



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: «Анализ влияния опасных явлений погоды на полеты авиации в
районе аэродрома Кресты (г. Псков)»

Исполнитель Ширяева София Вадимовна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Волобуева Ольга Васильевна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой


(подпись)

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

Анискина Ольга Георгиевна
(фамилия, имя, отчество)

« 04 » июня 2025 г.

Санкт-Петербург
2025

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
1. УСЛОВИЯ ПОЛЕТОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЯХ, УХУДШАЮЩИХ ВИДИМОСТЬ.....	5
1.1. Грозы, шквалы, смерчи как опасные для авиации явления погоды	7
1.2. Влияние атмосферной турбулентности на полеты воздушных судов	8
1.3. Влияние ветра на полеты воздушных судов. Сдвиг ветра	9
1.4. Обледенение воздушных судов и его влияние на полеты самолетов	10
1.5. Факторы, определяющие степень сложности СМУ	11
1.6. Минимумы погоды	11
1.7. Особо опасные явления погоды	12
2. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АЭРОДРОМА КРЕСТЫ ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ	13
2.1. Физико-географическое описание аэродрома Кресты, Псковской области	13
2.2. Климатическая характеристика аэродрома.....	15
2.3. Синоптико-климатическая характеристика района аэродрома.....	16
2.3.1. Типы синоптических процессов	16
2.3.2. Северо-западный тип	18
2.3.3. Западный тип	20
2.3.4. Южный тип	22
2.3.5. Юго-западный тип.....	24
2.3.6. Северо-восточный тип (ультраполярное вторжение)	26
2.3.7. Юго-западный тип (гребень Азорского антициклона)	28
3. ОПАСНЫЕ ДЛЯ АВИАЦИИ ЯВЛЕНИЯ ПОГОДЫ.....	31
3.1. Грозы.....	31
3.2. Туманы.....	35
3.3. Дымки	39
3.4. Ливневые осадки	43
3.5. Метели	47
3.6. Ветер	51
3.7. Разбор синоптических ситуаций по опасным явлениям погоды	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	63
Список использованной литературы.....	66

ВВЕДЕНИЕ

Одной из наиболее существенных проблем метеорологического обеспечения полетов является своевременное оповещение и предупреждение об опасных для полетов авиации метеорологических явлениях.

Полеты в сложных метеорологических условиях стали повседневными в гражданской авиации, особенно на категорированных аэропортах–тех аэропортах, с которых осуществляются взлеты и производятся посадки при условиях погоды, предусмотренных соответствующим минимумам. Вместе с тем, некоторые метеорологические явления и условия представляют опасность для авиации.

Цель работы: исследовать влияние опасных явлений погоды на полеты авиации в районе аэродрома Кресты Псковской области.

Для достижения данной цели были решены следующие задачи:

1. Собран архив данных об явлениях погоды, наблюдавшихся в районе аэродрома Кресты Псковской области за период с 2019 по 2023 гг.
2. Проанализирована повторяемость опасных явлений погоды на аэродроме;
3. Проанализированы синоптические карты для каждого случая опасного явления погоды.
4. Проанализированы случаи опасных явлений погоды, которые наиболее часто наблюдались на аэродроме в период с 2019 по 2023 гг. (Грозы, туманы, ливневые осадки).

1. УСЛОВИЯ ПОЛЕТОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЯХ, УХУДШАЮЩИХ ВИДИМОСТЬ

К опасным для авиации метеорологическим явлениям и условиям погоды относятся:

- все явления, вызывающие ухудшение видимости менее установленного предельного значения, в том числе туман, дымка, мгла, дым, песчаная или пыльная буря, дождь, морось, снег, метель;

- ветер, скорость которого больше установленного предельного значения с учетом направления, а также скорость ветра 15 м/с и более (включая порывы), дальнейшее усиление ветра на 5 м/с, независимо от направления;

- гроза;

- град, ледяной дождь, гололед (независимо от интенсивности);

- облачность (вертикальная видимость), высота которой менее установленного предельного значения для данного аэропорта, если ее количество 4 балла и более;

- закрытие облаками вершин гор, сопок, перевалов и искусственных препятствий (мачт, труб, и т.п.);

- шквал, смерч;

- умеренное или сильное обледенение, сильная болтанка в воздухе в районе аэропорта, сильный сдвиг ветра;

- волнение на море (озере) 4 балла и более;

- морось - однородные осадки, состоящие из большого количества мелких капель диаметром меньше 0,5 мм. Полет в зоне морозящих осадков опасен из-за возможного умеренного или сильного обледенения, низкой слоистой облачности, а также ухудшенной видимости;

- дождь - осадки, состоящие из капель диаметром 0,5-7,0 мм. Видимость в дожде может ухудшаться до 4000 м (реже-до 2000 м). Кроме ухудшения видимости,

полет в зоне переохлажденного дождя опасен возможностью возникновения обледенения, чаще всего умеренного.

Снег - осадки в виде кристаллов льда или снежинок. При температуре, близкой к 0°C , снежинки образуют хлопья размерами до 100 мм. Полет в зоне снегопада опасен из-за ухудшенной видимости (иногда до 1000-2000 м), и возможности умеренного обледенения.

Мокрый снег – осадки, выпадающие в виде снежинок и переохлажденных капель или тающих снежинок. Мокрый снег образуется тогда, когда у земли температура воздуха близка или чуть выше 0°C . При полете в зоне мокрого снега, основную опасность представляет ухудшение видимости (1000м и менее).

Град – осадки в виде ледяных частиц шарообразной формы диаметром 2 – 50 мм. Скорость выпадения града в зависимости от его диаметра изменяется от 10 до 50 м/с. Крупный град представляет большую опасность для авиации, так как может вызвать деформацию узлов воздушного судна, нарушить остекление кабины. В зоне всех видов осадков, которые выпадают из кучево – дождевых облаков, наблюдается умеренная или сильная турбулентность.

Метели – перенос снега ветром, который приводит к резкому ухудшению видимости. По условиям образования метели могут быть низовые и общие.

Низовая метель представляет собой перенос ветром снега, поднятого с поверхности снежного покрова. Низовая метель наблюдается при сравнительно сильном ветре (более 7 м/с)

Общая метель – выпадение снега при сильном ветре. Кроме ухудшения видимости, метели опасны еще тем, что обычно они наблюдаются при сильном ветре. Следует также иметь в виду, что при метелях могут быть снежные заносы на аэропортах, что может затруднить работу авиации.

Туманы и дымки образуются в результате конденсации водяного пара в непосредственной близости от земной поверхности. Если за счет взвешенных в воздухе продуктов конденсации водяного пара видимость уменьшается до 1000 м и менее, то такое явление называется туманом. Для авиации основная опасность туманов заключается в значительном ухудшении видимости в них.

Возникновение туманов зачастую приводит к закрытию аэропортов по погодным условиям. Наибольшую опасность для авиации представляют адвективные туманы, как наиболее продолжительные, имеющие наибольшую вертикальную мощность и способные возникать в любое время суток.

Пыльные бури – перенос большой массы густой пыли или песка сильным ветром. В пыльных бурях ухудшение видимости может быть до нескольких сотен метров и менее. Основная опасность пыльных (песчаных) бурь для авиации заключается в плохой видимости, сильном ветре и сильной турбулентности в нижнем слое атмосферы, что особенно опасно при взлете и посадке воздушных судов, а также при выполнении полетов на малых и предельно малых высотах.

Мгла – помутнение воздуха взвешенными частичками пыли, дыма или гари. В отдельных случаях видимость во мгле может уменьшаться до сотен метров, хотя обычно не бывает меньше 1000 – 2000м. Основная опасность мглы для авиации – значительное ухудшение видимости.

1.1. Грозы, шквалы, смерчи как опасные для авиации явления погоды

Гроза – комплексное атмосферное явление с многократными электрическими разрядами в виде молний, сопровождающихся громом. Гроза связана с развитием мощных кучево-дождевых облаков. При грозах наблюдаются интенсивные ливневые осадки в виде дождя, града, а иногда и снега.

Гроза – самое опасное метеорологическое явление.

Опасность гроз обусловлена:

- 1) интенсивной турбулентностью в облаках, способной вызвать сильную болтанку и приращение перегрузок;
- 2) сильным обледенением на высотах, где температура ниже 0° С, возможностью поражения самолетов молниями;
- 3) интенсивными осадками.

Грозы часто сопровождаются смерчами и шквалами.

Смерч – сильный вихрь с приблизительно вертикальной, часто изогнутой осью. Длительность смерча от нескольких минут до нескольких часов: они возникают при таких же синоптических условиях, как и грозы. Наиболее благоприятные для них условия создаются летом на холодных фронтах с большими контрастами температур. Вертикальная протяженность смерчей в средних широтах составляет 12 – 15 км, в южных – до 20 км: горизонтальная протяженность - несколько десятков километров. Смерч – самое разрушительное атмосферное явление.

Шквал – резкое кратковременное усиление ветра, сопровождающееся изменением его направления. Скорость ветра при шквале 20 – 30 м/с и более. Шквалы наблюдаются при прохождении холодных фронтов с кучево – дождевой облачностью. Шквал производит разрушения, аналогичные смерчу.

При грозах часто наблюдается сдвиг ветра, представляющий собой векторную разность ветра в двух точках пространства, отнесенную к расстоянию между этими точками. Ливни – естественные спутники грозы. Сильный ливневой дождь очень опасен для полетов. При сильном ливне нарушается нормальная работа авиадвигателей, ухудшается видимость, а также осложняется деятельность авиапредприятий.

Град представляет исключительную опасность для полетов. Обычно град выпадает летом во второй половине дня и вечером, очень редко-ночью. При встрече с градом в полете из-за удара градин о самолет возникают различные повреждения (вмятины, пробивание обшивки, разгерметизация).

1.2. Влияние атмосферной турбулентности на полеты воздушных судов

Необходимо также иметь в виду, что из метеорологических факторов, связанных с грозой, самым опасным является интенсивная турбулентность, вызывающая болтанку самолетов.

Атмосфера практически всегда находится в турбулентном состоянии. Основной причиной турбулизации воздушных течений являются возникающие в атмосфере контрасты в поле ветра и в поле температуры. При классификации турбулентности обычно во внимание принимаются не причины ее возникновения, а особенности развития и выделяют механическую (орографическую) турбулентность, термическую (конвективную) турбулентность и динамическую турбулентность.

Механическая турбулентность является функцией скорости ветра у поверхности Земли, шероховатости земной поверхности. Возмущения, возникающие за счет неровностей земной поверхности, приводят к образованию сильных восходящих и нисходящих потоков, которые и вызывают болтанку ВС.

Термическая (конвективная) турбулентность образуется за счет неравномерного нагрева земной поверхности или при адвекции холодного воздуха на теплую подстилающую поверхность.

Динамическая турбулентность возникает в атмосфере в слоях, где наблюдаются большие вертикальные и горизонтальные сдвиги ветра и температуры. В результате имеющихся в атмосфере градиентов ветра и температуры образуются гравитационные и гравитационно-сдвиговые волны.

1.3. Влияние ветра на полеты воздушных судов. Сдвиг ветра

Ветер по сравнению с другими характеристиками физического состояния атмосферы оказывает более существенное влияние на движение самолета на всех этапах полета.

Взлет и посадка самолета производится, как правило, против ветра. Это объясняется тем, что как при взлете, так и при посадке встречный ветер, создавая дополнительный обдув самолета и увеличивая плотность

набегающего воздушного потока, обеспечивает большую устойчивость и управляемость самолета.

При попутном ветре, наоборот ухудшаются устойчивость и управляемость самолета за счет уменьшения суммарной скорости встречного воздушного потока.

При пилотировании самолета в непосредственной близости от земной поверхности экипаж должен иметь информацию не только о скорости и направлении ветра, но и о возможных его резких изменениях вдоль траектории движения. Самолет пересекает самый нижний слой атмосферы в столь короткое время, что ограниченный запас высоты, скорости, приемистость двигателей не позволяет летчику своевременно парировать неожиданное изменение ветра.

Характеристикой пространственной изменчивости ветра является сдвиг ветра – изменение направления и (или) скорости ветра в пространстве, включая восходящие и нисходящие воздушные потоки. Сильные сдвиги ветра входят в число опасных для авиации явлений погоды.

1.4. Обледенение воздушных судов и его влияние на полеты самолетов

Обледенением называется отложение льда на обтекаемых частях самолетов и вертолетов, а также на силовых установках и внешних деталях специального оборудования при полете в облаках, тумане или мокром снеге. Обледенение возникает в том случае, если в воздухе на высоте полета имеются переохлажденные водяные капли и температура поверхности самолета отрицательна.

Обледенение – одно из наиболее сложных метеорологических явлений, от которого в значительной мере зависит безопасность и регулярность полетов самолетов. Сильное обледенение воздушных судов может привести к авиационному происшествию. В результате отложения льда изменяются аэродинамические условия обтекания самолета воздушным потоком.

Увеличивается вес самолета, нарушается равновесие аэродинамических сил. Отложение льда на внешних частях воздухозаборников снижает необходимое поступление воздуха в двигатели. Отложение льда на антенне ухудшает радиосвязь. Лед, отлагающийся на остеклении кабины экипажа, может исключить возможность визуального наблюдения. Поэтому сильное обледенение и сейчас является одним из опасных для полетов метеорологических явлений.

1.5. Факторы, определяющие степень сложности СМУ

Основными факторами, определяющими степень сложности метеорологических условий (СМУ), являются низкие облака и ограниченная видимость. Сложными метеорологическими условиями считаются такие метеорологические условия, при которых высота нижней границы облаков снижается до 200м и менее, а видимость – до 2000м и менее. Облака и связанные с ними опасные метеорологические явления (грозы, смерчи, шквалы, интенсивные ливневые осадки, град, сильные сдвиги ветра и др.) являются факторами, осложняющими полеты или исключаящими возможность их выполнения. Особенно большие трудности для полетов самолетов и вертолетов встречаются в зоне атмосферных фронтов, где облачные системы имеют значительную вертикальную и горизонтальную протяженность и в них наблюдаются опасные для полетов метеорологические явления

1.6. Минимумы погоды

Минимум – это общий термин, обозначающий в соответствующих случаях предельные условия, при которых разрешается выполнять полеты подготовленному командиру воздушного судна. Для обеспечения безопасности и регулярности полетов устанавливаются следующие

минимумы: аэропорта, воздушного судна, командира воздушного судна и вида авиационных работ.

Минимум аэропорта для взлета – это минимально допустимые значения видимости на ВПП (видимости) и при необходимости - высоты нижней границы облаков (ВНГО), при которых разрешается выполнять взлет на судне данного типа. Видимость на ВПП. – максимальное расстояние, в пределах которого пилот воздушного судна, находящегося на осевой линии ВПП, может видеть маркировку ее покрытия или огни.

Минимум аэропорта для посадки – минимально допустимые значения видимости на ВПП и высоты принятия решения (ВНГО), при которых разрешается выполнять посадку на воздушном судне данного типа.

1.7. Особо опасные явления погоды

Особо опасными считаются явления, которые по своей интенсивности, времени возникновения, продолжительности и площади распространения могут нанести значительный ущерб авиатехнике, аэросооружениям и личному составу.

К ним относятся:

- ветер со скоростью более 30 м/с;
- град диаметром более 30 мм;
- сильный дождь и снегопад, превышающий критические значения;

2. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АЭРОДРОМА КРЕСТЫ ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

2.1. Физико-географическое описание аэродрома Кресты, Псковской области

Местность в районе аэродрома преимущественно равнинная, лесистая и заболоченная. В северной, в центральной и юго-западной части территории, преимущественно по берегам озер и вдоль рек встречаются разобщенные участки мелко-холмистого рельефа. Большинство речных долин с крутыми высокими берегами 40-50м. Движение автотранспорта вне дорог затруднено крутыми склонами рек, лесами, болотами и рыхлостью почво-грунтов. Отдельные открытые места доступны для передвижения автотранспорта в сухое время года.

Западнее аэродрома в 112-114 км находится большой водоем – Чудское озеро. Берег низкий (0,5-1 м), заболочен, местами песчаный. Озеро доступно для судов. Чудское озеро замерзает в начале декабря, максимальная толщина льда в конце марта достигает 80 см. Вскрывается озеро в середине апреля. Весенний ледоход продолжается около 4-х дней. Максимальный подъем уровня воды наблюдается в середине мая. Наиболее низкий уровень воды наблюдается на озере в августе.

В районе аэродрома также протекает часть рек с широкими заболоченными поймами. Наиболее крупные реки: Пскова, Плюсса, Желча. Преобладающая их ширина 10-50 м, глубина 0,5-2 м. Скорость течения 0,2-0,4 м/сек. Дальние реки имеют обычную ширину 15-35 м и среднюю глубину 0,6-1,5 м. Реки замерзают в начале декабря, толщина льда в феврале достигает 35-50 см. Вскрываются реки в середине марта. Весеннее половодье продолжается

около 20-30 дней. Наибольший уровень подъема воды в реках в конце апреля на 1,5-2 м, наиболее низкий уровень-в августе.

Для всей территории вокруг аэродрома характерно значительное распространение болот, что является следствием разливов рек, замедленного поверхностного стока и тяжелого механического состава почво-грунтов. Болота преимущественно не проходимые, моховые и травянистые, глубиной 0,5-2 м. Болота промерзают на глубину 0,2 м в мягкую зиму, а в зиму с глубоким снегом не промерзают вообще.

Грунтовые воды залегают на равнинных участках местности на глубину 0,1-4 м, на склонах холмов и гряд 2,0-4,7 м.

Леса преимущественно лиственные, смешанные и реже-хвойные (сосна, ель, береза, осина, ольха дуб). На участках вырубленного леса расположены березово-сосновые поросли высотой до 4-х метров и кустарники. На болотах лес редкий и низкорослый.

Аэродром Кресты предназначен для обеспечения взлётов, посадок и руления воздушных судов. Аэродром расположен в 3 км юго-восточнее города Пскова. Широта – 58° 48' 07", долгота – 28° 00' 54". Превышение ВПП над уровнем моря 61 м. Магнитное склонение – 5° 19'. Лётное поле имеет форму прямоугольника, размером 3,3х0,46 км. На аэродроме имеются две бетонированные ВПП (БВПП). БВПП-1 основная, имеет размеры: 2000х44 м. БВПП-2 расположена восточнее БВПП-1 в 175 м и имеет размеры: 1700х100 м. Истинный путевой угол обеих БВПП 192° 16' и 12° 16'. Магнитный курс взлета обеих БВПП 197°х17°. Запасная грунтовая ВПП (ГВПП) расположена восточнее БВПП-1 в 26 метрах. ГВПП имеет размеры: 2000х80 м (рис. 2.1.1).

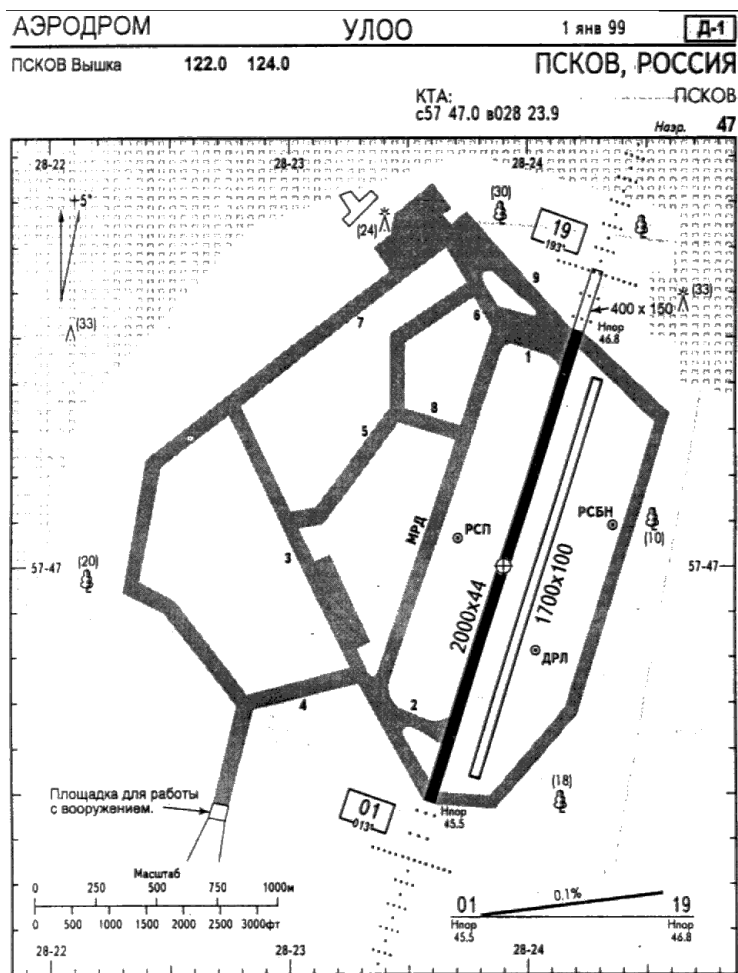


Рисунок 2.1.1 – Схема аэродрома

2.2. Климатическая характеристика аэродрома.

