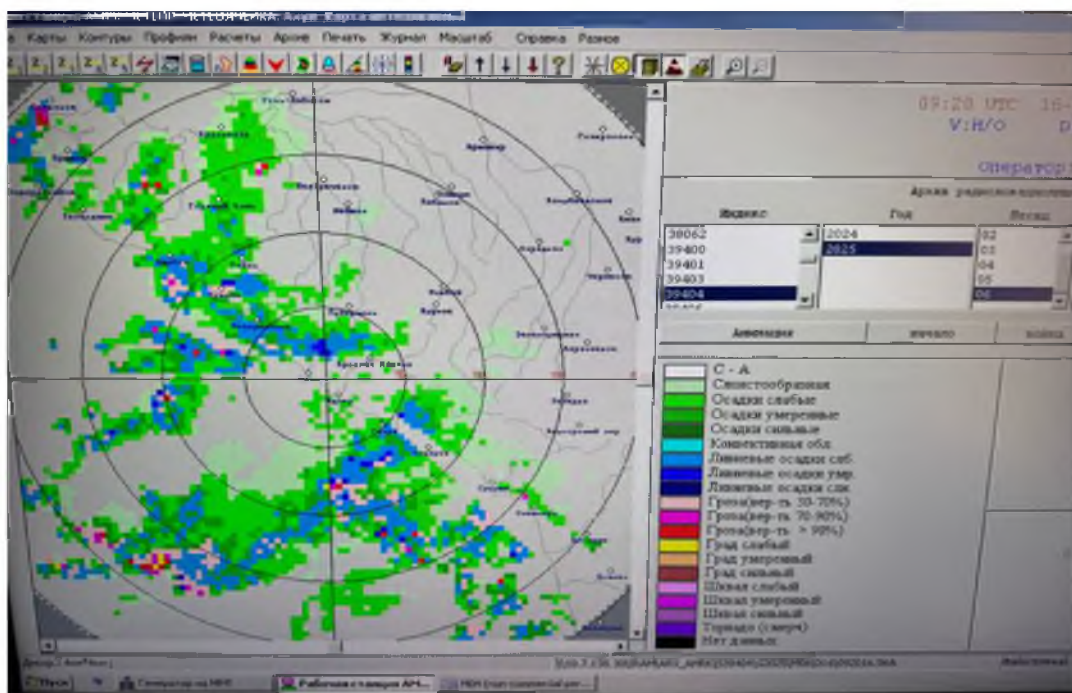


Рисунок 2.9 – Карта метеоявлений с радиолокатора (ДМРЛ) «WRM200 Ахун»

Анимация позволяет наблюдать за комплексом метеоявлений, так как они представлены на карте в разной цветовой гамме.

3 Анализ грозовой деятельности на АМСГ-I Сочи(Адлер)

3.1 Характеристика грозовой деятельности на АМСГ-I Сочи(Адлер)

Статистические особенности гроз, наблюдаемых на аэрометеорологической гражданской станции (АМСГ) Сочи, включают анализ данных инструментальных измерений и учёт территориальных факторов, влияющих на грозовую активность.

Число дней с грозой в году. Определяется по данным инструментальных наблюдений и сравнивается с многолетними нормами для Сочи.

Продолжительность гроз. Учитывается, как она зависит от других метеорологических явлений, например, от обильных осадков.

Территориальное распределение грозовой активности. Анализируется, где и при каких условиях формируются грозовые очаги, как они перемещаются.

Методы сбора данных представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 –Методы сбора данных по грозе на АМСГ-I Сочи (Адлер)[1]

№ п/п	Методы сбора данных
1.	Автоматизированный метеорологический радиолокационный комплекс «Метеоячейка». Он позволяет обнаруживать грозовые очаги и определять их характеристики (максимальная высота верхней границы радиоэха, радиолокационная отражаемость)
2.	Данные, передаваемые с борта воздушных судов. С борта проводятся специальные наблюдения за грозами, в том числе скрытыми и маскированными
3.	Информация от видеокамер погодного наблюдения. Они расположены по всей зоне аэродрома Сочи и дополняют данные, полученные с других источников

Грозы на АМСГ-I Сочи(Адлер) наблюдаются и характерны в течение всего года.

Многолетние наблюдения показывают, что в среднем за год бывает 36 дней с грозой со стандартным отклонением 4 дня. Чаще всего грозы наблюдаются в летний период до 13 дней в месяц. Реже всего грозы возникают в марте и апреле и их показатель составляет от 0,4 до 0,7 дней.

В таблице 3.2 представлена статистика явлений погоды в течение года, наблюдаемые на АМСГ-I Сочи (Адлер).

Чаще всего наблюдается ливневый дождь – 720 часов в году. На втором месте это гроза – 176 часов. Часто эти явления происходят в паре друг с другом.

Чаще всего гроза наблюдалась в июле – 42 часа, реже всего в марте – 2 часа. В январе, феврале и ноябре гроза отсутствовала.

Таблица 3.2 – Статистическая характеристика дней с явлениями погоды на АМСГ-I Сочи (Адлер)[1]

явления	Месяц												год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
туман	1	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	6
гроза	0	0	2	6	11	37	42	37	29	8	0	4	176
гололед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
метель	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
град	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
песч. буря	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
дымка, дым. мгла	0	1	4	5	3	0	1	0	0	1	3	0	18
морось	0	4	2	4	4	2	0	0	0	0	1	0	17
дождь	1	2	3	4	2	2	0	0	0	0	1	1	16
ливн. дождь	91	64	83	71	60	48	37	20	42	57	64	83	720
снег	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ливн. снег	12	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	20

Годовую статистику явлений погоды отобразим на рисунке 3.1.

