



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 «Опасные метеорологические явления и их влияние на безопасность полетов в условиях Волгоградской области»

Исполнитель: Бойко Диана Сергеевна

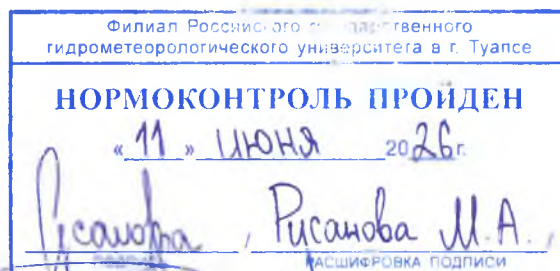
Руководитель: к.г.н., доцент Йошпа Александр Рувимович

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой _____

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

« 11 » ИЮНЯ 2026 г.



Туапсе
2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	2
1 Авиационно-климатическая характеристика аэродрома г. Котельниково Волгоградской области.....	2
1.1 Физико-географическая характеристика аэродрома г. Котельниково.....	2
1.2 Общая климатологическая характеристика района аэродрома.....	2
2 Метеорологические особенности опасных явлений и их влияние на безопасность полетов.....	2
2.1 Характеристика опасных метеоявлений для авиации	2
2.2 Особенности влияния опасных явлений погоды на безопасность полетов	2
3 Анализ случаев возникновения опасных явлений в пределах аэродрома г. Котельниково Волгоградской области.....	2
3.1 Опасное обледенение воздушного судна.....	2
3.2 Опасное снижение метеорологической дальности видимости в районе аэродрома.....	2
Заключение	2
Список литературы.....	2

Введение

Как известно, одной из основных задач метеорологии является исследование особенностей формирования погодных условий и состояния климатической системы Земли. В связи с тем, что погода довольно изменчива, характер её изменений оказывает большое влияние на различные виды деятельности человека, в том числе и на работу всех видов транспорта, в частности, авиации[8, с. 13].

Так, выполнение каждого полёта невозможно без учёта состояния условий погоды. Он необходим при различных видах оперативного планирования полётов.

Важно отметить, что воздушные суда довольно чувствительны к влиянию внешней среды, которая требует тщательного мониторинга как текущей, так и ожидаемой метеорологической информации. Причём точность метеоданных прямо пропорционально влияет на человеческую жизнь, обеспечивая или снижая безопасность полетов [11, с. 144].

Из этого следует, что опасные метеоусловия увеличивают риск аварий и авиакатастроф, требуют анализа их влияния на работу бортовых систем самолётов. И именно поэтому метеоданные имеют решающее значение для планирования полётов и принятий оперативных решений.

Таким образом, перечисленные обстоятельства определяют актуальность данного исследования.

Объект исследования – опасные для авиации явления погоды.

Предмет исследования – изучение распределения опасных метеорологических условий в пределах аэродрома Котельниково.

Цель исследования – анализ распределения опасных метеорологических явлений погоды, влияющих на безопасность полётов в районе аэродрома Котельниково [25, с. 78].

Соответственно для достижения цели исследования в работе предусматривается решение ряда научных задач:

1. Изучить физико-географические и климатические характеристики аэродрома г. Котельниково.
2. Провести анализ опасных для полётов явлений погоды и их влияния на полеты воздушных судов.
3. Рассмотреть ряд случаев опасных метеоявлений, возникших в районе аэродрома г. Котельниково.
4. Проанализировать меры предупреждения при попадании в опасные метеорологические условия.
5. Рассмотреть основные метеорологические факторы, усугубляющие влияние метеоусловий и влияющие на безопасность полетов.

1 Авиационно-климатическая характеристика аэродрома г. Котельниково Волгоградской области

1.1 Физико-географическая характеристика аэродрома г. Котельниково

Аэродром Котельниково расположен в Котельниковском районе Волгоградской области, недалеко от одноимённого города (рисунок 1.1).