Погода на территории аэродрома во многом зависит от местных физико-географических условий и определяется повышенной циклонической деятельностью, преобладающем западно-восточным переносом воздушных масс с Атлантики, а также влиянием теплого течения Гольфстрим и большого количества водных бассейнов. Особенности погоды в течении всего года в значительной мере обуславливаются влиянием Финского залива и Чудского озера. Большой вклад в летно-метеорологические условия в районе аэродрома вносит город Псков.

Рассматриваемая территория расположена в пределах умеренной климатической зоны. По характеру годовой изменчивости климатических параметров данный район относится к морскому типу климата.

2.3. Синоптико-климатическая характеристика района аэродрома

2.3.1. Типы синоптических процессов

Таблица 2.3.1.1 – Число случаев циклонов, проходящих через район аэродрома

Сезон	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Зима		1			6	5	4	22
Весна					1	9	8	5
Лето		2			2	3	2	2
Осень		2			1	13	3	4

Таблица 1.3.1.2 – Число случаев антициклонов, проходящих через район аэродрома

Сезон	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Зима		1			2	7	7	
Весна						2	7	
Лето				1		12	42	3
Осень		1			2	3	15	

Таблица 2.3.1.3 – Число случаев и повторяемость (%) опасных явлений погоды по видам синоптических ситуаций

Син ситуации	Гроз ы	Туман ы	Дымк и	Ливнев ые осадки	Метел и	Вете р	Всег о	Пов т- ть, %
Ложбина	1	1	4	1	0	1	8	4%
Гребень	4	0	4	1	0	0	9	5%
Фронт окклюзии	7	2	4	23	6	4	46	23%
Холодный фронт	7	3	3	39	2	2	56	28%
Теплый фронт	12	7	10	7	5	0	41	21%
Теплый сектор	4	2	2	1	0	0	9	5%
Малоградиент ное поле	1	0	4	0	0	0	5	3%
Циклон	2	0	2	1	0	0	5	3%
Антициклон	4	7	2	1	0	0	14	7%
Седловина	3	0	3	1	0	0	7	4%
Итого	45	22	38	75	13	7	200	

Таблица 2.3.1.4 – Число случаев синоптических процессов в зависимости от типа циклона/антициклона в период с 2021 по 2023 гг

	Гроз ы	Туман ы	Дымк и	Ливнев ые осадки	Метел и	Вете р
Северо-западный тип	0			27	4	3
Западный тип				11	3	2
Южный тип				6	4	
Юго-западный тип	0			26	2	2
Северо-восточный тип (ультраполярное вторжение)				5		
Юго-Западный тип (гребень азорского антициклона)	45	22	38			

Таблица 2.3.1.5 – Число случаев синоптических процессов в зависимости от типа циклона/антициклона по месяцам в период с 2021 по 2023 гг

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Северо-западный тип	9	10	3		2	1		1	2	1	1	3
Западный тип	4		7	1		1		1		2	1	
Южный тип	1	1			1			2			1	4
Юго-Западный тип	1	1		5	4	1		2		4	9	3
Северо-Восточный тип (ультраполярное вторжение)		1						2		1	1	
Юго-Западный тип (гребень азорского антициклона)	5	3	2	3	4	17	18	17	11	7	9	9

2.3.2. Северо-западный тип

Северо-западный тип характеризуется наличием в высотном барическом поле глубокого малоподвижного циклона над севером ЕТС и высотного гребня над западной Европой (рис. 2.3.2.1). В тропосфере над крайним севером Атлантики и районом базирования преобладает северо-западный перенос. Одной из особенностей этого процесса является переваливание циклонов через Скандинавские горы. Основной приземный центр остаётся малоподвижным у западных берегов Скандинавии, а на восточных склонах гор отмечается сильное падение давления. Это приводит к образованию частных циклонов, смещающихся на восток и юго-восток. Повторяемость северо-западного типа синоптического процесса самая большая в феврале 30,3%, а самая маленькая-в июне, августе, октябре и ноябре-по 3%. В апреле и июле северо-западный тип синоптического процесса не наблюдался.

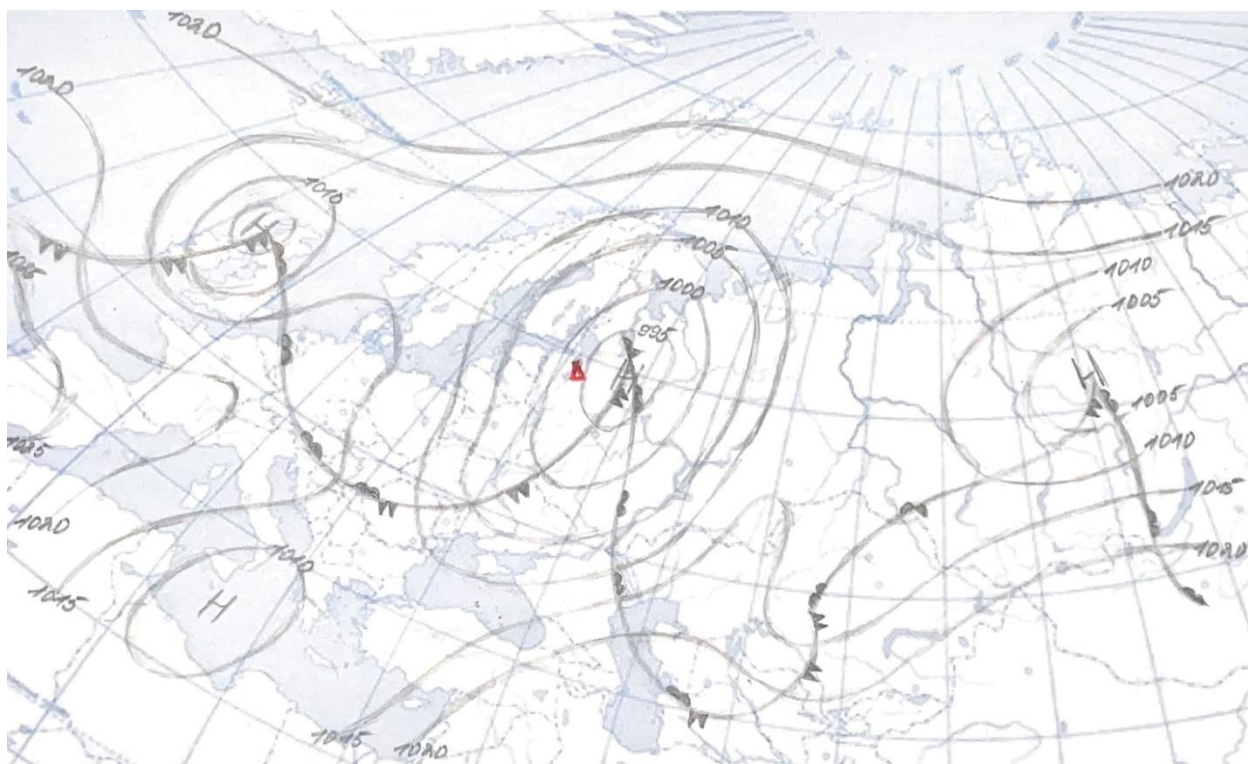


Рисунок 1.3.2.1 – Северо-западный тип

Рассмотрим северо-западный тип на примере 20 сентября 2022 года за срок 18 часов (рис. 2.3.2.2).

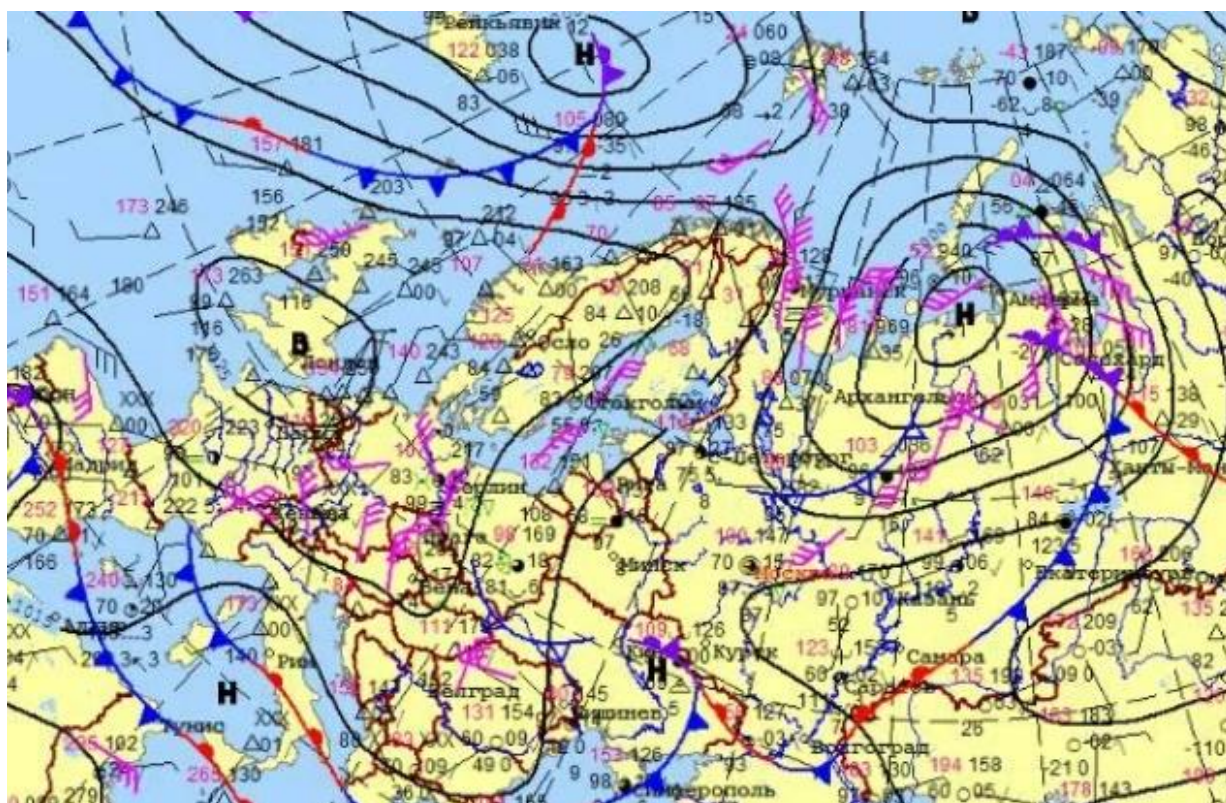


Рисунок 2.2.2.2 – Северо-западный тип 20.09.2022 18ч ВСВ

2.3.3. Западный тип

Западный тип характеризуется наличием в высотном барическом поле области низкого давления над севером Атлантики и Скандинавией, а также высотного гребня над западной и центральной Европой (рис. 2.3.3.1). В тропосфере преобладает западный перенос. При западном переносе траектории циклонов проходят несколько севернее Скандинавии. Через район аэродрома смещаются ложбины с атмосферными фронтами и промежуточные гребни. Характерной особенностью этого процесса является то, что тёплые атмосферные фронты, связанные с проходящими по северу циклонами, размываются над Скандинавией и плохо пролеживают над Балтийским морем. При выходе на континент фронты вновь обостряются, резко и неожиданно ухудшая погоду. Положение атмосферного фронта на карте можно определить по картам АТ-850. Холодные фронты, как правило, выражены чётко в поле распределения барических тенденций. При прохождении промежуточных гребней погода резко улучшается. Наибольшая повторяемость наблюдается в марте -41%, а наименьшая в апреле, июне, августе и ноябре -по 5%. В феврале, мае, июле, сентябре и декабре западный тип синоптического процесса не наблюдался.

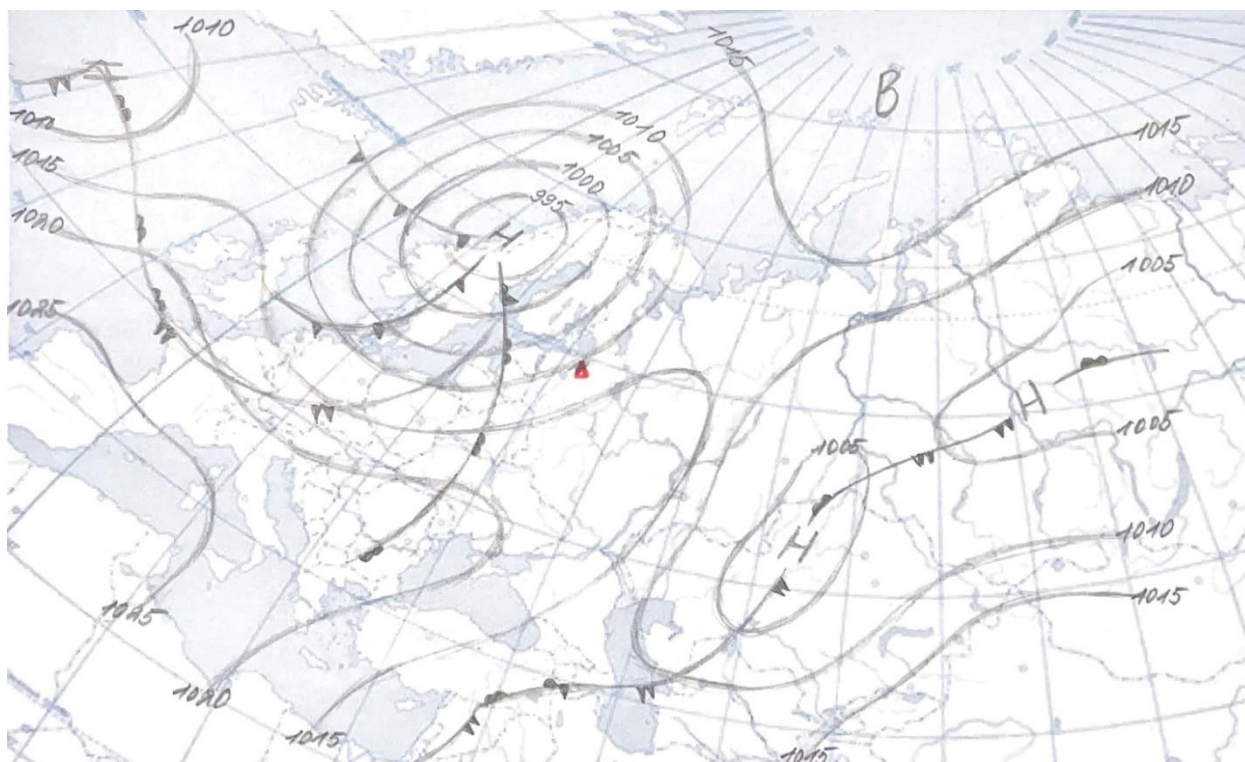


Рисунок 2.3.3.1 – Западный тип

Рассмотрим западный тип на примере 14 октября 2023 года за срок 12 часов (рис. 2.3.3.2).

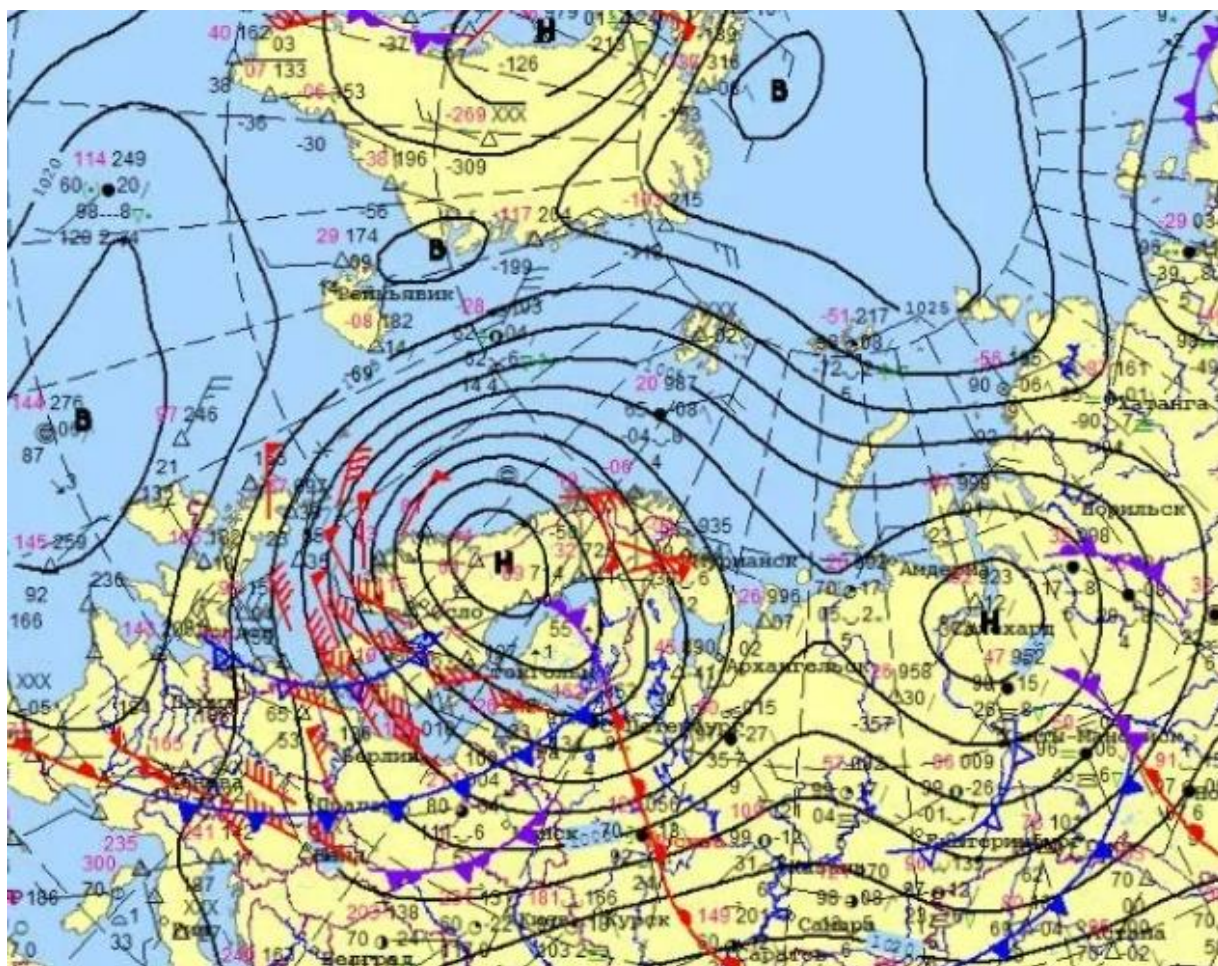


Рисунок 2.3.3.2 – Западный тип 14.10.2023 12ч ВСВ

2.3.4. Южный тип

Южный тип. Выход южных циклонов обычно начинается с образования высотной ложбины, направленной с Прибалтики на Балканский полуостров (рис. 2.3.4.1). Над Средиземным морем в это время располагается циклон, который медленно смещается на северо-восток. При переваливании через Карпаты на атмосферных фронтах, связанных с этим циклоном, образуются волны, которые быстро развиваются над Украиной в самостоятельные циклоны и с южным потоком выходят на территорию базирования аэродрома. При этом скорость их смещения уменьшается от 80-60 км/ч над Украиной до 40-30 км/ч над Белоруссией. Над территорией базирования часто циклоны становятся стационарными и начинают заполняться. Наиболее часто данный тип встречается в декабре – 40%, а реже

всего в январе, феврале, мае и ноябре – по 10%. В марте, апреле, июне, июле, сентябре и октябре южный тип синоптического процесса не наблюдался.