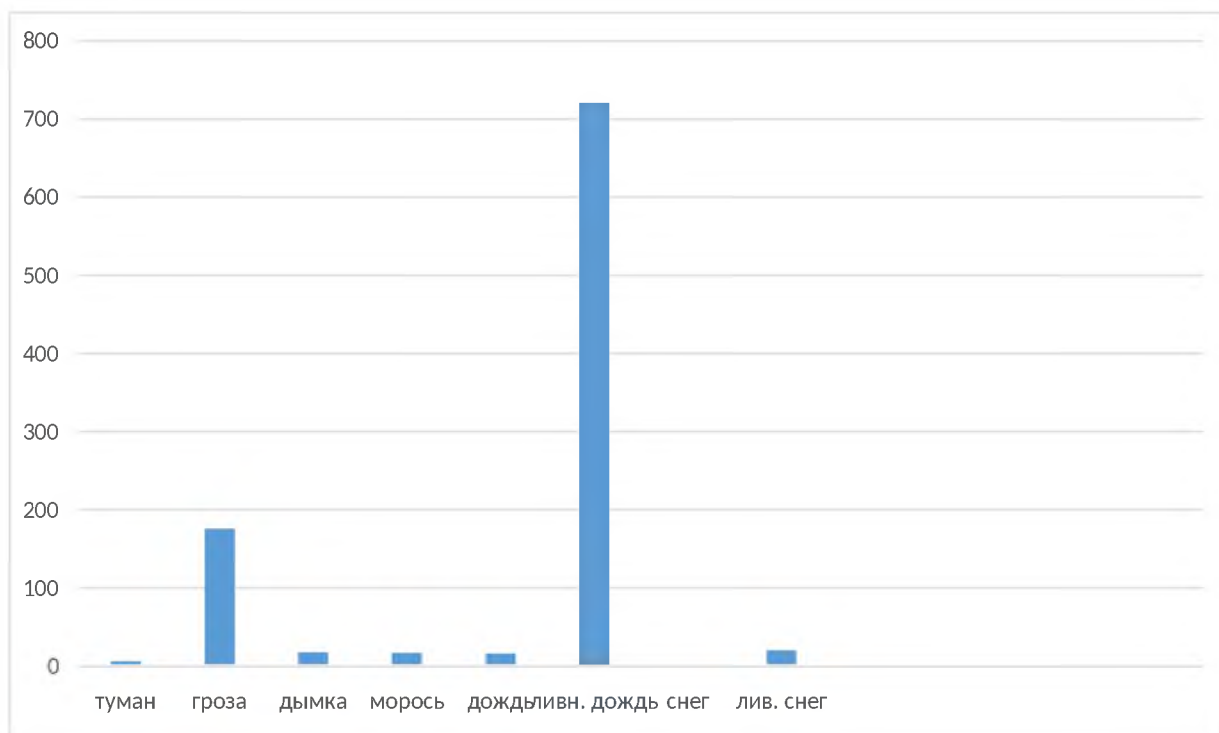


Рисунок 3.1 – Годовая статистика явлений погоды на АМСГ-I Сочи (Адлер)

На рисунке 3.2 отображена годовая динамика среднего числа часов с грозой на АМСГ-I Сочи (Адлер).

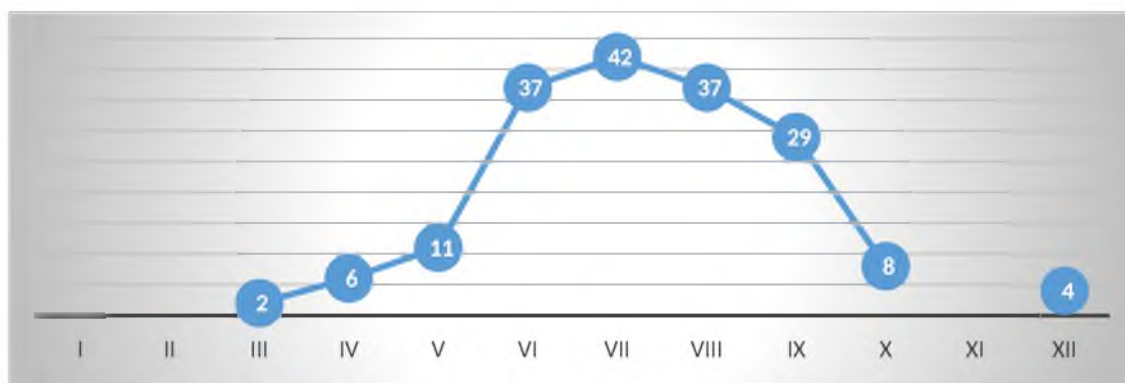


Рисунок 3.2 – Годовая динамика среднего числа часов с грозой на АМСГ-I Сочи (Адлер)

Проведем анализ повторяемости, %, гроз АМСГ-I Сочи (Адлер). Анализ будем проводить на основании таблицы 3.3 [1]

Таблица 3.3 – Статистика повторяемости, %, гроз АМСГ-I Сочи (Адлер)

Время (СВЧ), ч, мин.	месяц												год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
00.00	0	0	0,1	0,1	0,2	0,5	0,5	0,4	0,3	0,1	0	0,1	0
00.30	0	0	0	0,1	0,1	0,5	0,7	0,4	0,4	0,1	0	0,1	0
01.00	0	0	0	0,1	0,1	0,4	0,6	0,5	0,4	0,1	0	0,1	0
01.30	0	0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,7	0,6	0,3	0,1	0,1	0,1	0
02.00	0	0	0,1	0	0,1	0,2	0,7	0,7	0,2	0,2	0	0,1	1
02.30	0	0	0,1	0	0,1	0,3	0,5	0,5	0,2	0,2	0	0	0
03.00	0	0	0	0	0,1	0,3	0,3	0,4	0,4	0,2	0	0,1	0
03.30	0	0	0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,2	0	0,1	0
04.00	0	0	0	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,3	0,1	0,1	0
04.30	0	0	0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,6	0,5	0,2	0,1	0,1	0
05.00	0	0	0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,6	0,4	0,3	0	0	0
05.30	0	0	0	0,1	0	0,3	0,2	0,5	0,3	0,2	0	0,1	0
06.00	0	0	0	0,1	0	0,3	0,2	0,4	0,4	0,2	0	0,2	0
06.30	0	0,1	0,1	0	0	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2	0,1	0,1	0
07.00	0	0,1	0	0	0	0,2	0,3	0,2	0,4	0,2	0	0,1	0
07.30	0,1	0,1	0	0	0	0,2	0,4	0,2	0,6	0,2	0	0,1	0
08.00	0	0	0	0	0,1	0,2	0,4	0,1	0,4	0,1	0	0	0
08.30	0,1	0	0	0	0,1	0,2	0,4	0,1	0,4	0,2	0	0,1	0
09.00	0	0	0	0	0,1	0,3	0,3	0,1	0,5	0,1	0	0,1	0
09.30	0	0	0,1	0	0	0,3	0,3	0,2	0,3	0	0	0	0
10.00	0	0	0,1	0	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0	0	0	0
10.30	0	0	0	0	0,1	0,2	0,4	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0
11.00	0	0	0	0	0,1	0,5	0,5	0,3	0,4	0,2	0,1	0	0
11.30	0	0	0	0	0,1	0,4	0,4	0,2	0,4	0,1	0	0	0