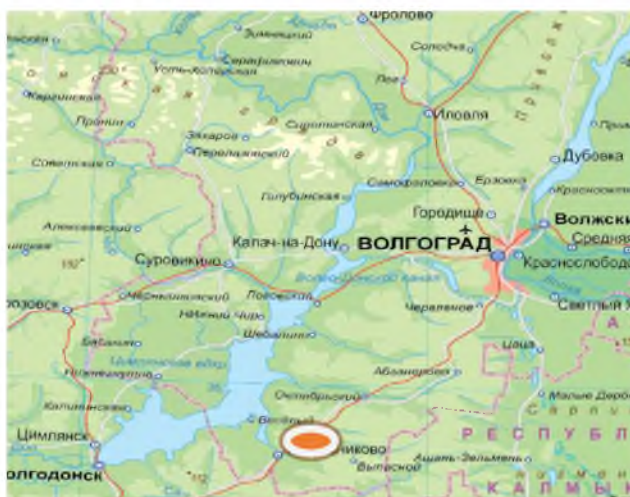


Рисунок 1.1 – Карта Волгоградской области

Это авиабаза военно-воздушных сил России, где базируется 704-й учебный авиационный полк. Котельниково — самый южный город Волгоградской области. Находится в степной местности, на левом берегу Аксая Курмоярского при впадении в него реки Нагольная (рисунок 1.2).

Аэродром расположен в 160 км юго-западнее города Волгоград и в 1,5 км юго-западнее г. Котельниково [19, с. 380].



Рисунок 1.2 – Карта г. Котельниково

Географические координаты (широта, долгота в градусах, минутах, секундах) контрольной точки аэродрома (далее-КТА): 47°38'04" с, 043°05'44" в.

Превышение (абсолютная высота) КТА: + 65,1 м.

Магнитное склонение с точностью до ближайшего градуса: + 9°.

Номер часового пояса: третий [19, с. 382].

Лётное поле аэродрома имеет форму многоугольника с размерами 5800x700 м. (рисунок 1.3)



Рисунок 1.3 – Район аэродрома Котельниково

Характер поверхности – степная равнина. Грунт – суглинок, среднее удельное давление или напряжение грунта составляет 12,5 кгс/см². Покров лётного поля – дерновой. При среднесуточном выпадении осадков 1,5 мм, грунтовая взлетно-посадочная полоса (далее – ГВПП) пригодна к эксплуатации через 5 часов. [19, с. 385]

Аэродром имеет две искусственные взлётно-посадочные полосы (далее – ИВПП). Расстояние между осями ИВПП составляет 100 м. ИВПП расположены параллельно, уступом друг к другу.

ИВПП №1 (западная) 12L/30R: 2 класса. Длина 2500 м, ширина 40 м.

Покрытие из сборных железобетонных плит ПАГ-14 толщиной 14 см.

Абсолютная высота порога 12L: H_{12L} = 60,6 м.

Абсолютная высота порога 30R: H_{30R} = 64,4 м.

Истинный путевой угол с точностью до одной минуты: 128°54'/308°55'.

Магнитные путевые углы: взлёта МПУ_{взл} = 300°, посадки МПУ_{пос} = 120°

(основные из условий расположения рулежных дорожек и схемы руления для взлета и освобождения ИВПП после посадки) [19, с. 387].

Значение PCN 16/R/C/X/T.

Продольный уклон 0,015. Поперечный уклон 0,001.

Концевая полоса торможения размером 300х40 м (асфальтовое покрытие) и концевая полоса безопасности размером 400х140 м примыкают к порогу 12L. Концевая полоса торможения размером 300х40 м (покрытие укатанный грунт) и концевая полоса безопасности размером 300х140 м примыкают к порогу 30R, переходный участок с асфальтовым покрытием 20х40 м.

Боковые полосы безопасности шириной 50 м по обе стороны ИВПП.

Размеры спланированной части полосы 2900х390 метров.

Свободная зона не предусмотрена [20, с. 96].

Географические координаты порога 12L: 47°38'56" с 043°04'12" в.

Географические координаты порога 30R: 47°38'05" с 043°05'45" в.

Примечание:

Порог 12L временно перенесен в сторону КТА на 582 м. Рабочая длина ИВПП №1 1918 м.
Автомобильная трасса Сальск-Волгоград: расположена параллельно железной дороге на удалении 2-10 км. имеет такое же общее направление по участкам.
Асфальтированная автомобильная дорога Дубовское-Сиротский с общим направлением 110°-290°.
Река Аксай-Курмоярский: общее направление 090°-270°, впадает в залив Аксай-Курмоярский Цимлянского водохранилища.
Река Сал: общее направление 090°-270°, впадает в реку Дон.
Река Кара-Сал: общее направление 030°-210°, впадает в реку Сал.
Река Акшибай: общее направление 100°-280°, впадает в реку Сал.
Река Джурак-Сал: общее направление 130°-310°, впадает в реку Сал.