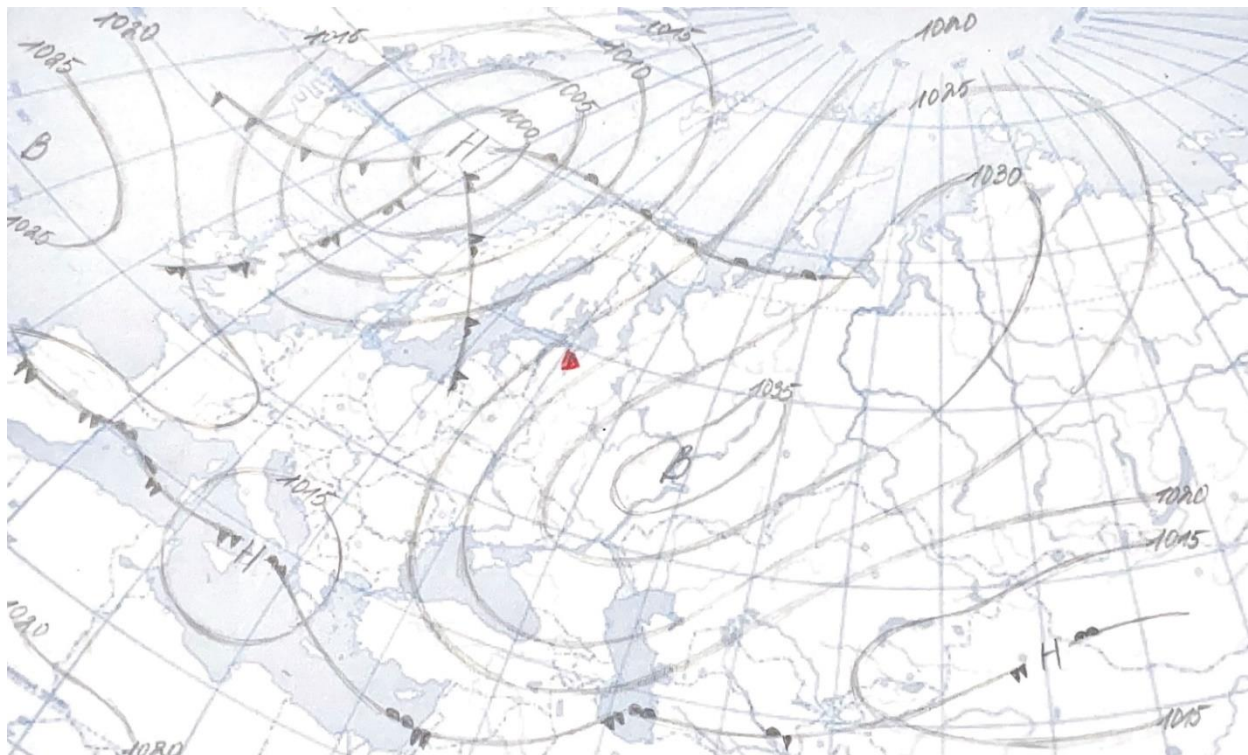


Рисунок 2.3.4.1 – Южный тип

Рассмотрим южный тип на примере 1 октября 2021 года за срок 00 часов (рис. 2.3.4.2).

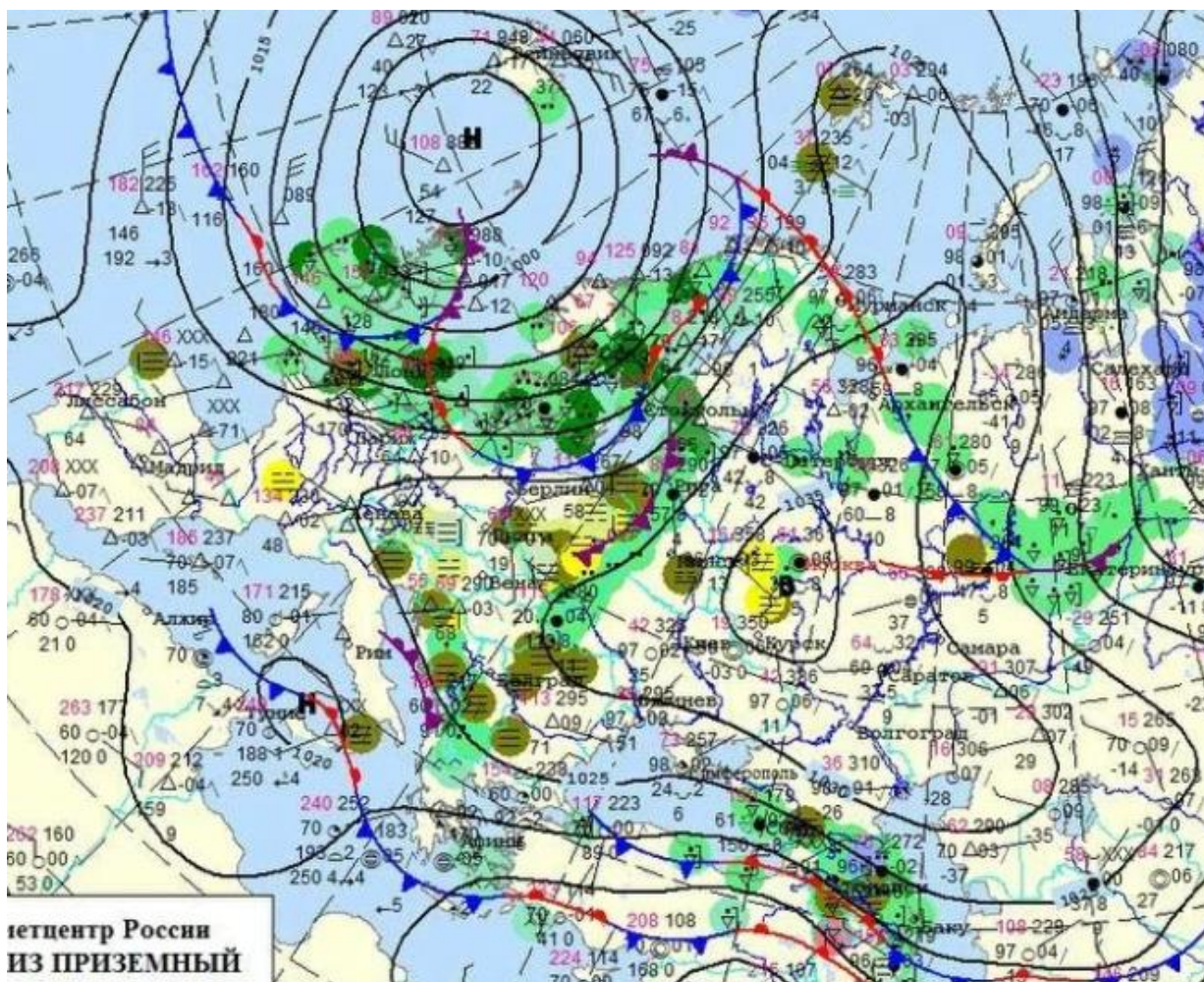


Рисунок 2.3.4.2 – Южный тип 01.10.2021 00ч ВСВ

2.3.5. Юго-западный тип

Юго – западный тип. Образование циклонов происходит над Скагерракским проливом на атмосферных фронтах, связанных с малоподвижными заполняющимися циклонами, располагающимися у западных берегов Скандинавии (рис 2.3.5.1). В тропосфере господствуют юго-западные и южные потоки тёплого и влажного воздуха. Зимой при выходе таких циклонов наблюдается сплошная низкая облачность, интенсивные снегопады, метели, туманы. Наибольшая повторяемость юго-западного типа наблюдается в ноябре – 30%, наименьшая в январе, феврале и июне - по 3%. В марте, июле и сентябре юго-западный тип синоптического процесса не наблюдался.

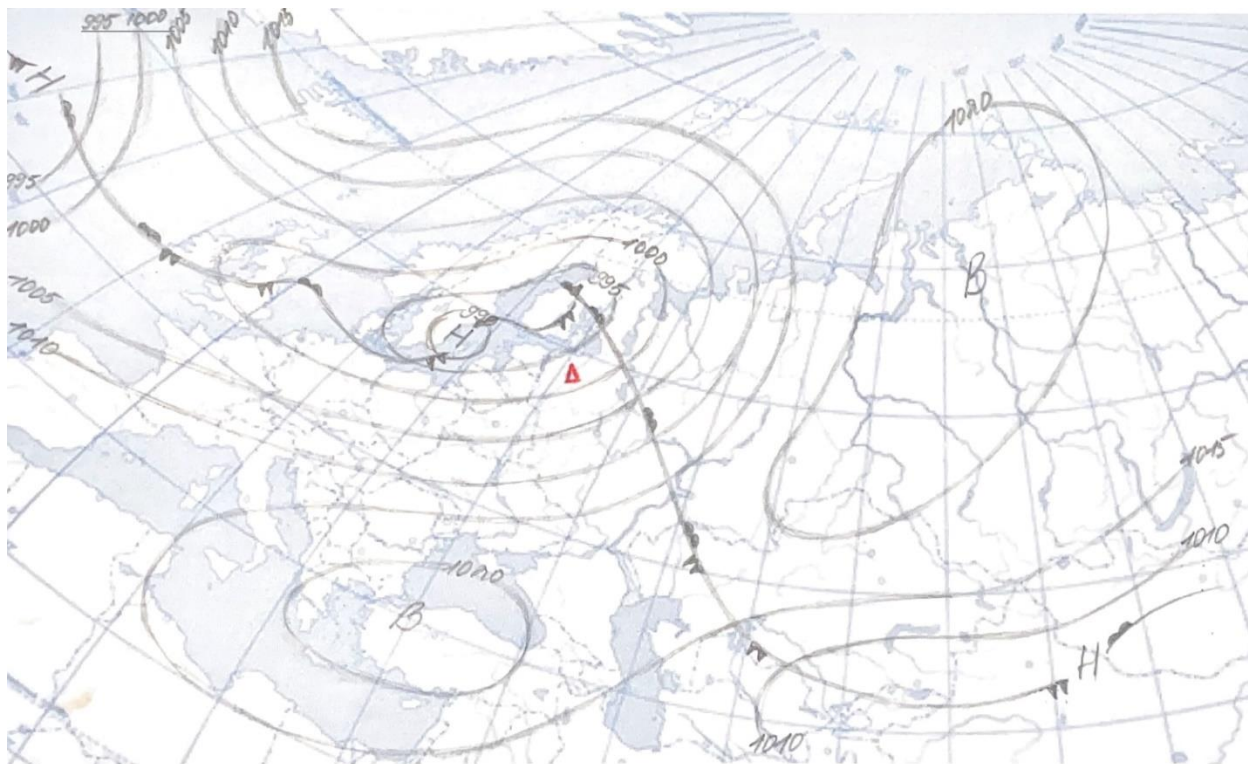


Рисунок 2.3.5.1 – Юго-западный тип

Рассмотрим юго-западный тип на примере 28 сентября 2022 года за срок 12 часов (рис. 2.3.5.2).

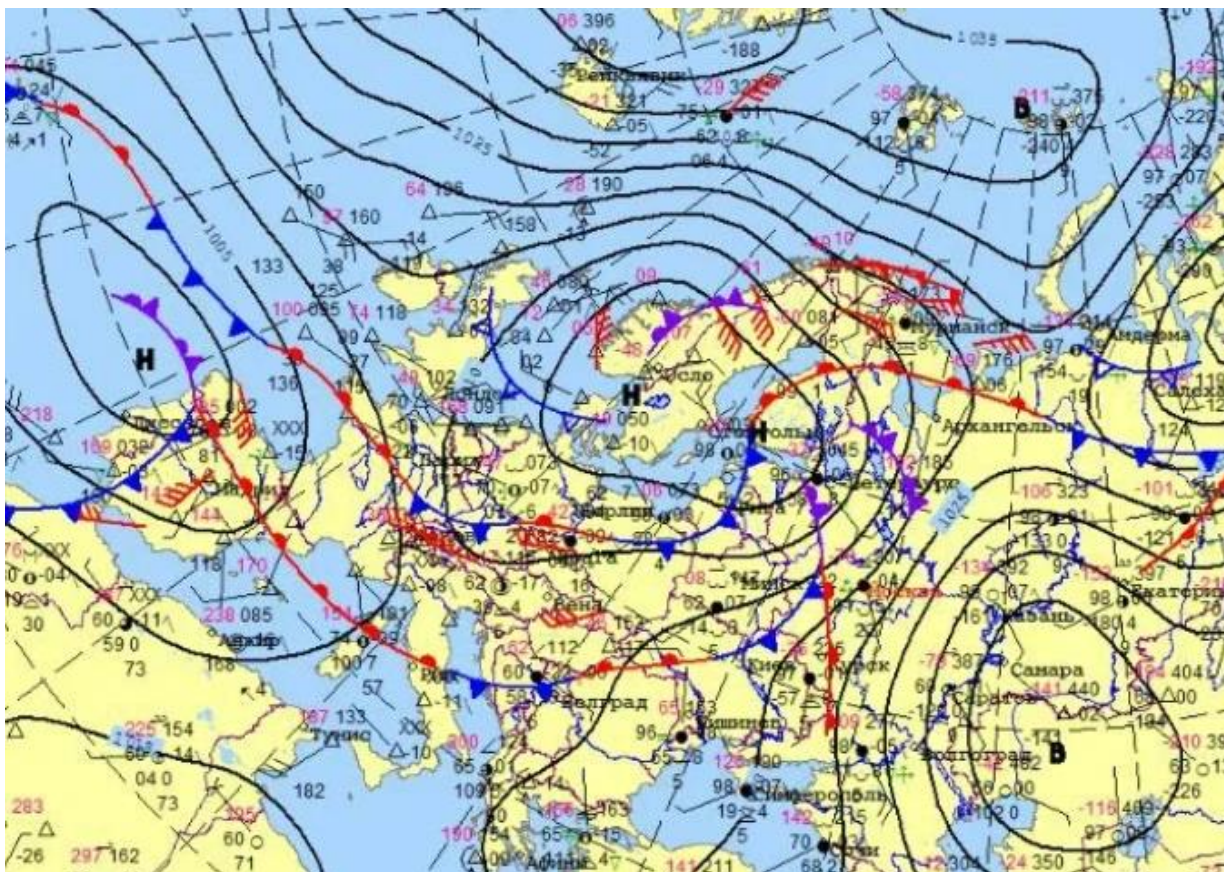


Рисунок 2.3.5.2 – Юго-западный тип 28.09.2022 12ч ВСВ

2.3.6. Северо-восточный тип (ультраполярное вторжение)

Северо – восточный тип (ультраполярное вторжение). Этот тип характерен для холодного полугодия. Им обычно заканчивается прохождение циклонической серии по северу и опускание последнего циклона на севере Урала (рис. 2.3.6.1). В его тыл заходит Арктический воздух, в котором и формируется антициклон, смещающийся к югу на территорию базирования аэродрома. При приближении антициклона или гребня с севера и с северо – востока наблюдаются северные и северо-восточные ветры, которые несут снежные заряды. Примерно через 24-32 часа, когда антициклон уже влияет своим центром на территорию базирования аэродрома, устанавливается малооблачная с сильными морозами погода (до – 40 градусов). Наибольшая повторяемость северо-восточного типа наблюдается в августе – 40%, наименьшая в феврале, октябре и ноябре - по 20%. В январе, марте, апреле, мае,

A hand-drawn weather map of Europe and the North Atlantic. The map features a grid of latitude and longitude lines. Isobars are drawn and labeled with values such as 995, 1000, 1005, 1010, 1015, and 1020. Two high-pressure systems are marked with 'H' and two low-pressure systems with 'B'. A cold front, indicated by a line with triangles, extends from the high in the North Atlantic towards the British Isles. Another cold front extends from the high in the North Atlantic towards the Mediterranean. A warm front, indicated by a line with semicircles, is located off the west coast of Africa. A red triangle is placed on the coast of the British Isles. The map is drawn on a piece of paper with a grid pattern.

Рассмотрим северо-восточный тип (ультраполярное вторжение) на примере 24 апреля 2022 года за срок 12 часов (рис. 2.3.6.2).

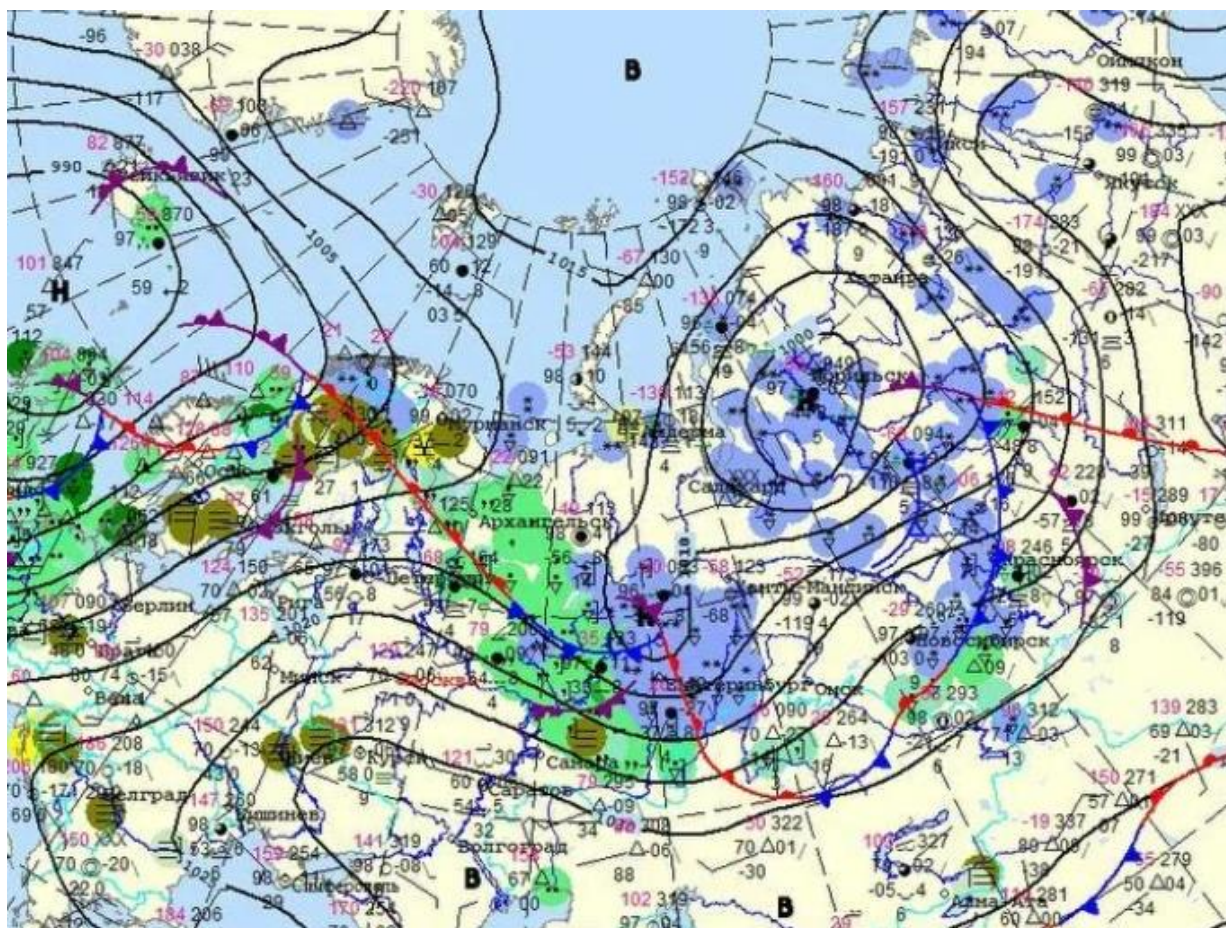


Рисунок 2.3.6.2 – Северо-восточный тип (ультраполярное вторжение)
24.04.2022 12ч ВСВ

2.3.7. Юго-западный тип (гребень Азорского антициклона)

Юго – западный тип (гребень Азорского антициклона).

Характеризуется наличием обширного гребня Азорского антициклона (рис. 2.3.7.1). Этот процесс, в основном, наблюдается в тёплый период года. На юго-западе усиливается Азорский антициклон, а его гребень, с самостоятельными ядрами повышенного давления, распространяется на район базирования. В результате этого на довольно длительное время устанавливаются простые лётно-метеорологические условия. Однако, следует иметь ввиду, что в тёплое время года Азорский антициклон бывает сформирован в массах тёплого морского умеренного воздуха с большим влагосодержанием. Эта неустойчивая воздушная масса, распространяясь на район базирования, обуславливает интенсивное развитие конвективной облачности, грозовое

положение днём и радиационный туман утром, который рассеивается после восхода солнца. Наибольшая повторяемость юго-западного типа наблюдается июне, июле и августе – по 16%, наименьшая в феврале, марте и апреле – по 2,6%.