Продолжение таблицы 3.3

12.00	0	0	0	0	0,1	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0	0	0
12.30	0	0	0	0,1	0,1	0,3	0,4	0,3	0,4	0,1	0,1	0,1	0
13.00	0,1	0	0	0,1	0	0,2	0,2	0,4	0,4	0,1	0,1	0,1	0
13.30	0,1	0	0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,4	0,2	0,2	0,1	0	0
14.00	0,1	0	0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0	0,1	0
14.30	0,1	0	0	0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0	0,1	0
15.00	0,1	0,1	0	0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0	0
15.30	0	0	0	0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,1	0	0,1	0
16.00	0,1	0	0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,1	0	0,1	0
16.30	0	0	0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0	0,1	0
17.00	0	0	0	0	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,1	0	0,1	0
17.30	0	0	0	0,1	0,1	0,3	0,2	0,3	0,3	0,1	0	0,1	0
18.00	0,1	0	0	0	0,1	0,4	0,1	0,4	0,3	0	0	0,1	0
18.30	0,1	0	0	0	0,2	0,4	0,2	0,4	0,3	0,1	0	0	0
19.00	0	0	0	0	0,1	0,4	0,1	0,4	0,3	0,1	0	0,1	0
19.30	0,1	0	0,1	0	0,1	0,5	0,1	0,3	0,2	0,1	0	0	0
20.00	0,1	0	0	0	0,2	0,4	0,2	0,3	0,2	0,1	0	0	0
20.30	0,1	0	0,1	0,1	0,2	0,4	0,2	0,3	0,2	0,2	0	0	0
21.00	0,1	0	0	0,2	0,1	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0	0	0
21.30	0,1	0	0	0,1	0,1	0,4	0,3	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1	0
22.00	0,1	0	0	0,1	0,1	0,5	0,3	0,7	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1
22.30	0,1	0	0,1	0	0,1	0,5	0,5	0,7	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1
23.00	0,1	0,1	0,1	0	0,3	0,4	0,5	0,6	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1
23.30	0,1	0	0,1	0,1	0,2	0,4	0,6	0,4	0,4	0,1	0	0,1	0
Ср.знач.	0	0	0	0	0,1	0,3	0,3	0,4	0,3	0,1	0	0,1	87328

В январе повторяемость непрерывной продолжительности грозы 1 час и менее составляет 77,8%, продолжительность 1-3 часа – 11,1%, продолжительность 3-6 часа – 11,1%. Гроза продолжительностью более 6 часов за исследуемый период не наблюдалась. Максимальная продолжительность грозы составила за исследуемый период 4,5 часа, а средняя продолжительность – 1,2 часа.

Статистика средних значений повторяемости грозы показывает, что показатель составляет – 0,13%, который складывается за период май-декабрь, исключая ноябрь.

Максимум повторяемости наблюдался в июне, июле, августе и сентябре – 0,3...0,4%, минимум в январе, феврале, марте, апреле и ноябре – менее 0,1%.

Максимум повторяемости суточного хода грозы наблюдается для июня в 0,5% в часы: 00:00ВСВ, 00:30ВСВ, 11:00ВСВ, 19:30ВСВ, 22:00ВСВ и

22:30ВСВ. Для июля в 0,5...0,7% в часы: с 00:00ВСВ до 02:30ВСВ, 11:00ВСВ, 22:30ВСВ, 23:00ВСВ, 23:30ВСВ. Для августа в 0,5...0,7% в часы: с 01:00ВСВ до 02:00ВСВ, с 04:30ВСВ до 05:30ВСВ, с 22:00ВСВ до 23:00ВСВ. Для сентября в 0,5% и 0,6% в часы: 04:30ВСВ, 07:30ВСВ, 09:00ВСВ, 22:30ВСВ.

Повторяемость гроз составило: в мае – 0,1%, в июне – 0,3%, в июле – 0,3%, в августе – 0,4%, в сентябре – 0,3%, в октябре – 0,1%, в декабре – 0,1%.

Статистика повторяемости в % непрерывной продолжительности гроз на АМСГ-I Сочи (Адлер) представим в таблице 3.4 [1]

Таблица 3.4 – Статистика повторяемости в %, непрерывной продолжительности гроз на АМСГ-I Сочи (Адлер)

месяц	Продолжительность, ч										
	<1	1-3	3-6	6-12	12-18	18-24	>24	Среднее число периодов	Средняя продолжительность, ч	Макс. Продолжительность, ч	Общая Продолжительность
январь	77,8	11,1	11,1	0	0	0	0	1,8	1,2	4,5	10,5
февраль	100	0	0	0	0	0	0	0,8	0,6	1	2,5
март	66,7	33,3	0	0	0	0	0	1,2	1	2	6
апрель	82,4	17,6	0	0	0	0	0	3,4	1	2	16,5
май	47,6	38,1	14,3	0	0	0	0	4,2	1,8	6	38
июнь	48,6	35,7	12,9	2,9	0	0	0	14	1,9	7,5	135
июль	43,5	30,6	19,4	6,5	0	0	0	12,4	2,2	9,5	137
август	35,7	52,4	9,5	2,4	0	0	0	16,8	1,9	7	158
сентябрь	51,3	33,8	12,5	2,5	0	0	0	16	1,9	9,5	151
октябрь	54,3	28,6	17,1	0	0	0	0	7	1,7	6	59
ноябрь	91,7	8,3	0	0	0	0	0	2,4	0,8	1,5	9
декабрь	68,4	26,3	5,3	0	0	0	0	3,8	1,1	3,5	21,5
год	51,1	34,6	11,9	2,4	0	0	0	419	1,8	9,5	744

Среднегодовая повторяемость непрерывной продолжительности грозы 1 час и менее составляет 51,1%, продолжительность 1-3 часа – 34,6%, продолжительность 3-6 часов – 11,9%, продолжительность 6-12 часов – 2,4%. Гроз с продолжительностью более 12 часов за исследуемый период не наблюдалась. Максимальная продолжительность грозы составила за исследуемый период 9,5 часов (в июле и в сентябре). Средняя продолжительность составила 1,8 часа.

В феврале повторяемость непрерывной продолжительности грозы 1 час и менее составляет 100,0%. Гроза продолжительностью более 1 часа за исследуемый период не наблюдалась. Максимальная продолжительность грозы составила за исследуемый период 1 час, а средняя продолжительность – 0,6 часа.