Рисунок 2.3.7.1 – Юго-западный тип (гребень Азорского антициклона)

Рассмотрим юго-западный тип (гребень Азорского антициклона) на примере 18 июня 2021 года за срок 12 часов (рис. 2.3.7.2).

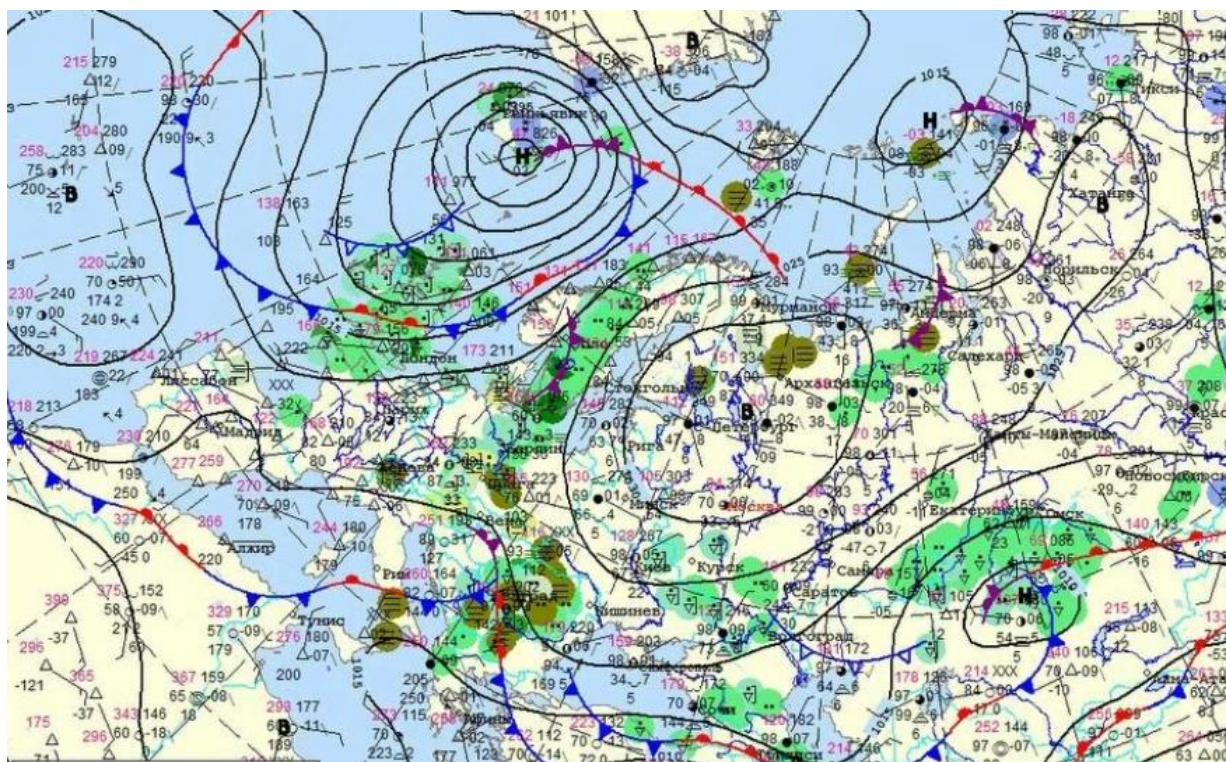


Рисунок 2.3.7.2 – Юго-западный тип (гребень Азорского антициклона)
18.06.2021 12ч ВСВ

3. ОПАСНЫЕ ДЛЯ АВИАЦИИ ЯВЛЕНИЯ ПОГОДЫ

Атмосферные явления влияют в основном на ухудшение видимости, но некоторые из них, такие как грозы и гололед, не влияя на видимость, существенно препятствуют работе авиации.

Рассмотрим следующие опасные для авиации явления погоды: грозы, туманы, дымки, ливневые осадки, метели и ветер.

3.1. Грозы

В таблице 3.1.1 представлено распределение количества гроз по месяцам за период с 2019 по 2023 гг. С мая по июль общее количество гроз увеличивается. В период с октября по февраль, а также в апреле грозы не наблюдались.

Таблица 3.1.1 – Общее количество гроз

	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	За год	Повт-ть, %
2019	0	0	1	0	5	6	3	1	0	0	0	0	16	19
2020	0	0	0	0	0	13	10	0	0	0	0	0	23	27
2021	0	0	0	0	4	6	6	1	1	0	0	0	18	21
2022	0	0	0	0	0	3	5	3	0	0	0	0	11	13
2023	0	0	0	0	0	7	3	5	1	0	0	0	16	19
2019-2023	0	0	1	0	9	35	27	10	2	0	0	0	84	100
Повт-ть, %	0	0	1	0	11	42	32	12	2	0	0	0		

В среднем за пять лет по району аэродрома отмечается 17 дней с грозой, максимальное число дней-13, в июне 2020 года (таблица 3.1.1, рис. 3.1.1), минимальное-1, в марте 2019, августе 2019 и 2021, сентябре 2021 и 2023 года. В июне грозы наблюдаются чаще-42% (35 случаев), чем в другие месяцы (рис. 15). Средняя непрерывная продолжительность одной грозы изменяется по месяцам от 3 до 6 часов. В большинстве случаев (56 %) продолжительность одной грозы не превышает 6 часов.

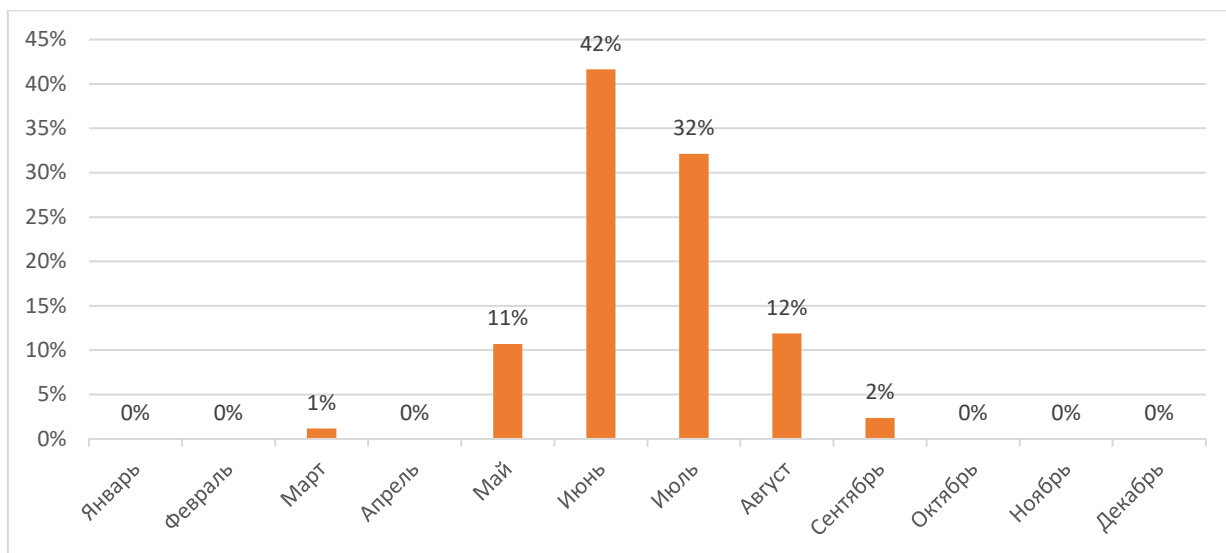


Рисунок 3.1.1 – Повторяемость гроз (%) по месяцам в период с 2019 по 2023 гг

В 2020 году в районе аэродрома Кресты, Псковской области, наблюдалась наибольшая повторяемость гроз-27 % (рис. 3.1.2), наименьшая-в 2022 году-13 %. Это может быть связано с наличием в 2020 году большого количества внутримассовых гроз (22%), и, вследствие этого, наличия блокирующих антициклонов (таблица 3.1.2). В 2022 году меньшее количество гроз можно обосновать отсутствием антициклонов, при которых могла бы развиваться кучево-дождевая облачность.

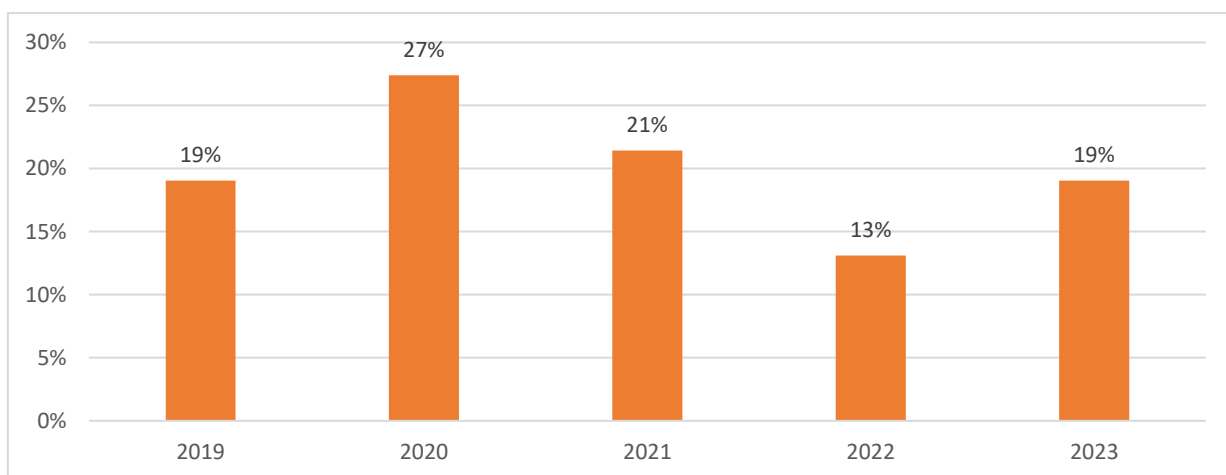


Рисунок 3.1.2 – Повторяемость гроз (%) по годам в период с 2019 по 2023 гг

Таблица 3.1.2 – Типы гроз

Внутримассовые	41
Фронтальные	43

Рассмотрим повторяемость гроз в зависимости от типа возникновения при различных синоптических ситуациях в районе аэродрома Кресты, Псковской области, в период с 2021 по 2023 гг. (таблица 3.1.3, рис. 3.1.3). Наиболее часто грозы наблюдались на теплых (26%), холодных (16%) и фронтах окклюзии (16%). В ложбинах возникновение гроз не наблюдалось.

Таблица 3.1.3. – Повторяемость гроз (%) по типу возникновения

Грозы		
Синоптические ситуации	Количество	Повторяемость, %
Гребень	8	9%
Фронт окклюзии	11	16%
Холодный фронт	11	16%
Теплый фронт	18	26%
Теплый сектор	8	9%
Малогradientное поле	6	4%
Циклон	6	4%
Антициклон	9	9%
Седловина	7	7%
Итого:	84	100%



Рисунок 3.1.3 – Повторяемость гроз (%) по типу возникновения

3.2. Туманы

Среднее число дней с туманами за пять лет по району аэродрома Кресты, Псковской области – 8, максимальное – 11 дней (2019 год) (рис. 3.2.1).

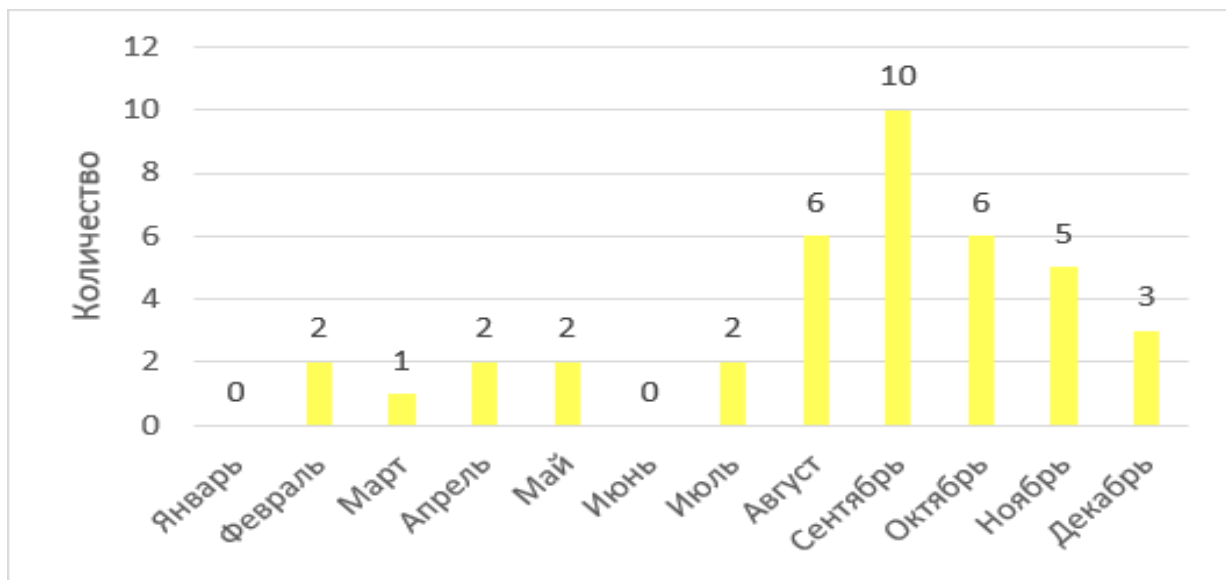


Рисунок 3.2.1 – Общее количество туманов в период с 2019 по 2023 гг

Наибольшее количество дней с туманами наблюдается с августа по ноябрь (6-10 дней). Среднее число дней с туманами за этот период составляет 8 дней, наиболее часто-в сентябре-10 дней (таблица 3.2.1).

Таблица 3.2.1 – Общее количество туманов

	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	За год	Повт-ть, %
2019	0	0	0	0	2	0	0	0	4	2	2	1	11	28
2020	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2	0	6	15
2021	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	4	10
2022	0	0	1	1	0	0	1	0	1	3	1	1	9	23
2023	0	1	0	0	0	0	1	3	3	0	0	1	9	23
2019-2023	0	2	1	2	2	0	2	6	10	6	5	3	39	100
Повт-ть, %	0	5	3	5	5	0	5	15	26	15	13	8		

В среднем за пять лет по району аэродрома отмечается 8 дней с туманами, максимальное число дней - 4, в сентябре 2020 года (таблица 3.2.1, рис. 3.2.1), минимальное - 1, в феврале 2021 и 2023, марте 2022, апреле 2021 и 2022, июле 2022 и 2023, августе 2021, сентябре 2020-2022, октябре 2020, ноябре 2022 и декабре 2019 и 2022-2023 года. В сентябре туманы наблюдаются чаще - 26% (10 случаев), чем в другие месяцы (рис. 3.2.2). В осенне-зимний период средняя непрерывная продолжительность туманов составляет 4-5

часов, а в летний период 3-4 часа. Максимальная продолжительность туманов 6-9 часов приходится на август и октябрь. Следует отметить, что видимость в тумане составляет от 200 до 500 м, то есть туманы с видимостью более 500 м не наблюдались. Это связано с проведением полетов на аэродроме только по визуальным ориентирам видимости и проведением ежечасных наблюдений при простых метеоусловиях и получасовых при сложных метеоусловиях в период полетов.

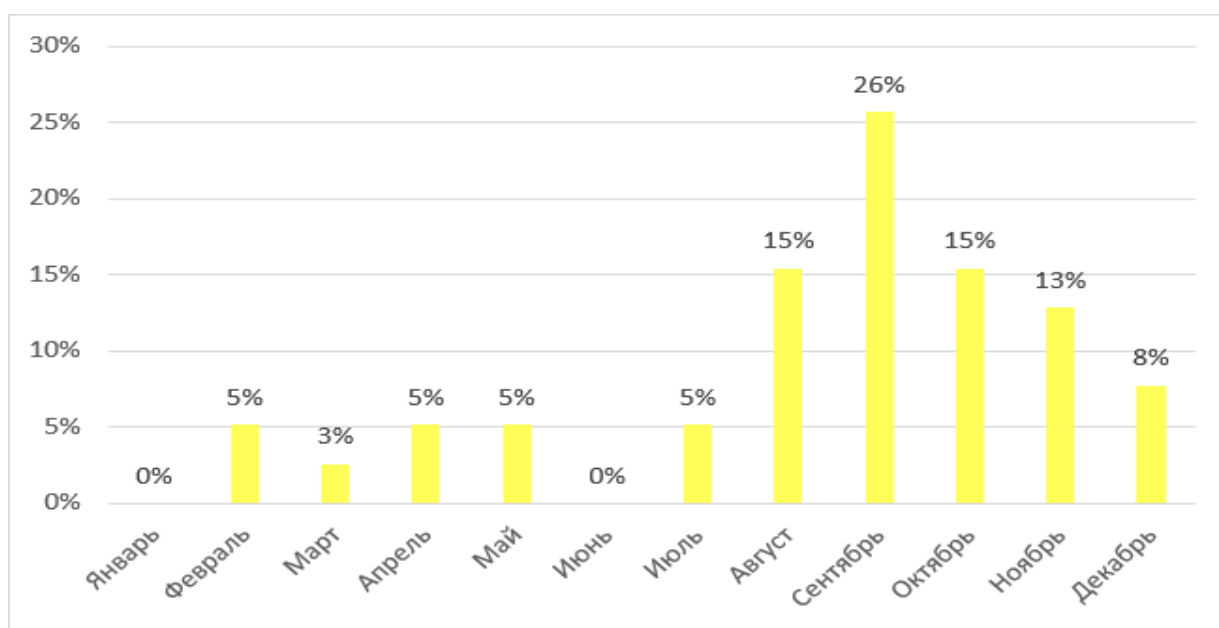


Рисунок 3.2.2 – Повторяемость туманов (%) по месяцам в период с 2019 по 2023 гг

В 2019 году в районе аэродрома Кресты, Псковской области, наблюдалась наибольшая повторяемость туманов-28 % (рис. 3.2.3), наименьшая-в 2021 году-10 %. Это может быть связано с наличием в 2019 году, в осенне-зимний период, туманов радиационного характера (таблица 3.2.2), образующихся за счёт радиационного охлаждения земной поверхности и массы влажного приземного воздуха до температуры точки росы. В 2021 году меньшее количество туманов можно обосновать аномально жарким, сухим летом и теплой осенью.

Таблица 3.2.2 – Типы туманов (2021-2023 г.)

Адвективные	13
Радиационные	19
Фронтальные	7

В тёплое полугодие туманы наблюдаются реже (5,07%), в марте-июле в среднем отмечается от одного до двух дней с туманом. В весенне-летний период увеличивается (на 15%) количество ночных туманов. Это объясняется тем, что в эти месяцы увеличивается количество радиационных туманов.

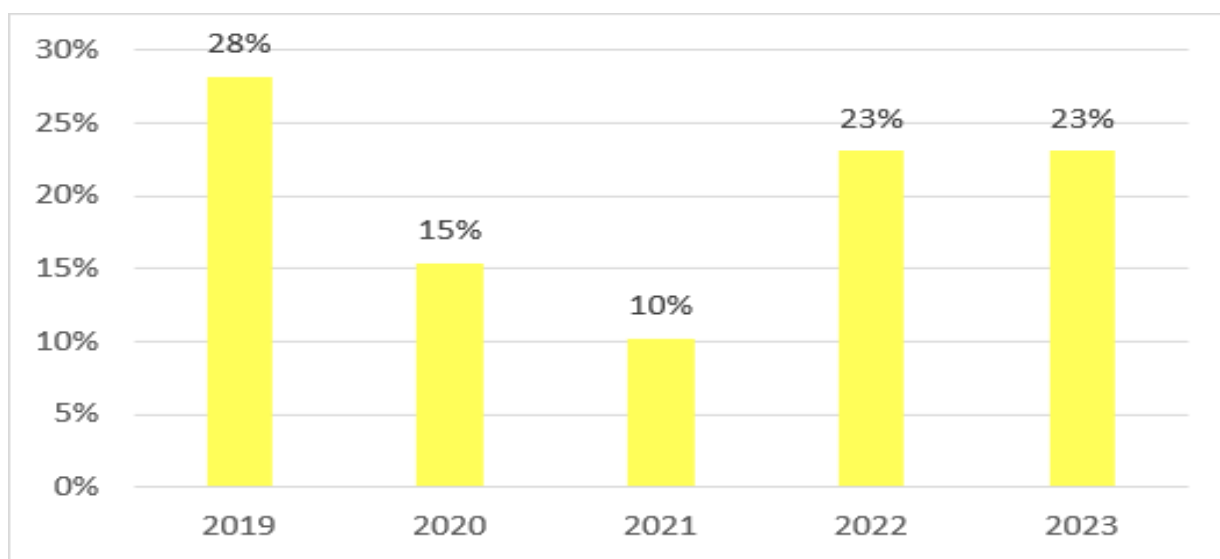


Рисунок 3.2.3 – Повторяемость туманов (%) по годам в период с 2019 по 2023 гг

Рассмотрим повторяемость туманов в зависимости от типа возникновения при различных синоптических ситуациях в районе аэродрома Кресты, Псковской области, в период с 2021 по 2023 гг. (таблица 3.2.3, рис. 3.2.4). Наиболее часто туманы наблюдались на теплых фронтах и в антициклонах (по 31 %), а также на холодных фронтах (13 %). В гребнях, седловинах, на малоградиентных полях, а также в циклонах возникновение туманов не наблюдалось.