В марте повторяемость непрерывной продолжительности грозы 1 час и менее составляет 66,7%, продолжительность 1-3 часа – 33,3%. Гроза продолжительностью более 3 часов за исследуемый период не наблюдалась. Максимальная продолжительность грозы составила за исследуемый период 2 часа, а средняя продолжительность – 1 час.

В апреле повторяемость непрерывной продолжительности грозы 1 час и менее составляет 82,4%, продолжительность 1-3 часа – 17,6%. Гроза продолжительностью более 3 часов за исследуемый период не наблюдалась. Максимальная продолжительность грозы составила за исследуемый период 2 часа, а средняя продолжительность – 1 час.

В мае повторяемость непрерывной продолжительности грозы 1 час и менее составляет 47,6%, продолжительность 1-3 часа – 38,1%, продолжительность 3-6 часа – 14,3%. Гроза продолжительностью более 6 часов за исследуемый период не наблюдалась. Максимальная продолжительность грозы составила за исследуемый период 6 часов, а средняя продолжительность – 1,8 часа.

В июне повторяемость непрерывной продолжительности грозы 1 час и менее составляет 48,6%, продолжительность 1-3 часа – 35,7%, продолжительность 3-6 часа – 12,9%, продолжительность 6-12 часа - 2,9%. Гроза продолжительностью более 12 часов за исследуемый период не наблюдалась.

Максимальная продолжительность грозы составила за исследуемый период 7,5 часа, а средняя продолжительность – 1,9 часа.

В июле повторяемость непрерывной продолжительности грозы 1 час и менее составляет 43,5%, продолжительность 1-3 часа – 30,6%,

продолжительность 3-6 часа – 19,4%, продолжительность 6-12 часа – 6,5%. Гроза продолжительностью более 12 часов за исследуемый период не наблюдалась.

Максимальная продолжительность грозы составила за исследуемый период 9,5 часа, а средняя продолжительность – 2,2 часа.

В августе повторяемость непрерывной продолжительности грозы 1 час и менее составляет 35,7%, продолжительность 1-3 часа – 52,4%, продолжительность 3-6 часа – 9,5%, продолжительность 6-12 часа – 2,4%. Гроза продолжительностью более 12 часов за исследуемый период не наблюдалась. Максимальная продолжительность грозы составила за исследуемый период 7 часа, а средняя продолжительность – 1,9 часа.

В сентябре повторяемость непрерывной продолжительности грозы 1 час и менее составляет 51,3%, продолжительность 1-3 часа – 33,8%, продолжительность 3-6 часа – 12,5%, продолжительность 6-12 часа – 2,5%. Гроза продолжительностью более 12 часов за исследуемый период не наблюдалась.

Максимальная продолжительность грозы составила за исследуемый период 9,5 часа, а средняя продолжительность – 1,9 часа.

В октябре повторяемость непрерывной продолжительности грозы 1 час и менее составляет 54,3%, продолжительность 1-3 часа – 28,6%, продолжительность 3-6 часа – 17,1%. Гроза продолжительностью более 6 часов за исследуемый период не наблюдалась. Максимальная продолжительность грозы составила за исследуемый период 6 часов, а средняя продолжительность – 1,7 часа.

В ноябре повторяемость непрерывной продолжительности грозы 1 час и менее составляет 91,7%, продолжительность 1-3 часа – 8,3%. Гроза продолжительностью более 3 часов за исследуемый период не наблюдалась. Максимальная продолжительность грозы составила за исследуемый период 1,5 часов, а средняя продолжительность – 0,8 часа.

В декабре повторяемость непрерывной продолжительности грозы 1 час и

менее составляет 68,4%, продолжительность 1-3 часа – 26,3%, продолжительность 3-6 часа – 5,3%. Гроза продолжительностью более 6 часов за исследуемый период не наблюдалась. Максимальная продолжительность грозы составила за исследуемый период 3,5 часов, а средняя продолжительность – 1,1 часа [6].

3.2 Синоптические процессы, обуславливающие грозовые условия на АМСГ-I Сочи (Адлер)

Грозы в районе аэродрома Сочи (Адлер) (АМСГ-I) возникают из-за сочетания фронтальной деятельности и термической конвекции.

Изучение синоптических условий образования гроз в районе АМСГ-I Сочи (аэродрома Адлер) имеет важное значение, в частности, для метеорологического обеспечения безопасности полётов самолётов и поддержания высокой экономической деятельности авиакомпаний и аэропорта в целом.

Некоторые аспекты, в которых проявляется значимость таких исследований:

- ~ прогнозирование гроз. На основе анализа атмосферных процессов и закономерностей их развития составляется прогноз погоды, что позволяет предвидеть опасные явления;

- ~ своевременное обнаружение грозовых очагов. Это важно, когда есть необходимость полёта с пересечением зон грозовой деятельности, чтобы можно было обойти такие зоны;

- ~ оценка влияния местных физико-географических и сезонных особенностей на развитие атмосферных процессов и погоду.

Таким образом, изучение синоптических условий образования гроз помогает снизить риски, связанные с грозовыми явлениями, и обеспечить комфортные условия для работы аэропорта и авиакомпаний [11].

Увеличение числа гроз на АМСГ-I Сочи (Адлер) приходится на тёплую половину года с апреля по октябрь, когда наблюдаются фронтальные и внутримассовые грозы.

Внутримассовые грозы образуются в послеполуденные часы за счёт термической конвекции над сушей. Морские внутримассовые грозы наблюдаются во вторую половину ночи, как результат конвекции над морем.

Фронтальные грозы явление более частое, наблюдаются при прохождении холодных основных и вторичных фронтов и фронтов окклюзии.

Интенсивность и продолжительность гроз зависит от интенсивности фронта, от температурных контрастов у земли и на высотах, от распределения влажности воздуха.

Максимум числа гроз приходится на месяцы июль, август, сентябрь.

Фронтальные грозы наблюдаются в течение всего тёплого периода, а внутримассовые имеют единичные случаи в апреле и октябре с увеличением числа случаев связанного с ростом температуры воздуха месяцы июнь, июль и август.

Типовые процессы при возникновении внутримассовых гроз представлены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 –Типовые процессы при возникновении внутримассовых гроз

№ п/п	Типовые процессы
1.	грозы, возникшие за фронтом: а) в размытом барическом поле; б) в области гребня; в) на восточной периферии антициклона.
2.	грозы, связанные с депрессией, занимающей районы Ближнего Востока или её ложбиной.

Условия, необходимые для образования внутримассовых гроз представим в таблице 3.6.

Грозы, возникшие при первом типе повсеместные и продолжительные, отмечаются в ночное и дневное время, при втором типе менее интенсивны, часто без выпадения осадков.

Таблица 3.6 – Условия, необходимые для образования внутримассовых гроз

№ п/п	Условия, необходимые для образования внутримассовых гроз
1.	Наличие одного из вышеуказанного типового процесса барических полей.
2.	Высотный циклон или высотная барическая ложбина над востоком Чёрного моря.
3.	Термическая ложбина или самостоятельный очаг холода над востоком Чёрного моря.
4.	Стратификация атмосферы в утренние часы неустойчивая или безразличная, при южной депрессии – устойчивая.
5.	Большая влажность воздуха во всём слое от земли до 500 мб поверхности, сумма дефицитов влажности на трёх поверхностях менее 20 грамм, при грозах, образовавшихся на восточной периферии антициклона, сумма дефицитов равна 12-15 грамм. При втором типе влагосодержание воздуха недостаточное, сумма дефицитов влажности на трёх поверхностях менее или равна 30 грамм.
6.	Ветры слабые восточные, юго-восточные, при первом типе с 1500 метров переходят на юго-западные.
7.	Рост, реже ровный ход давления у земли.

Типы фронтальных гроз представлены в таблице 3.7[8].

Таблица 3.7 –Типы фронтальных гроз

№ п/п	Типы фронтальных гроз
1.	грозы, возникшие на холодных фронтах, которые проходят от циклонов с центрами над южными районами: востоком, юго-востоком Чёрного моря, Азовским морем, Кубанью, Ростовской областью, Крымской республикой, югом Украины и в ложбине, ориентированной с юго-востока.
2.	грозы, связанные с основными и вторичными холодными фронтами, проходящими от циклонов с центрами над ЕТР.
3.	грозы, возникшие на холодных фронтах, проходящих в области повышенного давления. При данном типе процессы слабые, фронтальные разделы размываются.

Условия возникновения фронтальных гроз представим в таблице 3.8.

При прохождении фронтальных гроз отмечается вынужденная или термическая конвекция. Это связано со своеобразием рельефа нашего района. Склоны гор образуют как бы фронтальную поверхность, по которой происходит восхождение тёплого, насыщенного над водной поверхностью влагой воздуха.

Грозы, связанные с прохождением фронтов окклюзии, всегда проходят в ложбине, ориентированной с юго-востока на Черноморское побережье Кавказа. На высотах над нашими районами может находиться высотный циклон,

высотная барическая ложбина или гребень высокого давления. Термическое поле представлено гребнем тепла, проходящим с юга или юго-востока на побережье и ложбиной холода, направленной с севера на западную половину Чёрного моря.

Таблица 3.8 – Условия возникновения фронтальных гроз

№ п/п	Условия возникновения фронтальных гроз
1.	Наличие высотной барической ложбины или высотного циклона над восточной половиной Чёрного моря.
2.	Наличие термической ложбины или самостоятельного очага холода над Чёрным морем, при первом типе – гребня тепла, ориентированного с юго-востока на побережье и отступающего к востоку.
3.	Неустойчивая или безразличная стратификация атмосферы, при первом типе встречается устойчивая по зондированию в утренние часы.
4.	Зона увеличенных контрастов температуры над востоком Чёрного моря, при третьем типе не наблюдается.
5.	Усиление адвекции холода на восток Чёрного моря, наблюдается при ложбине холода, при самостоятельном очаге холода и при третьем типе усиления адвекции холода на побережье не наблюдается.
6.	Юго-восточный, юго-западный поток на высотах.

В период с декабря по февраль на аэродроме Сочи с вероятностью от 3 до 11% наблюдаются зимние грозы. Возникновение зимних гроз почти равновероятно в любое время суток.

Из рассмотренных случаев с развитием зимней грозы было связано с приближающимся к побережью холодным фронтом. Реже зимние грозы возникают у центров частных циклонов, образовавшихся в стационарном зимней Черноморской депрессией, вследствие неравномерного изменения давления.

Характеристика типов грозообразующих процессов по направленности холодных вторжений представлены в таблице 3.9.

Формирование зимних гроз и кучево-дождевой облачности на Черноморском побережье Кавказа имеет сложный характер. Вследствие реализации потенциальной энергии неустойчивости образуется система облаков As-Ns, в массе которых формируются отдельные кучево-дождевые облака. Обложные осадки чередуются ливневыми. Грозовые облака,

оказываются замаскированными спокойной облачностью слоистых форм, нередко при этом общая масса облаков носит многослойный характер.

Таблица 3.9 – Характеристика типов грозообразующих процессов по направленности холодных вторжений

№ п/п	Тип	характеристика
1.	северо-западные вторжения	Северо-западные вторжения холода осуществляется в тылу глубоких, меридионально направленных ложбин циклонов, центры которых проходят по северным и центральным районам ЕТР. С процессами этого типа было связано 50% всех зимних гроз.
2.	западные вторжения	Западные вторжения холода наблюдаются в тылу циклонов, которые проходят с запада на восток над югом Украины и Северным Кавказом. С процессами второго типа наблюдалось 44% зимних гроз.
3.	частный циклогенез	Процессы образования зимних гроз, связанных с частным циклогенезом в стационарной Черноморской депрессии. Частные циклоны в этом случае чаще всего образуются у восточных берегов Чёрного моря над его глубоководной и наиболее тёплой частью, что соответствует выводам Фишера. При этом грозы носили непродолжительный характер, менее 1 часа.

Из статистики прошлых лет видно, что только 43-45% холодных фронтов зимой при приближении к побережью вызывают грозы. Однако формирование кучево-дождевой облачности и выпадение ливневых осадков наблюдаются почти при каждом холодном вторжении – 89% случаев. Ежегодно имеются случаи, когда воздушные суда при полёте в зоне холодного фронта, не вызывающего гроз, и особенно при заходе на посадку в аэропорт Сочи попадали в зону действия электрического разряда. Поэтому полёты в холодный период времени в аэропорту Сочи никогда нельзя считать полностью безопасными с метеорологической точки зрения.