Таблица 3.2.3 – Повторяемость туманов (%) по типу возникновения

Туманы		
Синоптические ситуации	Количество	Повторяемость, %
Ложбина	2	4%
Фронт окклюзии	4	10%
Холодный фронт	5	13%
Теплый фронт	12	31%
Теплый сектор	4	10%
Антициклон	12	31%
Итого:	39	100%

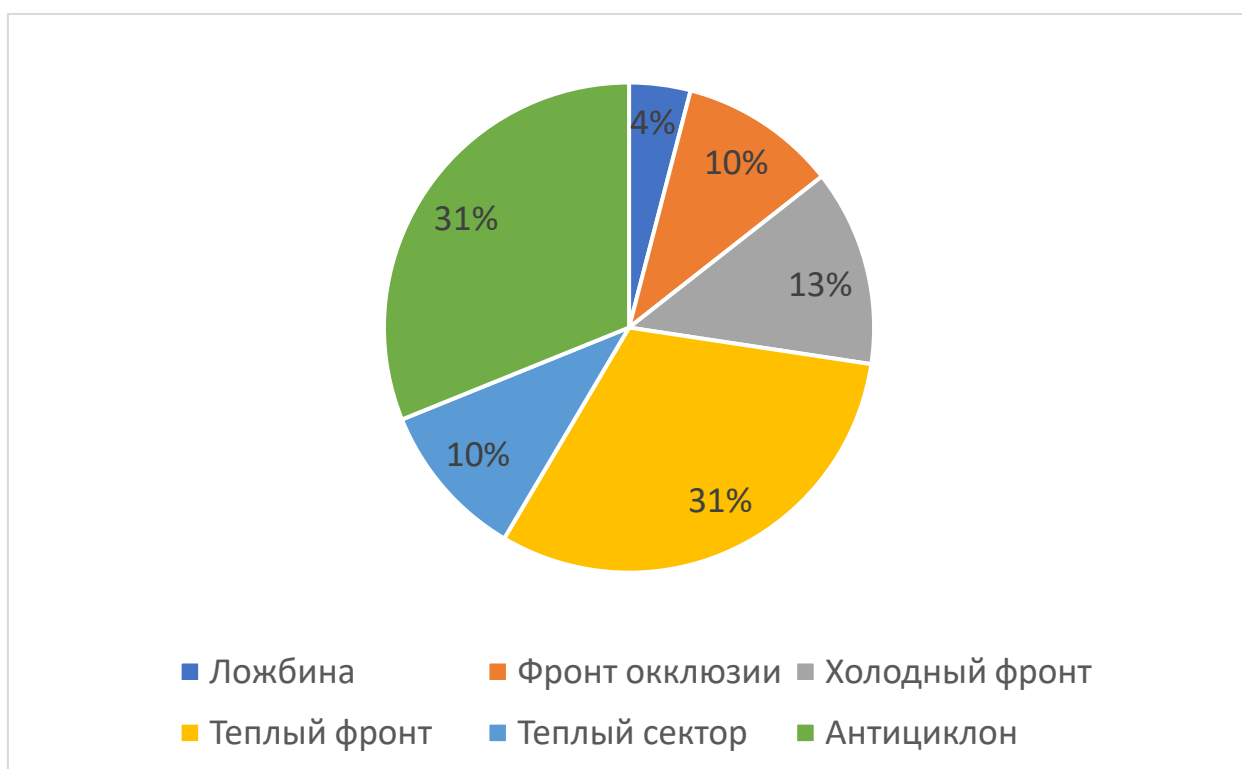


Рисунок 3.2.4 – Повторяемость туманов (%) по типу возникновения

3.3. Дымки

Среднее число дней с дымками за пять лет, при актуальных минимумах для ночи (нижняя граница облачности 350м, видимость 3500м) – 17, максимальное – 25 дней (2019 год). Наибольшее количество дней с дымками наблюдается с сентября по декабрь (рис. 3.3.1). Среднее число дней с дымками за этот период составляет 13 дней, наиболее часто-в октябре и декабре (15 дней).

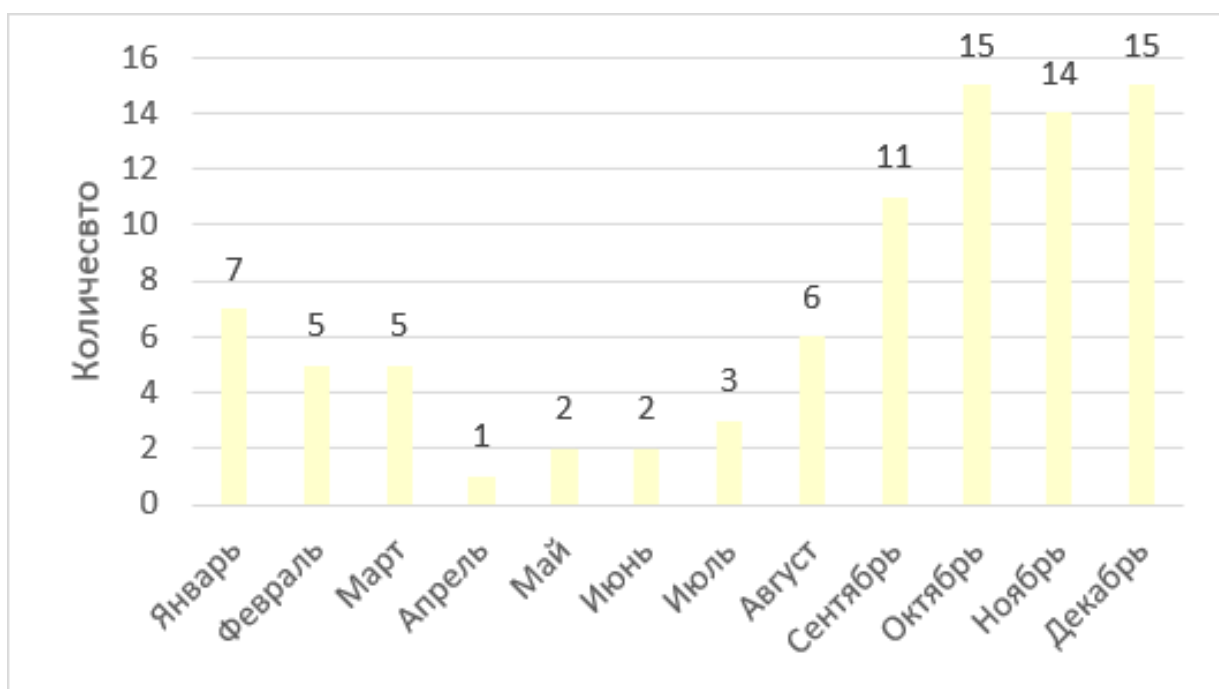


Рисунок 3.3.1 – Общее количество дымок в период с 2019 по 2023 гг

В таблице 3.3.1 представлено распределение количества дымок по месяцам за период с 2019 по 2023 гг. В тёплое полугодие дымки наблюдаются реже, в апреле-июле в среднем отмечается от одного до трех дней с дымками. В осеннее-зимний период, при рассеивании тумана, увеличивается количество утренних дымок.

Таблица 3.3.1 – Общее количество дымок

	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	За год	Повт-ть, %
2019	0	2	2	0	2	0	1	0	4	6	4	4	25	29
2020	2	2	2	0	0	1	0	2	3	5	2	4	23	27
2021	2	1	0	0	0	0	1	0	2	1	3	2	12	14
2022	3	0	1	0	0	1	1	2	0	2	3	1	14	16
2023	0	0	0	1	0	0	0	2	2	1	2	4	12	14
2019-2023	7	5	5	1	2	2	3	6	11	15	14	15	86	100
Повт-ть, %	8	6	6	1	2	2	4	7	13	17	17	17		

В среднем за пять лет по району аэродрома отмечается 17 дней с дымками, максимальное число дней-6, в октябре 2019 года (таблица 3.3.1, рис. 3.3.1), минимальное-1, в феврале 2021, марте 2022, апреле 2023, июне 2022 и 2022, июле 2019 и 2021-2022, октябре 2021 и декабре 2022. В октябре, ноябре и декабре дымки наблюдаются чаще-17% (14-15 случаев), чем в другие месяцы (рис. 3.3.2). В осенне-зимний период средняя непрерывная продолжительность дымок составляет около 4 часов, а в летний период 4-5 часов. Максимальная продолжительность дымок 6-9 часов приходится на январь, февраль, август и декабрь. В декабре 2023 года максимальная продолжительность составляет 15 часов.

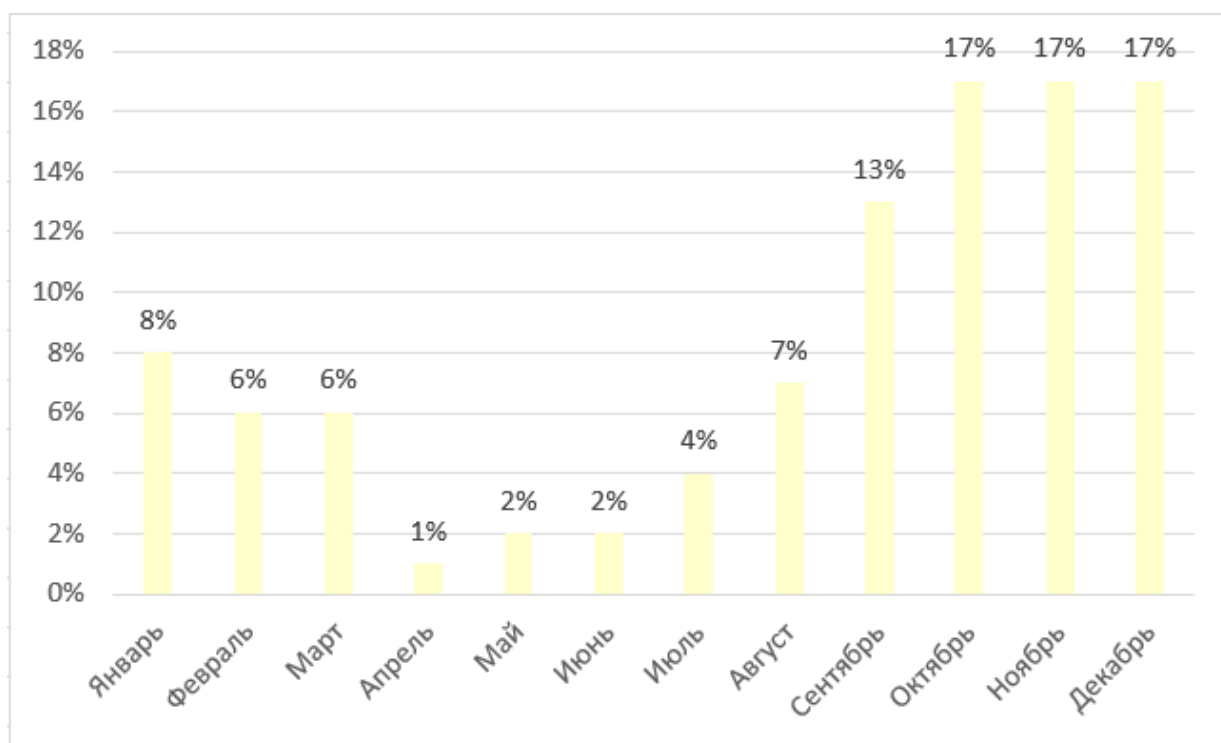


Рисунок 3.3.2 – Повторяемость дымок (%) по месяцам в период с 2019 по 2023 гг

В 2019 году в районе аэродрома Кресты, Псковской области, наблюдалась наибольшая повторяемость дымок-29 % (рис. 3.3.3), наименьшая-в 2021 и 2023х годах-14 %. Это можно объяснить на примере 2019 года: дымки были переходным явлением к туману, количество которых в этом году тоже было достаточно большим (28 % от всех случаев за 5 лет).

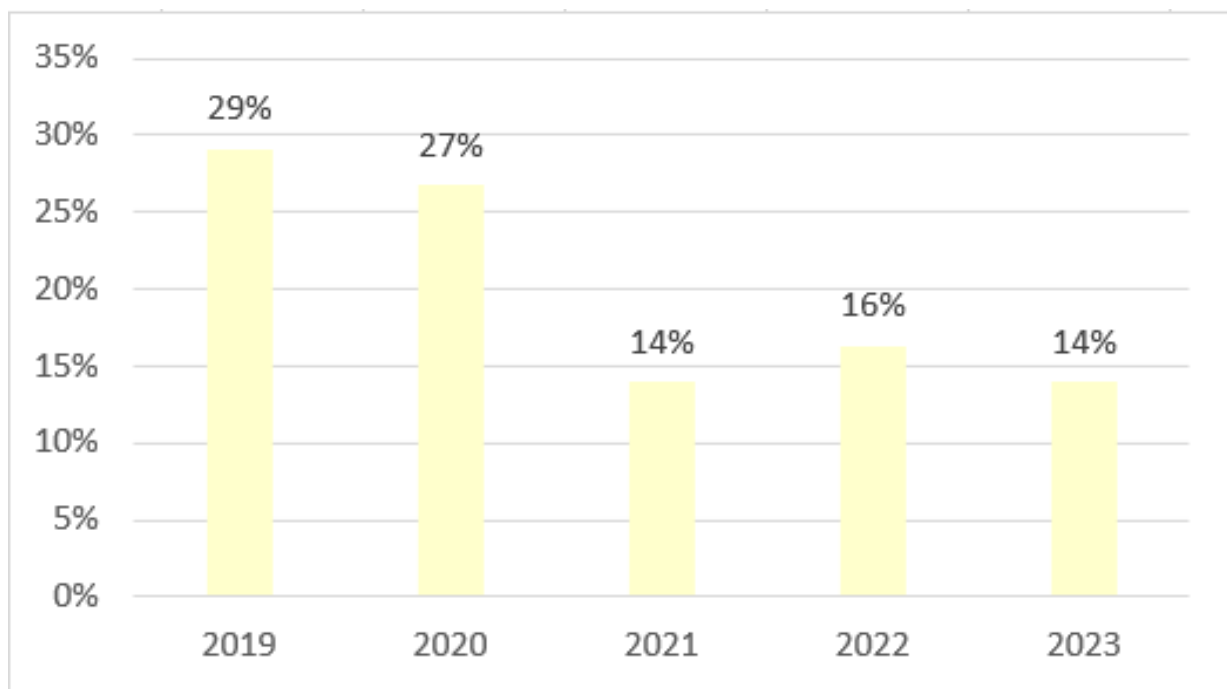


Рисунок 3.3.3 – Повторяемость дымок (%) по годам в период с 2019 по 2023 гг

Рассмотрим повторяемость дымок в зависимости от типа возникновения при различных синоптических ситуациях в районе аэродрома Кресты, Псковской области, в период с 2021 по 2023 гг. (таблица 3.3.2, рис. 3.3.4). Наиболее часто дымки наблюдались на теплых фронтах (25 %).

Таблица 3.3.2 – Повторяемость дымков (%) по типу возникновения

Дымки		
Синоптические ситуации	Количество	Повторяемость, %
Ложбина	4	11%
Гребень	4	11%
Фронт окклюзии	4	11%
Холодный фронт	3	8%
Теплый фронт	10	25%
Теплый сектор	2	5%
Малоградиентное поле	4	11%
Циклон	2	5%
Антициклон	2	5%
Седловина	3	8%
Итого:	38	100%



Рисунок 3.3.4 – Повторяемость дымков (%) по типу возникновения

3.4. Ливневые осадки

Среднее число дней с ливневыми осадками за пятилетку по аэродрому, при видимости менее 2000м и нижней границе облачности менее 300м, составляет 25 дней, максимальное-29 дней (2021 год) (рис. 3.4.1).

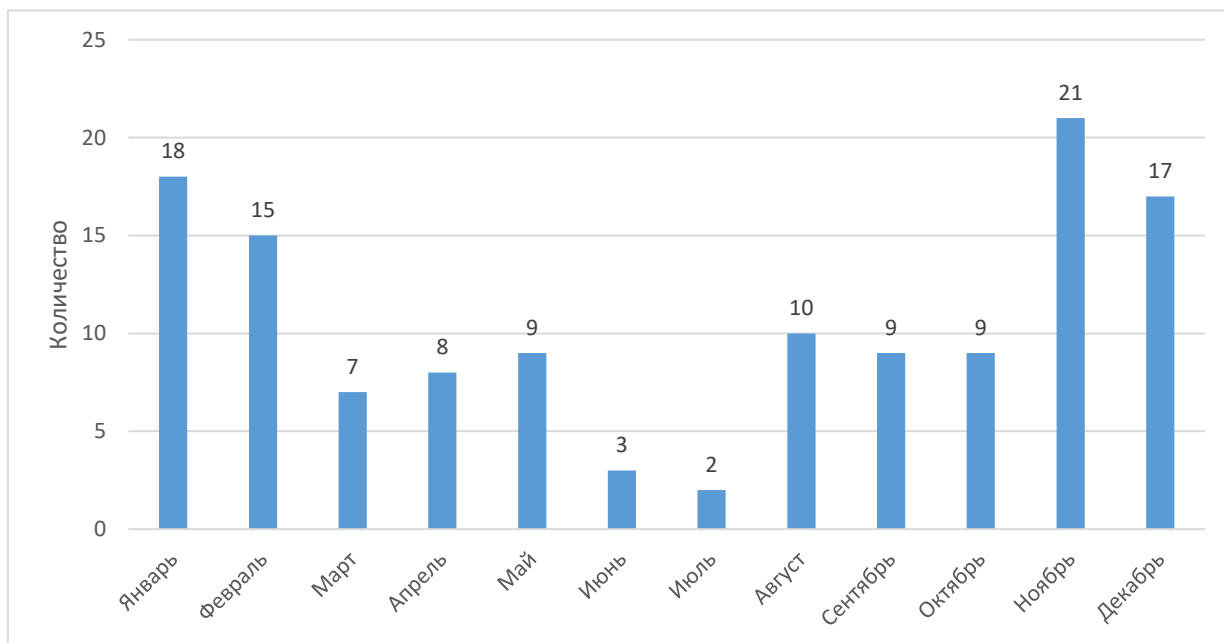


Рисунок 3.4.1 – Общее количество ливневых осадков в период с 2019 по 2023 гг

В таблице 3.4.1 представлено распределение количества ливневых осадков по месяцам за период с 2019 по 2023 гг. В теплое полугодие ливневые осадки наблюдаются реже. Наибольшее число дней с ливневыми осадками наблюдается с ноября по февраль.

Таблица 3.4.1 – Общее количество ливневых осадков

	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	За год	Повт-ть, %
2019	2	0	1	0	1	0	1	1	2	4	0	4	16	13
2020	4	5	1	2	1	1	1	2	5	0	10	5	37	29
2021	0	2	3	4	4	0	0	5	1	0	3	7	29	23
2022	9	6	1	1	3	2	0	0	0	2	4	0	28	22
2023	3	2	1	1	0	0	0	2	1	3	4	1	18	14
2019-2023	18	15	7	8	9	3	2	10	9	9	21	17	128	100
Повт-ть, %	14	12	5	6	7	2	2	9	7	7	16	13		

В среднем за пять лет по аэродрому наблюдается 26 дней с ливневыми осадками, максимальное число дней-10, в ноябре 2020 года, минимальное-1, в марте 2019-2020 и 2022-2023, апреле 2022 и 2023, мае 2019 и 2020, июне 2020,

июле 2019 и 2020, августе 2019, сентябре 2021 и 2023 и декабре 2023 года. Среднее число дней с ливневыми осадками за осенне-зимний (с ноября по февраль) период составляет 17,8 дней, наиболее часто-в ноябре-21 день. В ноябре ливневые осадки наблюдается наиболее часто-16% (21 случай), чем в другие месяцы (рис. 3.4.2). В осенне-зимний период средняя продолжительность ливневых осадков составляет 7 часов, а в весенне-летний период 7,5 часов. Максимальная продолжительность ливневых осадков 15-18 часов приходится на январь, февраль, май и август. В феврале 2021г максимальная продолжительность составляет 30 часов.

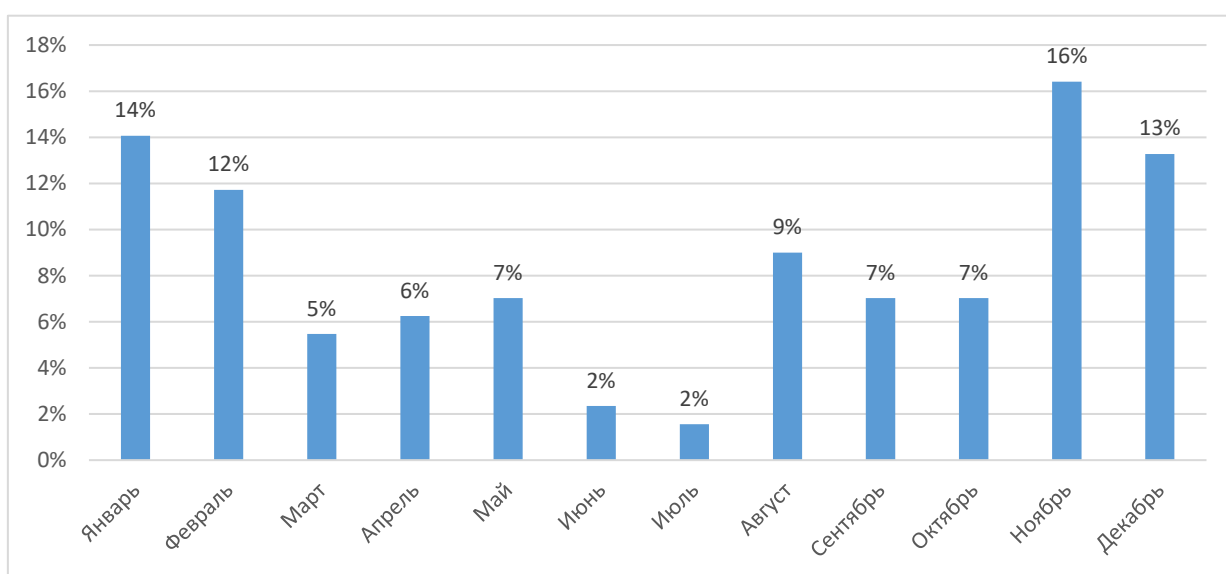


Рисунок 3.4.2 – Повторяемость ливневых осадков (%) по месяцам в период с 2019 по 2023 гг

В 2020 году в районе аэродрома Кресты, Псковской области, наблюдалась наибольшая повторяемость ливневых осадков-27 % (рис. 3.4.3), наименьшая-в 2019 году-13 %. Это может быть связано с активизацией фронтов.

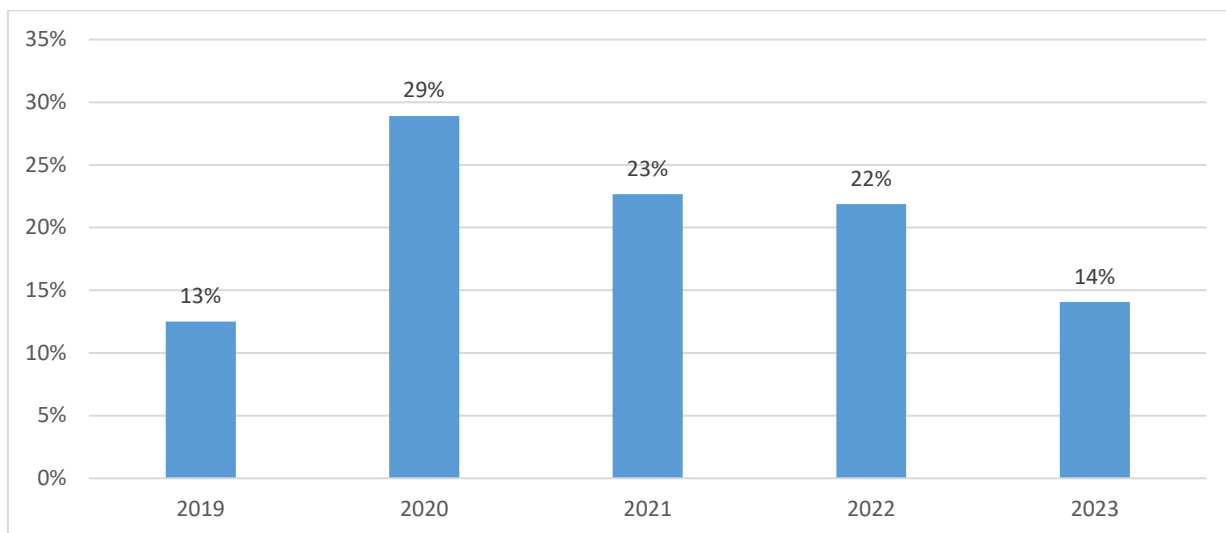


Рисунок 3.4.3 – Повторяемость дымок (%) по годам в период с 2019 по 2023 гг

Рассмотрим повторяемость ливневых осадков в зависимости от типа возникновения при различных синоптических ситуациях в районе аэродрома Кресты, Псковской области, в период с 2021 по 2023 гг. (таблица 3.4.2, рис. 3.4.4). Наиболее часто ливневые осадки наблюдались на холодных (53%), теплых (11%) и фронтах окклюзии (31%). В антициклонах и на малоградиентных полях возникновение ливневых осадков не наблюдалось.

Таблица 3.4.2 – Повторяемость ливневых осадков (%) по типу возникновения

Ливневые осадки		
Синоптические ситуации	Количество	Повторяемость, %
Ложбина	7	1%
Гребень	7	1%
Фронт окклюзии	30	31%
Холодный фронт	48	53%
Теплый фронт	15	11%
Теплый сектор	7	1%
Циклон	7	1%
Седловина	7	1%
Итого:	128	100

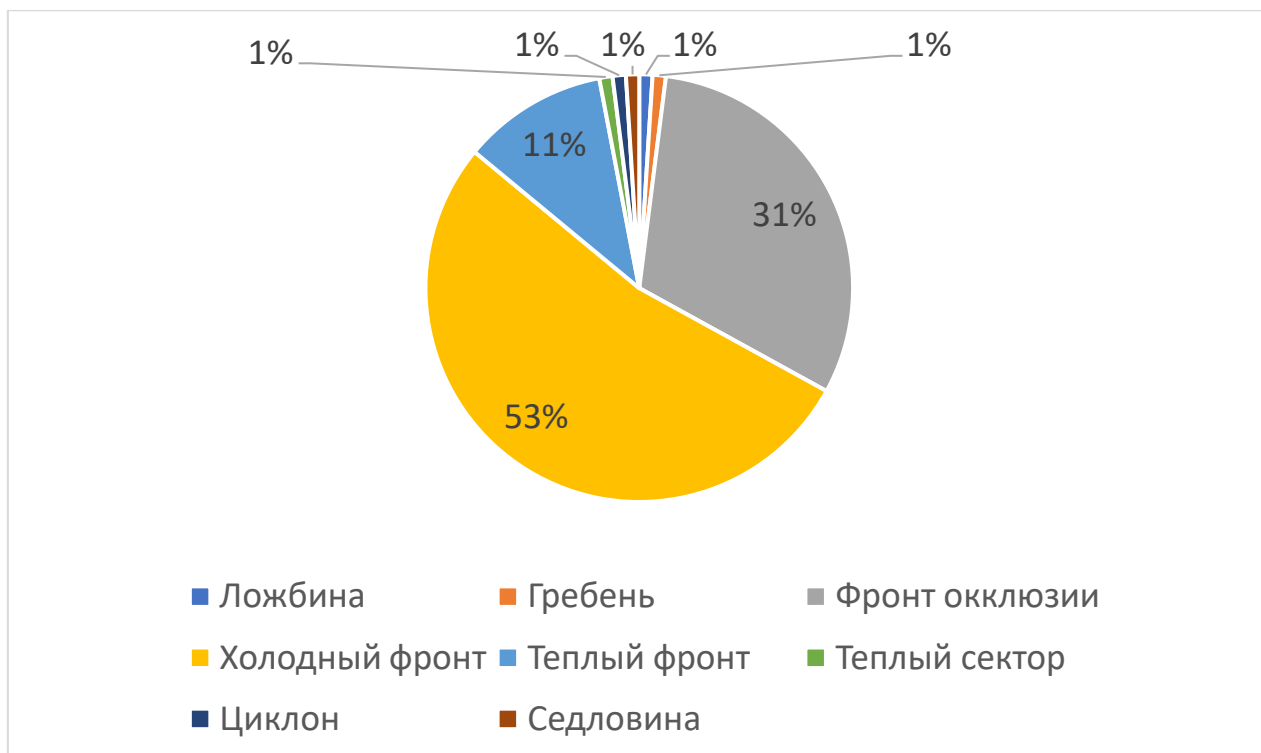


Рисунок 3.4.4 – Повторяемость ливневых осадков (%) по типу возникновения

3.5. Метели

Рассмотрим случаи метелей в районе аэродрома Кресты, Псковской области, за период с 2019 по 2023 год. За данный период наблюдалось 14 случаев (таблица 16), максимальное количество (2) в 2021,2022 и 2023 (рис. 3.5.1).

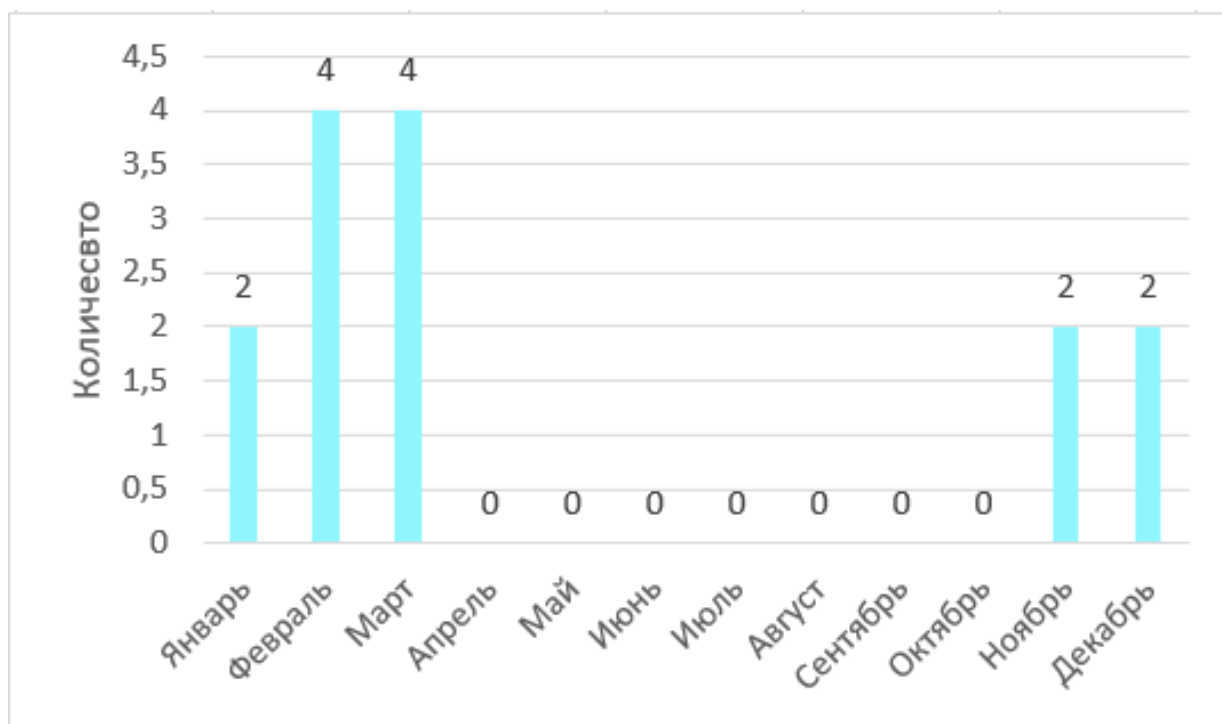


Рисунок 3.5.1 – Общее количество метелей в период с 2019 по 2023 гг

В таблице 3.5.1 представлено распределение количества метелей по месяцам за период с 2019 по 2023 гг. С февраля по март общее количество метелей увеличивается. В период с апреля по октябрь метели не наблюдались.

Таблица 3.5.1 – Общее количество метелей

	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	За год	Повт-ть, %
2019	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7
2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2021	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	29
2022	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	21
2023	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	6	43
2019-2023	2	4	4	0	0	0	0	0	0	0	2	2	14	100
Повт-ть %	14	29	29	0	0	0	0	0	0	0	14	14		

В среднем за пять лет по району аэродрома отмечается 3 дня с метелью, максимальное число дней-2, в феврале 2023, марте 2021 и 2023, и декабре 2022 года(таблица 3.5.1, рис. 3.5.1), минимальное-1, в январе 2022 и 2023, феврале

2019 и 2021 и ноябре 2021 и 2023 года. В феврале и марте грозы наблюдаются чаще-29% (по 4 случая), чем в другие месяцы (рис. 3.5.2). В осенне-зимний период средняя продолжительность метелей составляет 7 часов, а в весенне-летний период 6,5-7 часов. Максимальная продолжительность метелей 9 часов приходится на март и февраль. В декабре 2022 года максимальная продолжительность составляет 12 часов. Метели наблюдаются чаще всего при температурах от 0°C до -10°C, при юго- восточном, юго-западном и восточном ветре со скоростью 6-9 м/с на теплых фронтах и фронтах окклюзии.

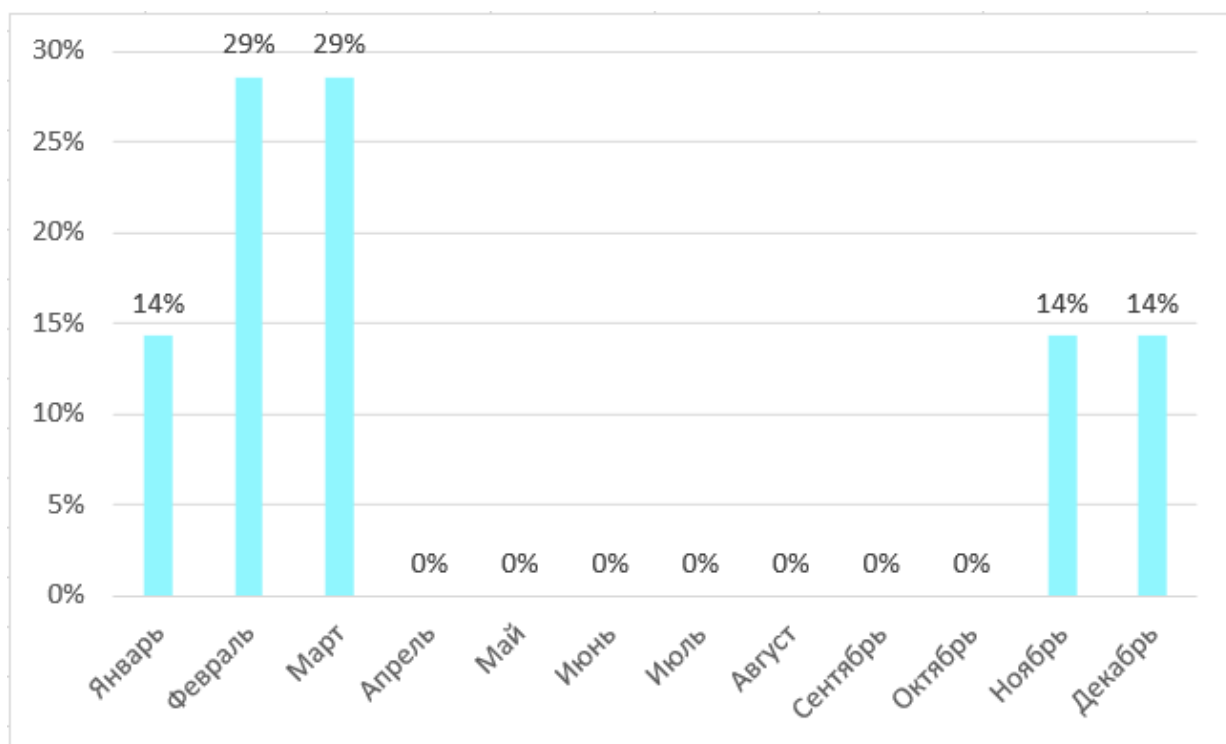


Рисунок 3.5.2 – Повторяемость метелей (%) по месяцам в период с 2019 по 2023 гг

В 2023 году в районе аэродрома Кресты, Псковской области, наблюдалась наибольшая повторяемость метелей-43 % (рис. 3.5.3), наименьшая-в 2020 году-0 %. Это может быть связано с усилением ветра, активизацией циклонических образований в осенне-зимний период.

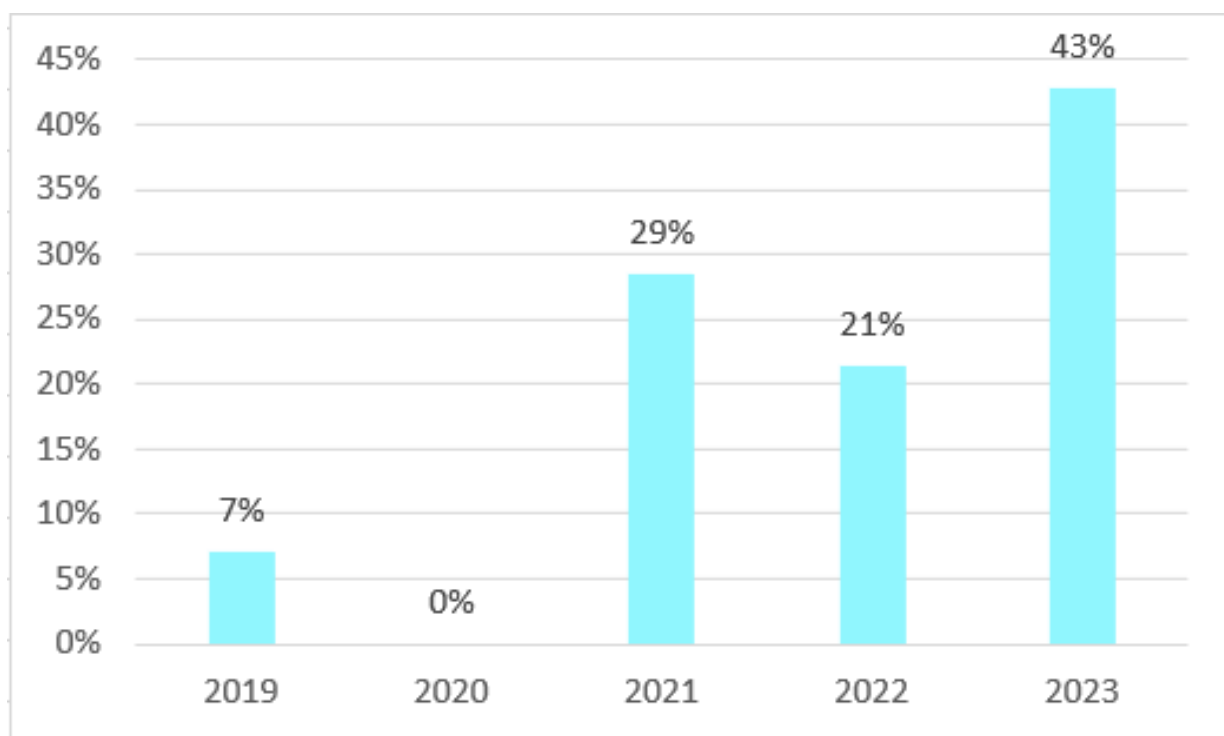


Рисунок 3.5.3 – Повторяемость метелей (%) по годам в период с 2019 по 2023 гг

Рассмотрим повторяемость метелей в зависимости от типа возникновения при различных синоптических ситуациях в районе аэродрома Кресты, Псковской области, в период с 2021 по 2023 гг. (таблица 3.5.2, рис. 3.5.4). Наиболее часто метели наблюдались на теплых фронтах (38 %) и фронтах окклюзии (47%). В ложбинах, гребнях, седловинах, на малоградиентных полях, а также в циклонах и антициклонах возникновение ливневых осадков не наблюдалось.