3.3 Формирование информации о грозе на АМСГ-ИСочи (Адлер)

Информация о грозе на авиационной метеорологической станции АМСГ-И Сочи (Адлер) формируется в соответствии с правилами, установленными для

наблюдения и передачи штормовых сообщений. Эти правила регламентированы инструкцией РД 52.04.563-2013.

Информация о грозах на АМСГ-I Сочи (Адлер)формируется следующим образом:

~ формируются штормовые сообщения. В них указывают начало и окончание грозы, а также другие параметры явления (например, скорость ветра, видимость);

~ выпускается сводка METAR – фактические данные о погоде, которые выпускаются каждые 30 минут. В сводку включают информацию о грозах;

~ создаётся прогноз погоды с учётом данных о грозах.

Сообщение об окончании грозы подаётся через 15 минут после последнего удара грома.

В штормовых сообщениях о грозах АМСГ-I Сочи (Адлер)используется кодированное представление информации с использованием национального варианта международного кода RF 6/04 WAREP. Открытый текст применяется только в случае отсутствия или выхода из строя автоматизированных средств формирования и передачи данных.

Журнал оценки опасных явлений на аэродроме Сочи по грозе представим в таблице 3.10 [1].

Таблица 3.10 – Журнал оценки опасных явлений на аэродроме Сочи по грозе

Дата	Время начала и окончания ОЯ	Вид опасного явления	Метод прогнозирования	Заблаговременность
Январь 2024				
12.01.2024	08:09-08:20	Гроза В	син	21:14
RVC= 1 R аэродром = 0				
Февраль 2024				
04.02.2024	21:08-22:30	Гроза СЗ	син	10:13
05.02.2024	05:53-06:05	Гроза В	син	04:00
RVC= 2 R аэродром = 0				
Декабрь 2024				
06.12.2024	02:17-03:06	Гроза Ю	син	12:23
06.12.2024	02:20-03:30	Гроза а/э	син	12:25
12.12.2024	09:39-10:10	Гроза СЗ	син	00:20

Продолжение таблицы 3.10

12.12.2024	10:56-11:05	Гроза В	син	01:37
12.12.2024	13:31-14:01	Гроза СЗ	син	02:35
12.12.2024	15:44-16:05	Гроза СЗ	син	04:49
12.12.2024	15:47-16:05	Гроза а/э	син	04:52
17.12.2024	01:23-01:30	Гроза а/э	син	23:28
17.12.2024	01:30-01:45	Гроза Ю	син	23:25

Пример штормового предупреждения по АМСГ-I Сочи (Адлер) представлен на рисунке 3.3[1].

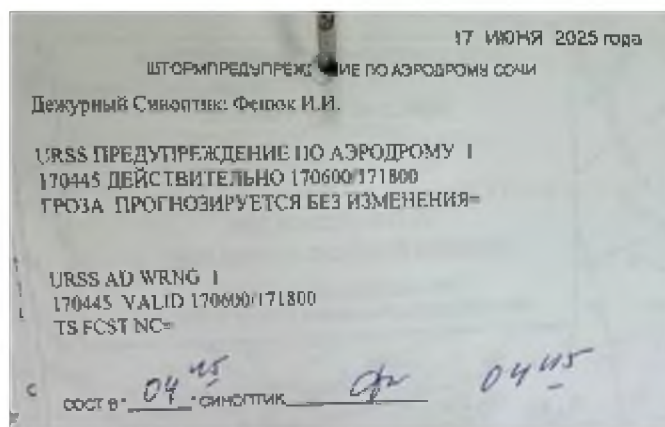


Рисунок 3.3 – Пример штормового предупреждения по АМСГ-I Сочи (Адлер)

ТАФпрогноз погоды по АМСГ-I Сочи (Адлер) представлен на рисунке 3.4.

Выпускается сводка METARпо АМСГ-I Сочи (Адлер) выглядит следующим образом:

METAR URSS 160330Z 03003MPS 9000 VCTS -SHRA SCT017 OVC030CB

14/13 Q1011 WS ALL RWY R02/290060 R06/290060 NOSIG RMK R06/04003MPS MT OBSC QFE757=

METAR URSS 160400Z 02005MPS 9999 VCTS SCT016 OVC029CB 14/12 Q1011 WS ALL RWY R02/290060 R06/290060 NOSIG RMK R06/01003MPS MT OBSC QFE757=

METAR URSS 160400Z 02005MPS 9999 VCTS SCT016 OVC029CB 14/12 Q1011 WS ALL RWY R02/290060 R06/290060 NOSIG RMK R06/01003MPS MTOBSCQFE757=

TAF (FT) прогноз погоды по аэродрому Сочи

Дежурный синоптик : Фенюк И.И.

TAF URSS 161956Z 1621/1721 06005G10MPS 5000 -SHRA BKN016 BKN030CB
 OVC100 TEMPO 1621/1706 VRB16MPS 0500 +TSGRRA SQ BKN006 BKN030CB
 OVC100 FM170600 17005G10MPS 9999 SCT016 SCT030CB BKN100 TEMPO
 1706/1715 VRB10MPS -TSRA BKN016 BKN030CB BKN100 BECMG 1716/1717
 05003G08MPS=

Составлен в 19:56 16-06-2025 Синоптик Фенюк И.И.

TAF (FT) прогноз погоды по аэродрому Сочи

Дежурный синоптик : Фенюк И.И.

TAF URSS 162256Z 1700/1724 06005G10MPS 5000 -SHRA BKN016 BKN030CB
 OVC100 TEMPO 1700/1706 VRB16MPS 0500 +TSGRRA SQ BKN006 BKN030CB
 OVC100 FM170600 17005G10MPS 9999 SCT016 SCT030CB BKN100 TEMPO
 1706/1715 VRB12MPS -TSRA BKN016 BKN030CB BKN100 BECMG 1716/1717
 05003G08MPS=

Составлен в 22:56 16-06-2025 Синоптик Фенюк И.И.

TAF (FT) прогноз погоды по аэродрому Сочи

Дежурный синоптик : Фенюк И.И.

TAF URSS 170155Z 1703/1803 06005G10MPS 5000 -SHRA BKN016 BKN030CB
 OVC100 TEMPO 1703/1707 VRB16MPS 0500 +TSGRRA SQ BKN006 BKN030CB
 OVC100 FM170700 17005G10MPS 9999 SCT016 SCT030CB BKN100 TEMPO
 1707/1716 VRB12MPS -TSRA BKN016 BKN030CB BKN100 BECMG 1716/1717
 05003G08MPS=

Составлен в 01:55 17-06-2025 Синоптик Фенюк И.И.