Таблица 3.5.2 – Повторяемость метелей (%) по типу возникновения

Метели		
Синоптические ситуации	Количество	Повторяемость, %
Фронт окклюзии	7	47%
Холодный фронт	2	15%
Теплый фронт	5	38%
Итого:	14	100%

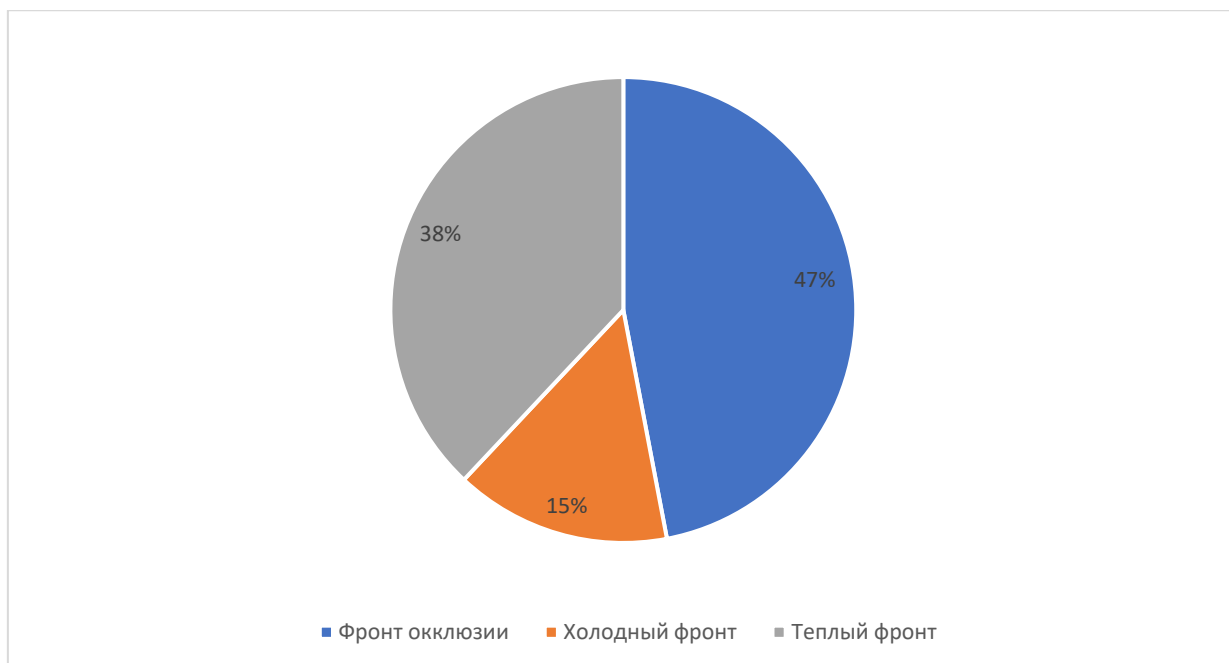


Рисунок 3.5.4 – Повторяемость метелей (%) по типу возникновения

3.6. Ветер

Рассмотрим случаи сильного ветра (от 15 м/с) в районе аэродрома Кресты, Псковской области, за период с 2019 по 2023 год. За данный период наблюдалось 14 случаев (рис. 3.6.1), максимальное количество (4 случая) в 2020 и 2023 году, наименьшее - в 2021 году - 1 случай.

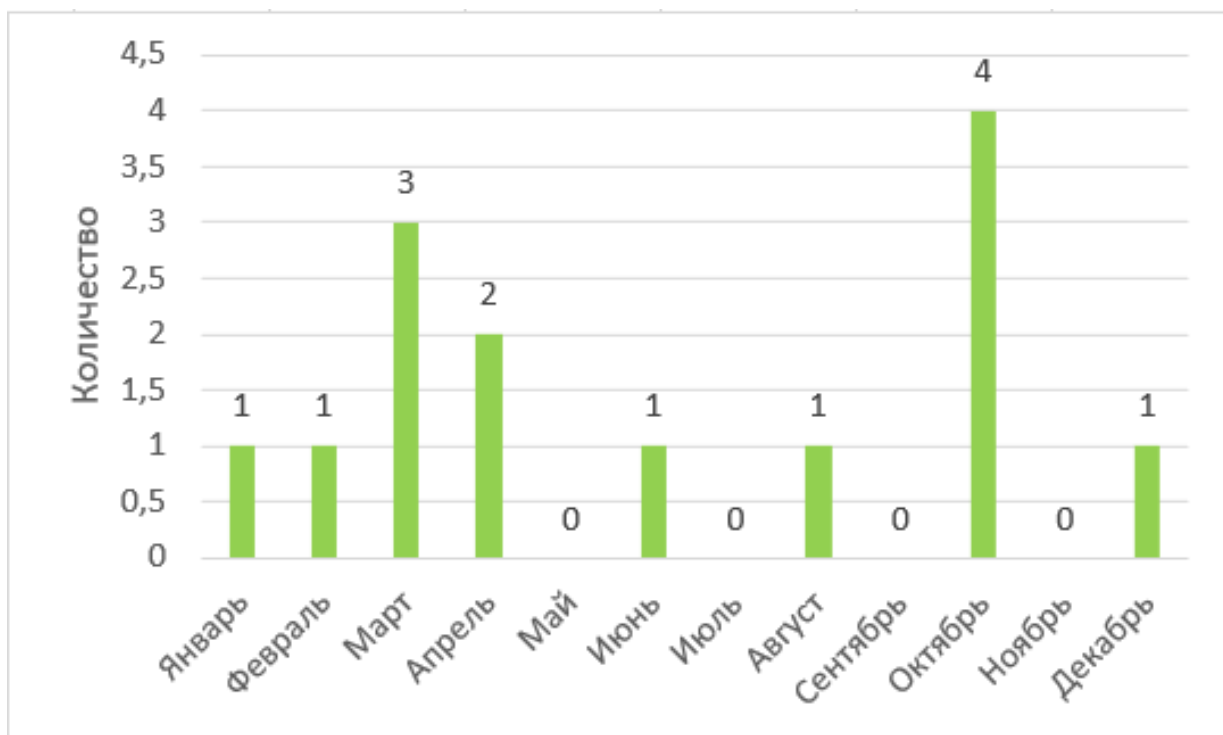


Рисунок 3.6.1 – Общее число случаев сильного ветра в период с 2019 по 2023 гг

В таблице 3.6.1 представлено распределение числа случаев возникновения сильного ветра по месяцам за период с 2019 по 2023 гг. С марта по апрель, а также в октябре общее число случаев сильного ветра увеличивается. В мае, июле, сентябре и ноябре случаи сильного ветра зафиксированы не были.

Таблица 3.6.1 – Общее число случаев сильного ветра

	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	За год	Повт-ть, %
2019	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3	21
2020	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	29
2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	7
2022	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	14
2023	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	4	29
2019-2023	1	1	3	2	0	1	0	1	0	4	0	1	14	100
Повт-ть, %	7	7	21	15	0	7	0	7	0	29	0	7		

В среднем за пять лет по району аэродрома отмечается 3 дня с сильным ветром, максимальное число дней-2, в апреле 2020, октябре 2023, (таблица 3.6.1, рис. 3.6.1), минимальное-1, в январе 2022, феврале 2020, марте 2019-2020 и 2022, июне 2023, августе 2023, октябре 2019 и 2021, и декабре 2019 года. В октябре случаи сильного ветра наблюдаются чаще-29% (4 случая), чем в другие месяцы (рис. 3.6.2). В осенне-зимний период средняя продолжительность сильного ветра составляет 9 часов, а в весенне-летний период 7 часов. Максимальная продолжительность сильного ветра 12 часов приходится на март и октябрь. В октябре 2023 года максимальная продолжительность составляет 15 часов.

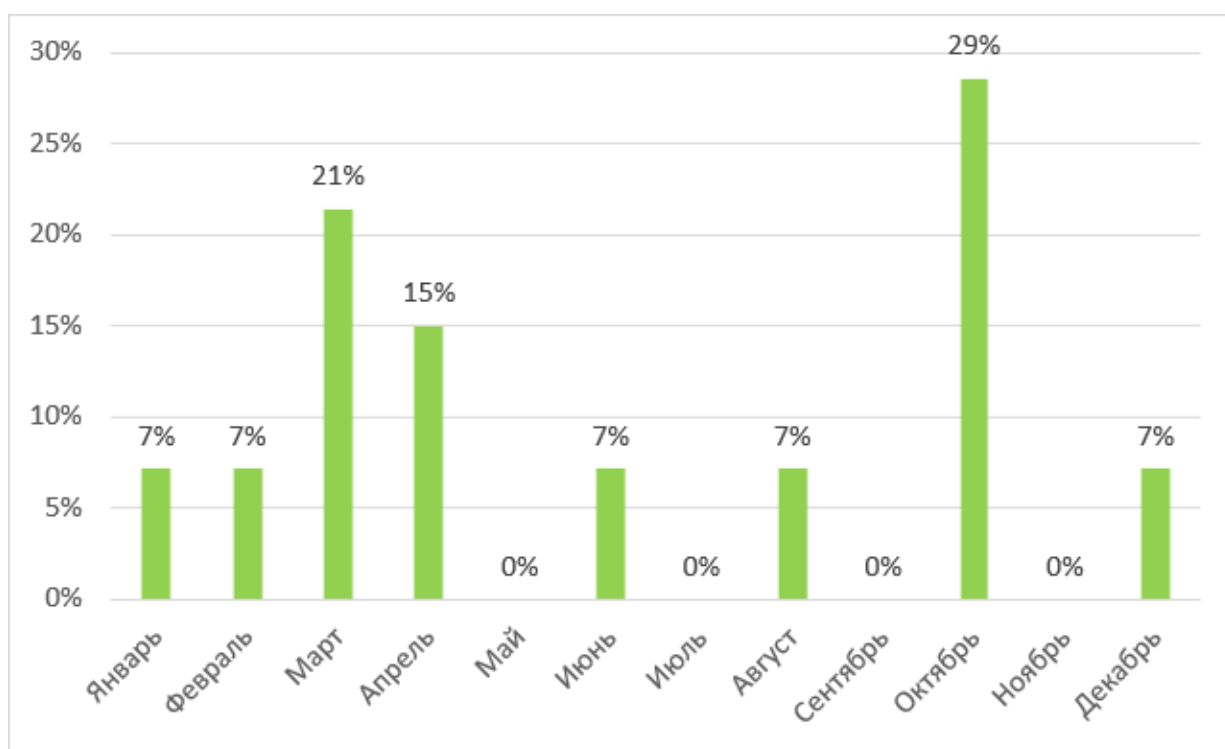


Рисунок 3.6.2 – Повторяемость сильного ветра (%) по месяцам в период с 2019 по 2023 гг

В 2020 и 2023 году в районе аэродрома Кресты, Псковской области, наблюдалась наибольшая повторяемость случаев сильного ветра-29 % (рис. 3.6.3), наименьшая-в 2021 году-7 %. Это может быть связано с увеличением градиентов, а также активизацией циклонических образований в осенне-зимний период.

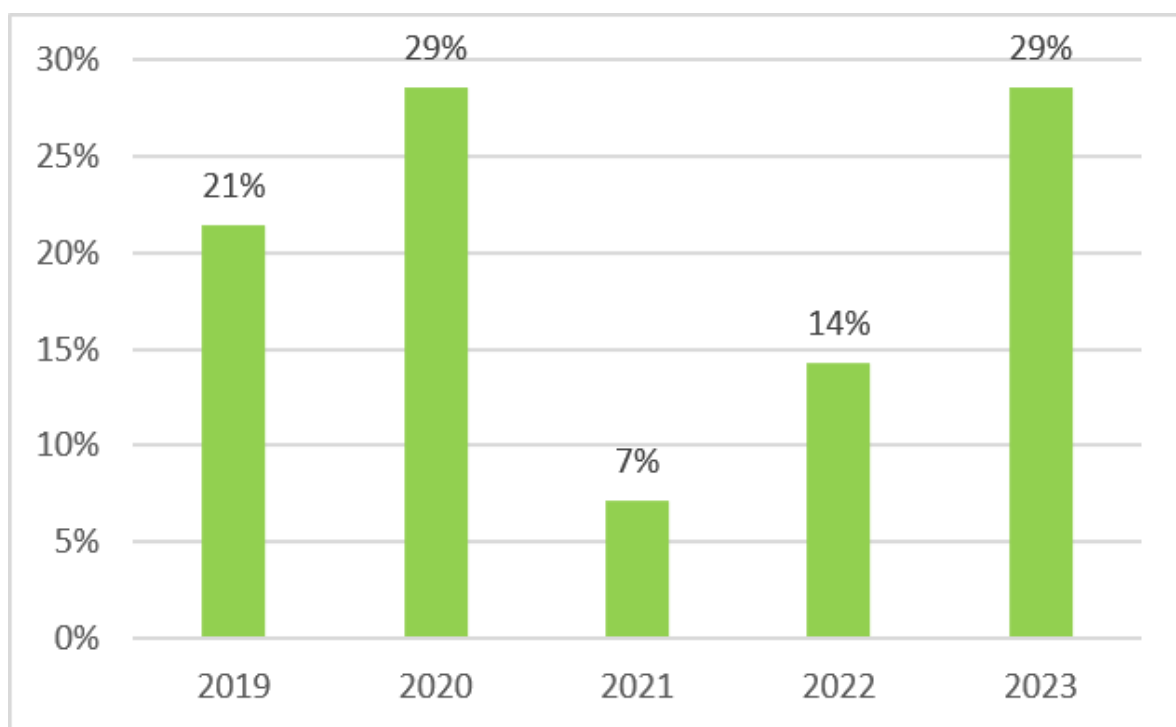
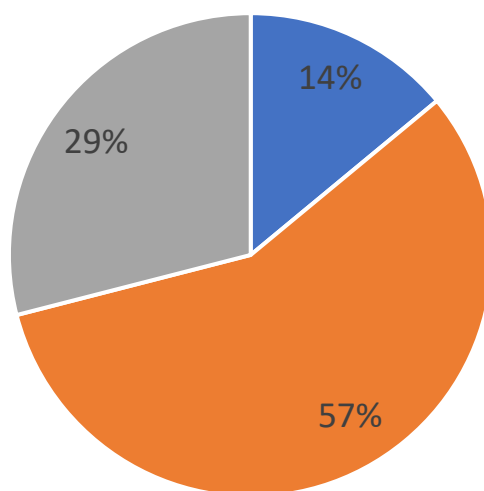


Рисунок 3.6.3 – Повторяемость случаев сильного ветра (%) по годам в период с 2019 по 2023 гг

Рассмотрим повторяемость случаев сильного ветра в зависимости от типа возникновения при различных синоптических ситуациях в районе аэродрома Кресты, Псковской области, в период с 2021 по 2023 гг. (таблица 3.6.2, рис. 3.6.4). Наиболее часто сильный ветер наблюдался на холодных фронтах (29 %), фронтах окклюзии (57%) и в ложбинах (14%). В гребнях, седловинах, на малоградиентных полях, теплых фронтах, в циклонах, антициклонах и в теплом секторе случаи сильного ветра не наблюдались.

Таблица 3.6.2 – Повторяемость случаев сильного ветра (%) по типу возникновения

Ветер		
Синоптические ситуации	Количество	Повторяемость, %
Ложбина	3	14%
Фронт окклюзии	7	57%
Холодный фронт	4	29%
Итого:	14	100%



■ Ложбина ■ Фронт окклюзии ■ Холодный фронт

Рисунок 3.6.4 – Повторяемость случаев сильного ветра (%) по типу возникновения

3.7. Разбор синоптических ситуаций по опасным явлениям погоды

Рассмотрим три явления погоды, которые наблюдались наиболее часто на территории аэродрома Кресты, Псковской области в период с 2019 по 2023гг, а именно-грозы, туманы и ливневые осадки. На картах местоположение аэродрома обозначено в виде красного треугольника.

Грозы наиболее часто наблюдаются на теплых фронтах (18 случаев), холодных (11 случаев) и фронтах окклюзии (11 случаев). На теплых фронтах грозы образуются в теплое время года, преимущественно ночью или в утренние часы. Они носят скрытый характер (кучево-дождевое облако скрыто среди других форм облачности), поэтому встреча с ними может произойти неожиданно для экипажа. Грозы на холодных фронтах образуются в любое время года и суток, но обостряются летом, во второй половине дня. В 51 % случаев грозы фронтальные (43 случая из 84), остальные-внутримассовые.

Рассмотрим случай грозы, которая наблюдалась в ложбине 6 августа 2022 года на территории аэродрома Кресты, Псковской области (рис. 3.7.1 и 3.7.2).

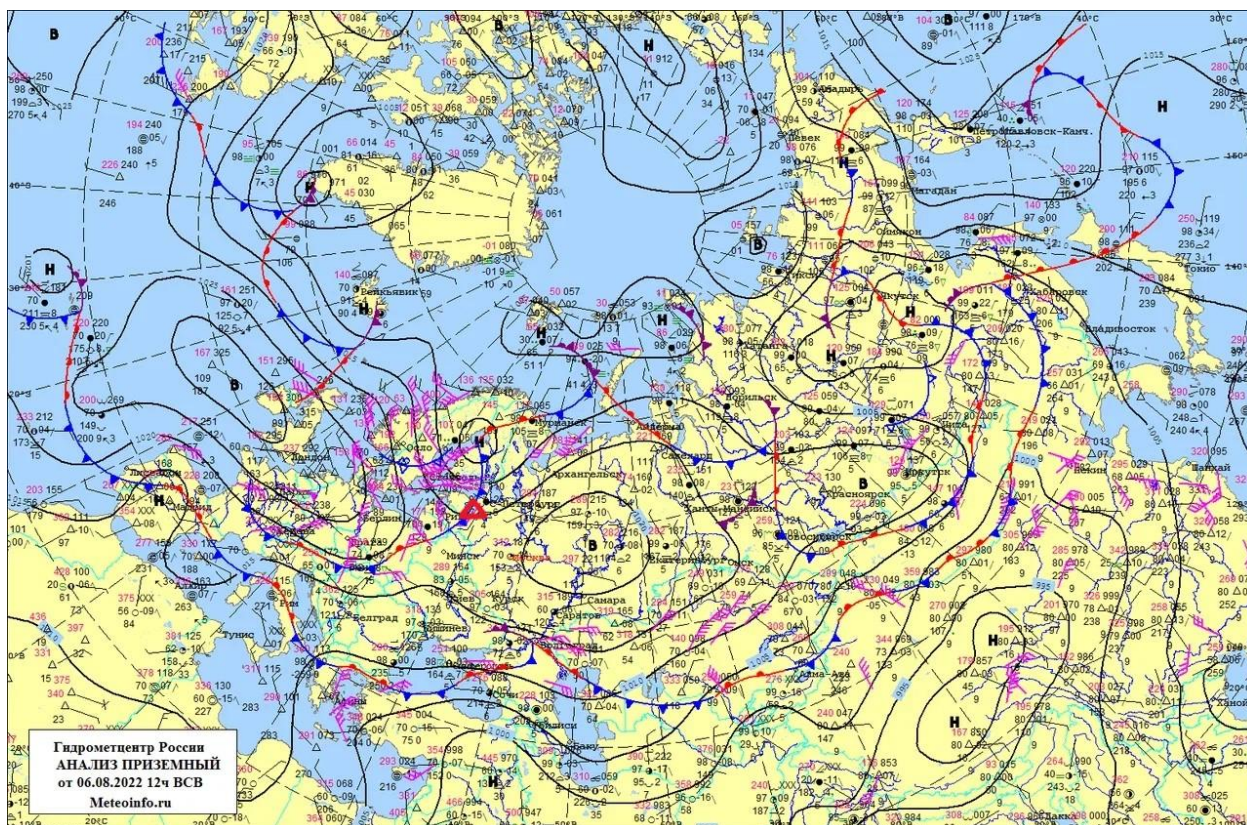


Рисунок 3.7.1 – Приземная карта от 06.08.2022 12 ч. ВСВ



Рисунок 3.7.2 – Приземная карта от 06.08.2022 12 ч. ВСВ
6 августа 2022 года с 12 до 18 часов над территорией аэродрома Кресты, Псковской области, была зафиксирована гроза. Это вызвано влиянием

циклона, расположенного над территорией северной Европы и, связанного с ним холодного фронта. Циклон охватывает Норвегию, северо-восток Швеции, север Финляндии и Кольский полуостров. Давление в центре циклона составляет 1002 гПа. Циклон смещается на северо-восток и тем самым оказывает существенное влияние на территорию европейской части России, и, непосредственно, на Псков, в том числе. Облачность кучево-дождевая, 10 баллов. Штиль. Температура воздуха 28 градусов Цельсия.

Данная синоптическая ситуация благоприятно влияет на развитие фронтальных гроз.

Туманы наиболее часто наблюдаются на теплых фронтах (12 случаев) и в антициклонах (12 случаев). С наступлением августа и сентября общее количество туманов увеличивается. Это обосновано ночным выхолаживанием земной поверхности, а также охлаждением более теплого влажного приземного воздуха. В основном отмечаются радиационные туманы (19 из 39 случаев).

Фронтальные туманы образуются в результате непосредственного теплообмена теплого влажного и холодного воздуха на фронте. Как правило, фронтальные туманы имеют высокую интенсивность и малую продолжительность.

Для антициклона характерно преобладание ясной или малооблачной погоды. Вследствие охлаждения воздуха от земной поверхности в холодное время года и ночью в антициклоне возможно образование приземных инверсий, низких слоистых облаков и туманов.

В летний период наблюдалось наименьшее количество туманов. Это может быть обосновано влиянием антициклонов, приносящих сухую и жаркую погоду в летнее время. Существенное влияние на образование туманов оказывает близость Чудского и Псковского озер. Климат в Пскове характеризуется как умеренно-континентальный, влажный. Также территория Псковской области входит в зону повышенной циклонической деятельности

атмосферы. В летнее время циклоны обуславливают здесь понижение температуры, заметное похолодание, облачную и дождливую погоду.

Рассмотрим случай тумана, который наблюдался в гребне 24 марта 2022 года на территории аэродрома Кресты, Псковской области (рис. 3.7.3 и 3.7.4).

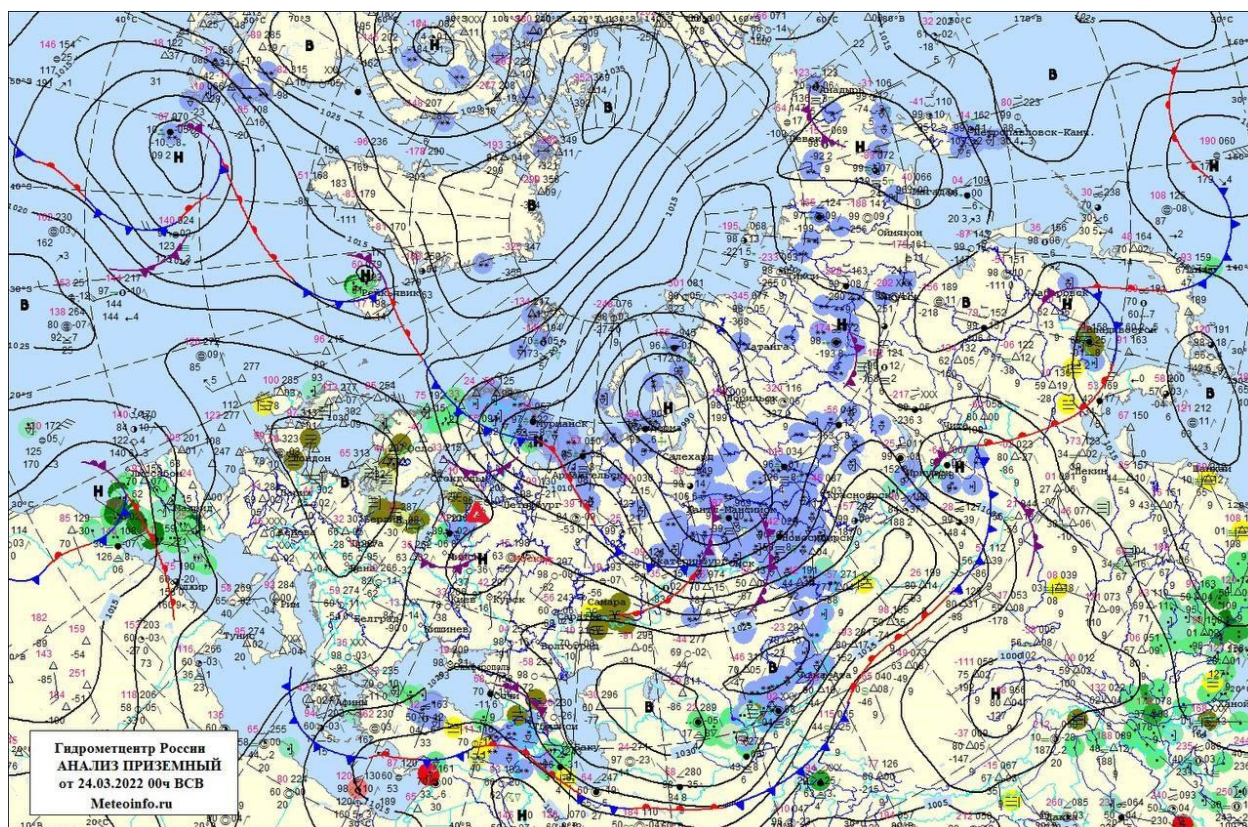


Рисунок 3.7.3 – Приземная карта от 24.03.2022 00 ч. ВСВ



Рисунок 3.7.4 – Приземная карта от 24.03.2022 00 ч. ВСВ

24 марта 2022 года с 06 до 12 часов над территорией аэродрома Кресты, Псковской области был зафиксирован туман. Это вызвано влиянием обширного антициклона, протянувшегося с Атлантического океана, через юго-восток Скандинавского полуострова, центральную и южную части Европы и Средиземное море, с центром над Нидерландами. Давление в центре антициклона составляет 1031 гПа. Антициклон смещается на северо-восток и охватывает север европейской части России, и, следовательно, оказывает существенное влияние на территорию Пскова. Облачность слоисто-кучевая, 2 балла. Штиль. Температура воздуха -1,2 градуса Цельсия.

Данная синоптическая ситуация благоприятно влияет на развитие радиационных туманов.

Ливневые осадки наиболее часто встречаются на холодных фронтах (48 случаев), фронтах окклюзии (30 случаев) и теплых фронтах (15 случаев).

При прохождении теплого фронта теплый воздух натекает на холодный, поднимается вверх над клином холодного воздуха и адиабатически

охлаждается. Содержащийся в нем водяной пар достигает насыщения и конденсируется, образуя мощную облачную систему, состоящую из слоисто-дождевых, высокослоистых и перисто-слоистых облаков теплого фронта, постепенно переходящих одни в другие и образующих вместе как бы гигантский клинообразный массив, сужающийся вперед.

При холодном фронте первого рода происходит вытеснение масс теплого воздуха вторгающимся под него клином холодного воздуха. Здесь характер облачности представляет собой зеркальное изображение облачности теплого фронта. Перед линией холодного атмосферного фронта возникает кучево-дождевые облака, из которых выпадают ливневые осадки, сопровождаемые грозами. Ливневые осадки при прохождении холодного фронта второго рода непродолжительны из-за небольшой ширины зоны осадков.

Как при теплом, так и при холодном фронте окклюзии при небольшом контрасте температур в массах холодного воздуха и при условии, что этот контраст не усиливается, происходит размывание фронтов окклюзии. Если же контраст температур достаточно большой или он усиливается, то развивается облачность по типу теплого или холодного фронтов.

Рассмотрим случай ливневого дождя, который наблюдался в тыловой части циклона 19 февраля 2022 года на территории аэродрома Кресты, Псковской области (рис. 3.7.5 и 3.7.6).

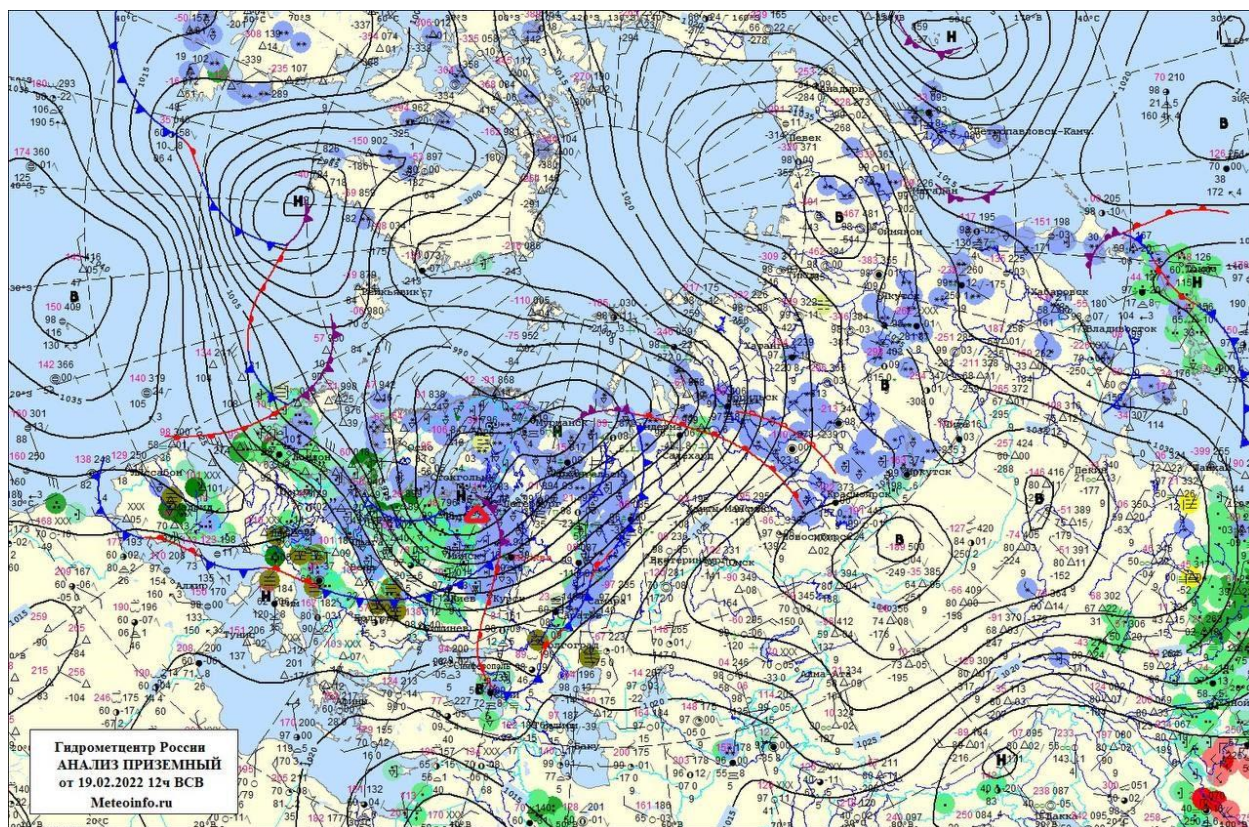


Рисунок 3.7.5 – Приземная карта от 19.02.2022 12 ч. ВСВ

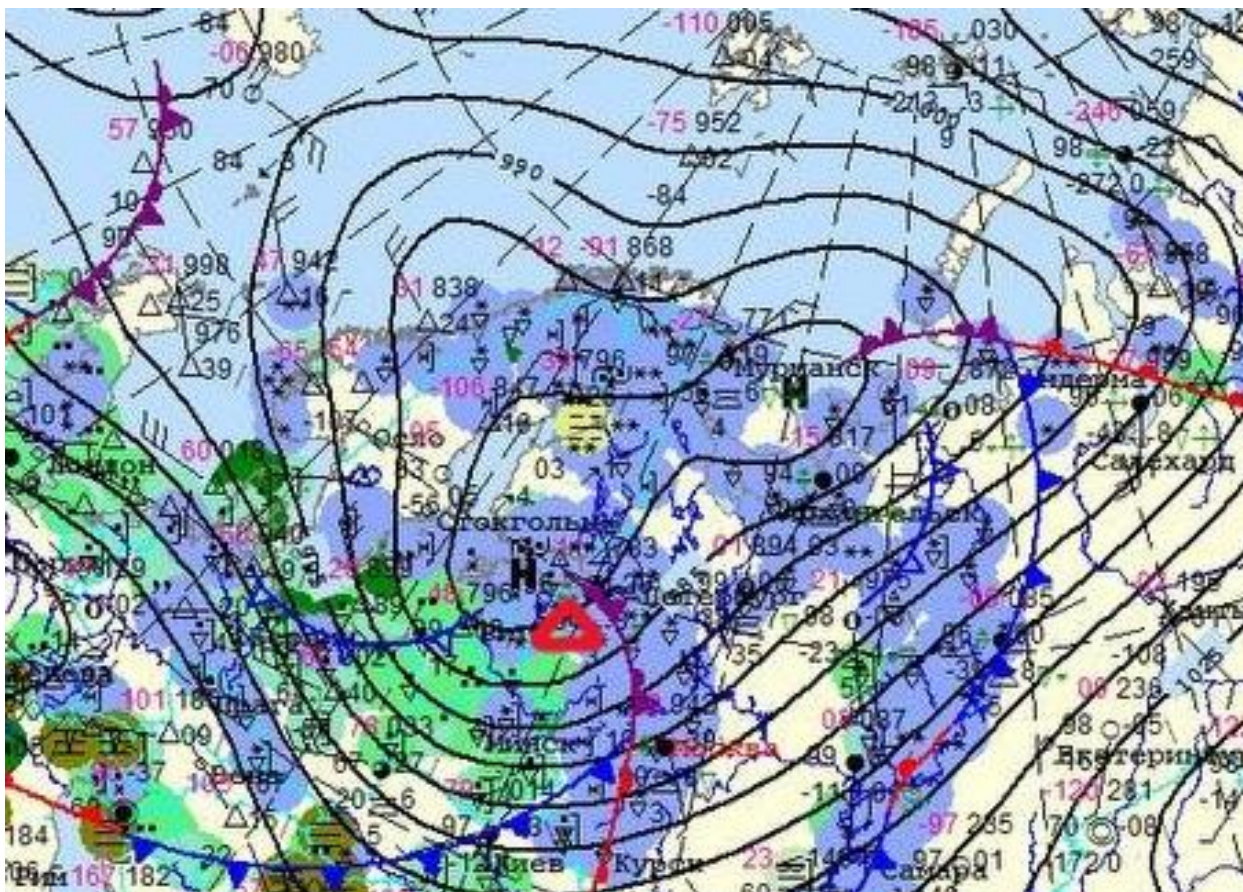


Рисунок 3.7.6 – Приземная карта от 19.02.2022 12 ч. ВСВ

19 февраля 2022 года с 12 до 00 часов над территорией аэродрома Кресты Псковской области был зафиксирован ливневой дождь. Это вызвано влиянием обширного циклона, находящегося в стадии максимального развития, протянувшегося с запада на восток от Северной Америки до Северной Земли и с севера на юг от Гренландии до Черного моря, с центром, ближайшим к исследуемому пункту, над Ригой. Давление в центре циклона составляет 985 гПа. Центр циклона смещается на северо-восток. Смещаясь, циклон охватывает всю европейскую часть России, и в частности-Псковскую область. Облачность слоистая и кучево-дождевая, 10 баллов. Ветер 10-12 м/с. Температура воздуха 1-3 градуса Цельсия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы можно сделать следующие выводы о лётно-метеорологических условиях, характерных для района аэродрома Псков (Кресты).

Аэродром находится на возвышенности, превышающей на 5-10 м близлежащую местность. Многочисленные водоёмы, обширные лесные массивы, заболоченность территории, а также непосредственная близость крупного промышленного города оказывает существенное влияние на лётно-метеорологические условия района аэродрома.

Основная роль в формировании ухудшения погоды в зимний период принадлежит тёплым фронтам, а в летний период – холодным. В первую половину зимы максимальный фактор в ухудшении погоды вносит адвекция тепла в тёплых секторах циклонов и западных периферий антициклонов.

С северо-западным типом синоптического процесса связаны грозы, туманы, ливневые осадки и сильный ветер, с западным типом – грозы, туманы, ливневые осадки, метели и сильный ветер, с южным типом – грозы, ливневые осадки, метели и сильный ветер, с юго-западным – ливневые осадки и сильный ветер, с юго-западным (гребень Азорского антициклона) – туманы и сильный ветер, с северо-восточным (Ультраполярное вторжение) – ливневые осадки и сильный ветер.

В среднем за пять лет по району аэродрома отмечается 17 дней с грозой. В июне грозы наблюдаются чаще, чем в другие месяцы. Общая продолжительность их за этот месяц оставляет в среднем 6 часов. Средняя непрерывная продолжительность одной грозы изменяется по месяцам от 3 до 6 часов. В большинстве случаев (56 %) продолжительность одной грозы не превышает 6 часов.

Туманы наблюдаются в течение всего года, за исключением января и июня. Среднее число дней с туманами за пять лет – 8, максимальное – 11 дней (2019 год). Образование поземных радиационных туманов раньше всего

происходит над болотами и в низинах, где они могут наблюдаться продолжительное время. При интенсивном процессе туманообразования и направлении ветра 300-30° (со стороны Псковского озера) со скоростью 2-3 м/с, поземные туманы выносятся в район ВПП. Поземные туманы образуются через 1-1,5 часа после захода солнца, а в отдельных случаях и в момент захода солнца.

Среднее число с дымками за пять лет, при актуальных минимумах для ночи (НГО 350 м, видимость 3500 м) – 17, максимальное – 25 дней (2019 г.). Наибольшее количество дней с дымками с сентября по декабрь. Наиболее часто дымки встречаются на теплых фронтах.

Среднее число дней с ливневыми осадками за пять лет по аэродрому, при видимости 2000 м и НГО менее 300 м, составляет 25 дней, максимальное – 29 дней (2021 г.). Наиболее часто ливневые осадки встречаются на теплых, холодных и фронтах окклюзии.

По району аэродрома с ноября по март в среднем наблюдается 2,8 дней с метелью. Максимум – 2 дня. Наибольшее их количество отмечается в феврале, марте и декабре. Метели наблюдаются чаще всего при температурах от 0°С до -10°С, при юго-восточном, юго-западном и восточном ветре со скоростью 6-9 м/с.

В среднем за пять лет по аэродрому отмечается 3 дня с сильным ветром. Максимум – 2 дня. Наибольшее их количество отмечается в апреле и октябре. Наиболее часто возникновение сильного ветра наблюдается на холодных фронтах, фронтах окклюзии и в ложбинах.

Из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что в районе аэродрома Псков (Кресты) наименее благоприятные лётно-метеорологические условия наблюдаются в холодное полугодие, когда повторяемость туманов, метелей, гололёдов и низкой облачности максимальная. Для полётов в

простых метеорологических условиях благоприятным является летний период.

Список использованной литературы

1. Архивные данные погоды военного аэродрома Кресты за 2019-2023 г.г.
2. Карты фактической погоды - приземный анализ и аэрология с сайта «Гидрометцентр России» - <https://meteoinfo.ru/mapsynop>.
3. Архив погоды в Пскове <http://www.pogodaiklimat.ru/weather.php>
4. Богаткин О. Г. Авиационная метеорология. — СПб.: РГГМУ, 2011 г. — С. 66-231.
5. Богаткин О.Г. Авиационная метеорология для летчиков — Спб. 2005
6. Руководство по практическим работам метеорологических подразделений авиации Вооруженных Сил. Военное издательство. М. 1992г.
7. Авиационная и синоптическая метеорология, Ч.2 — М., Воениздат, 1985 — 257 с.
8. Метеорология и климатология: учебник / под ред. А. В. Иванова. — М.: Высшая школа, 2012. (Общие сведения о метеорологических явлениях и их влиянии на авиацию).
9. Федеральные авиационные правила (ФАП-1): Метеорологические условия для полетов гражданской авиации. — Москва, 2020.
10. Анализ опасных метеоусловий в районе аэродрома Кресты / И.О. Иванов // Материалы научно-практической конференции «Безопасность воздушного движения», 2021, с. 112-118.
11. Метеоусловия в районе аэродрома Кресты: особенности и прогнозирование / Е.В. Петрова // Труды Псковского государственного университета, серия «География», 2020, №3, с. 78-85.
12. Метеообеспечение авиационных операций в условиях сложной погоды / Федеральное агентство воздушного транспорта (Росавиация), Методические рекомендации, 2019.
13. Руководство по метеорологическому обеспечению авиационных работ / под ред. В. П. Смирнова. — СПб.: Издательство «Наука», 2018.