TAF (FT) прогноз погоды по аэродрому Сочи

Дежурный синоптик : Фенюк И.И.

TAF URSS 170457Z 1706/1806 17005G10MPS 9999 SCT016 BKN030CB BKN100
 TEMPO 1706/1709 VRB12MPS 3000 -TSRA BKN010 BKN030CB BKN100 TEMPO
 1709/1716 VRB12MPS -TSRA BECMG 1716/1717 05003G08MPS BKN016
 SCT030CB=

Составлен в 04:57 17-06-2025 Синоптик Фенюк И.И.

Рисунок 3.4 – TAFпрогноз погоды по АМСГ-I Сочи (Адлер)[1]

Сведения о средней по АМСГ-I Сочи (Адлер) оправдываемости расчётных методов прогноза метеоэлементов и явлений погоды за 2024 год представлены в таблице 3.11.

На АМСГ-I Сочи (Адлер) рассчитываются следующие виды прогнозов:

- ~ прогноз фазового состояния осадков;
- ~ прогноз низкой облачности по методу Якиной;
- ~ прогноз адвективных морских туманов по методу Ткаченко;
- ~ прогноз электризации (метод используется при отсутствии радиозондирования в Туапсе);
- ~ прогноз гроз над горами по методу Сосина;
- ~ прогноз гроз по методу Решетова;
- ~ прогноз зимних фронтальных гроз по методу Акулининой;
- ~ прогноз электризации по методу Решетова;
- ~ прогноз обледенения ВС по методу Годске.

Общее число прогнозов по грозе за 2024 год составило 688. Их оправдываемость для разных методов отличается. Выше оправдываемость по методу Сосина и составляет 85%. По методу Решетова – 82%.

Таблица 3.11 – Сведения о средней оправдываемости АМСГ-I Сочи (Адлер) расчётных методов прогноза метеоэлементов и явлений погоды за 2024 год [1].

№ п/п	Наименование метода (автор), уточнением какого метода является	Район прогноза		Заблаговременность, часы	Оправдываемость прогнозов									Предупрежденность явл. %
		пункт	территория		общая			с явлением			без явления			
					Число прогноз	Число Опр.	%	Число прогноз	Число Опр.	%	Число прогноз	Число Опр.	%	
1.	Прогноз фазового состояния осадков	Адлер	Район аэродрома Сочи	12ч	8	8	100	5	5	100	3	3	100	100
2.	Прогноз низкой облачности метод Якушиной	Адлер	Район аэродрома Сочи	6 – 9 часов	6	6	100	3	3	100	3	3	100	100
3.	Прогноз адекватных морских туманов метод Каченко	Адлер	Район аэродрома Сочи	6 – 9 часов	6	6	100	3	3	100	3	3	100	100
4.	Прогноз Электризации*	Адлер	Район аэродрома Сочи	По МРЛ и КБТ	0			0			0			
5.	Прогноз гроз над горами (метод Сосина)	Адлер	Район аэродрома Сочи	12ч	688	585	85	230	165	72	458	420	92	81
6.	Прогноз гроз (метод Решетова)	Адлер	Район аэродрома Сочи	12-24ч	688	561	82	330	233	71	358	328	92	89
7.	Прогноз зимних фронтальных гроз (метод Акулининой)	Адлер	Район аэродрома Сочи	6 - 12ч	12	12	100	7	7	100	5	5	100	100
8.	Прогноз Электризации (метод Решетова)	Адлер	Район аэродрома Сочи	6 - 12ч	3	3	100	3	3	100				100
9.	Прогноз обледенения ВС (метод Годика)	Адлер	Район аэродрома Сочи	12ч	65	60	92	39	38	97	26	22	85	90

Также были прогнозы зимних фронтальных гроз по методу Акулининой в количестве – 12, их оправдываемость составила 100%.

Предупрежденность по разным методам отличается. По методу Сосина составляет 81%. По методу Решетова – 89%. По методу Акулининой – 100%.

Заключение

В результате проведенного исследования сделаны следующие выводы:

~ основными методами и средствами наблюдений за грозами на АМСГ-ИСочи (Адлер) являются: грозопеленгатор TSS928; доплеровский метеорологический радиолокатор (ДМРЛ) «WRM200 Ахун»; данные, передаваемые с борта воздушных судов; информация от видеокамер погодного наблюдения;

~ многолетние наблюдения показывают, что в среднем за год бывает 36 дней с грозой со стандартным отклонением 4 дня. Чаще всего грозы наблюдаются в летний период до 13 дней в месяц. Реже всего грозы возникают в марте и апреле и их показатель составляет от 0,4 до 0,7 дней;

~ чаще всего гроза наблюдалась в июле – 42 часа, реже всего в марте – 2 часа. В январе, феврале и ноябре гроза отсутствовала;

~ статистика средних значений повторяемости грозы показывает, что показатель составляет – 0,13%, который складывается за период май-декабрь, исключая ноябрь;

~ максимум повторяемости суточного хода грозы наблюдается для июня в 0,5% в часы: 00:00ВСВ, 00:30ВСВ, 11:00ВСВ, 19:30ВСВ, 22:00ВСВ и 22:30ВСВ. Для июля в 0,5...0,7% в часы: с 00:00ВСВ до 02:30ВСВ, 11:00ВСВ, 22:30ВСВ, 23:00ВСВ, 23:30ВСВ. Для августа в 0,5...0,7% в часы: с 01:00ВСВ до 02:00ВСВ, с 04:30ВСВ до 05:30ВСВ, с 22:00ВСВ до 23:00ВСВ. Для сентября в 0,5% и 0,6% в часы: 04:30ВСВ, 07:30ВСВ, 09:00ВСВ, 22:30ВСВ.

~ среднегодовая повторяемость непрерывной продолжительности грозы 1 час и менее составляет 51,1%, продолжительность 1-3 часа – 34,6%, продолжительность 3-6 часов – 11,9%, продолжительность 6-12 часов – 2,4%. Гроз с продолжительностью более 12 часов за исследуемый период не наблюдалась. Максимальная продолжительность грозы составила за исследуемый период 9,5 часов (в июле и в сентябре). Средняя продолжительность составила 1,8 часа.

- ~ общая оправдываемость прогнозов по грозе составляет 82-100%;
- ~ основные проблемы наблюдения за грозами на АМСГ связаны с техническими и методологическими аспектами.
- ~ технические проблемы включают: ограниченность зоны контроля; отсутствие данных об электрических и микрофизических процессах; зависимость информации от особенностей работы радиолокатора; ухудшение условий для обзора; неудовлетворительное состояние ветрозащитных колпаков.
- ~ методологические проблемы включают:
- ~ сложности с различением ливневых и грозовых облаков. МРЛ распознают грозовые облака по косвенным вероятностным критериям, что может приводить к ошибкам;
- ~ задержка передачи данных. Карта радиолокационной информации поступает в АМСГ со значительной задержкой, что снижает её ценность в оперативной работе;
- ~ недостаточная изученность закономерностей образования гроз. Это затрудняет прогнозирование гроз, так как мезомасштабные процессы, связанные с конвекцией, слабо изучены.

Пути решения проблем:

- использование дистанционных методов. Например, применение РЛС различных диапазонов радиоволн или систем, которые фиксируют электрические процессы в облаке как индикатор его микрофизической перестройки;
- сопряжение МРЛ с сетью грозопеленгаторов. Это позволяет обнаруживать молнии, которые являются основным признаком грозового облака, и использовать их для распознавания грозовых очагов;
- корректировка критериев обнаружения. Критерии должны учитывать физико-географические особенности региона и меняться в разные сезоны года.

Список литературы

1. Архив АМСГ-ИСочи (Адлер)
2. Грозопеленгационная сеть LS8000. [Электронный ресурс] URL: <https://vgistikhiya.ru/index.php/uslugi-i-produktsiya/geofizicheskij-tsentr?start=1> (дата обращения: 07.04.2025)
3. Гроза [Электронный ресурс] URL: <https://meteoinfo.ru/glossary/5036-2012-04-26-12-51-35> (дата обращения: 21.03.2025)
4. Грозовые облака. [Электронный ресурс] URL: <https://firststep.ru/kulp/theory/lection-04-12.php> (дата обращения: 21.03.2025).
5. Динамика и современный режим грозовой активности над Центральным Предкавказьем. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dinamika-i-sovremennyy-rezhim-grozovoy-aktivnosti-nad-tsentralnym-predkavkaziem> (дата обращения: 21.03.2025)
6. Доплеровский метеорологический радиолокатор ФГБУ ЦАО. [Электронный ресурс] URL: https://yandex.ru/maps/org/doplerovskiy_meteorologi (дата обращения: 07.04.2025)
7. Изучение гроз, молний и атмосферного электричества. [Электронный ресурс] URL: <https://electricalschool.info/spravochnik/poleznoe/27-izuchenie-groz-i-molnii.html> (дата обращения: 21.03.2025)
8. Климатическая характеристика аэродрома Сочи (Адлер)
9. Карта районирования территории РФ по среднегодовой продолжительности гроз в часах. [Электронный ресурс] URL: <https://ezop.ru/services/karta> (дата обращения: 21.03.2025)
10. Мониторинг грозовой активности. [Электронный ресурс] URL: <https://www.meteorf.gov.ru/press/news/21057/> (дата обращения: 07.04.2025)
11. Общие сведения о конвективных условиях [Электронный ресурс] URL: https://old.math.tsu.ru/EEResources/IWS/text/15_2.html (дата обращения: 07.04.2025)
12. Оценка точности распознавания гроз по данным доплеровского

метеорологического лоатора ДМРЛ-С». [Электронный ресурс] URL: <https://mig-journal.ru/archive?id=5343> (дата обращения: 21.03.2025)

13. Пространственно-временная изменчивость грозовой активности на территории Северного Кавказа. [Электронный ресурс] URL: <https://method.meteorf.ru/publ/tr/tr389/html/08.html> (дата обращения: 07.04.2025)

14. Природа грозовой активности. [Электронный ресурс] URL: <https://ikfia.ysn.ru/priroda-grozovoj-aktivnosti/>. (дата обращения: 17.04.2025)

15. Приказ от 3 марта 2014 г. № 60 об утверждении федеральных авиационных правил «Предоставление метеорологической информации для обеспечения полетов воздушных судов [Электронный ресурс] URL: <https://favt.gov.ru/public/materials/a/7/2/3/0/a72300e09127a295dc84061799271a95.pdf> (дата обращения: 17.04.2025)

16. Приказ Минтранса РФ от 25 ноября 2011 г. N 293 «Об утверждении Федеральных авиационных правил «Организация воздушного движения в Российской Федерации». [Электронный ресурс] URL: <https://base.garant.ru/70117238/> (дата обращения: 10.05.2025)

17. Приказ Министерства транспорта РФ от 23 июля 2020 г. № 248 «Об утверждении границ зон (районов) Единой системы организации воздушного движения Российской Федерации, границ районов аэродромов (аэроузлов, вертодромов), границ классов А и С воздушного пространства» [Электронный ресурс] URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74473166/> (дата обращения: 11.05.2025)

18. Приложения 3 к Конвенции о международной гражданской авиации «Метеорологическое обеспечение международной аэронавигации» издание 20 июль 2018 г. [Электронный ресурс] URL: <https://caa.gov.kz/storage/app/media/icao/pril-3-metrologicheskoe-obespechenie.pdf> (дата обращения: 17.05.2025)

19. Распределение гроз на территории Южного федерального округа. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/raspredelenie-groz-na-territorii-yuzhnogo-federalnogo-okruga> (дата обращения: 17.04.2025)

20. РД 52.04.563-2013. [Электронный ресурс] URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/8ad/4293756585.pdf> (дата обращения: 17.05.2025)
21. Сайт LightningMap. [Электронный ресурс] URL: <https://www.lightningmaps.org> (дата обращения: 17.04.2025)
22. Сайт shtampik.com. Карта частоты гроз России [Электронный ресурс] URL: <https://shtampik.com/photo/karta-groz-> (дата обращения: 10.05.2025)
23. Толмачева, Н.И. Методы и средства гидрометеорологических измерений. [Электронный ресурс] URL: <http://szf.aviamettelecom.ru/wp-content/uploads/2014/02/Методы-и-средства-гидрометеорологических-измерений.pdf> (дата обращения: 07.04.2025)
24. Хромов, С.П. Мамонтова, Л.И. Метеорологический словарь. –Л.: изд. Гидрометеониздат, 1978. –398 с.
25. Физика грозových облаков. [Электронный ресурс] URL: <https://uhecr.sinp.msu.ru/assets/files/grozy.pdf> (дата обращения: 17.04.2025)