Рисунок 1.4 – Реки и дорожная сеть района аэродрома Котельниково

Аэродром представляет собой степную равнину со слабым травяным покровом. Древесная растительность представлена повсеместно

распространенными полезащитными лесополосами шириной 5-15 м с высотой деревьев 0,5-10 м, небольших лесов и лесопитомников (акация, дуб) с высотой деревьев 2-6 м. По склонам балок и речных долин – целинная степная растительность, в поймах – заросли камыша высотой до 4 м. Преимущественное направление лесополос – с севера на юг и с запада на восток. Значительная площадь территории распахана [20, с. 103].

Грунты территории суглинистые и глинистые мощностью в несколько десятков метров. Глубина промерзания почвы на зиму не превышает 40-50 см. Грунтовые воды залегают на глубине 2-20 м. [20, с. 105]

Река Сал – ширина 40-45 м, глубина 1,5-2 м, скорость течения 0,1 м/с. Берега низкие, пологие. Пойма сухая, местами поросшая камышом, весной покрывается водой. Река Аксай Есауловский – ширина 20-80 м, глубина 0,5-2,6 м, скорость течения 0,1 м/с. Берега преимущественно низкие (местами обрывистые высотой до 12 м). Русло извилистое, пойма сухая с зарослями камыша, весной заливается паводковыми водами [20, с. 107].

Остальные реки территории небольшие и маловодные местами перекрыты земляными плотинами (рисунок 1.4). Режим рек: замерзают в ноябре. Толщина льда 0,3 м (в суровые зимы до 0,5 м). В теплые зимы реки вскрываются по несколько раз в сезон. Освобождаются реки ото льда в марте, без ледохода.

Максимальный уровень воды приходится на время весеннего половодья (уровень повышается на 1-3 м). Летом реки сильно мелеют, маловодные пересыхают. Осенью происходит незначительное (0,2-0,4 м) повышение уровня рек от затяжных дождей. Зимой питание рек преимущественно грунтовое, уровни их невысокие [19, с. 390].

Цимлянское водохранилище – преобладают глубины от 1 до 20 м, берега сильно изрезаны, преимущественно низкие, пологие и лишь местами с обрывами высотой до 10-15 м. Замерзает в первой декаде декабря. Вскрывается в конце марта. В теплые зимы происходит нарушение ледяного покрова. Амплитуда колебания уровня составляет до 3 м. Наиболее высокий уровень

приходится на весну, наиболее низкий – на осень (рисунок 1.5). [19, с. 398]



Рисунок 1.5 – Цимлянское водохранилище

Дорожная сеть развита слабо. Через район проходит ж/д Сальск-Волгоград. Автомобильные дороги с асфальтовым покрытием имеют ширину проезжей части 8-10 м. Сеть дорог дополняется проселочными и полевыми.

Грунтовые дороги в сухое время года сильно пылят, во время дождей размокают и становятся пригодными лишь для транспортных средств повышенной проходимости.

Весенняя распутица - кратковременна, она бывает обычно во второй половине марта и продолжается всего около 10 дней. Осенняя же - длится в октябре-ноябре в среднем в течении 20-30 дней[12, с. 9].

1.2 Общая климатологическая характеристика района аэродрома

В течение всего года аэродром находится под преобладающим влиянием западного переноса. В средней тропосфере более активного зимой (повторяемость 72-80%, средняя скорость 10-15 м/с) и менее активного летом (повторяемость 50-70%, средняя скорость 8-10 м/с). Временами ветры запада нарушаются меридиональными, которыми, как правило, сопровождаются резкими изменениями погоды [12, с. 13].

Аэродром характеризуется умеренно-континентальным климатом с холодной, малоснежной зимой и продолжительным, жарким, сухим летом. На

юго-востоке Котельниковского района климат несколько теплее, зимой и весной немного влажнее. В целом, климат влажный континентальный с горячим летом [12, с. 15].

Таблица 1.1 – Данные климата аэродрома г. Котельниково за 2024г.

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ср.макс. °С	-1,1	0,5	7,0	15,3	22,6	27,5	30,5	30,2	22,9	14,2	5,8	1,0	15,4
Сред.т. °С	-3,7	-2,6	2,8	10,7	17,4	22,7	25,7	25,0	18,1	10,3	3,1	-1,1	10,7
Сред. мин. °С	-6,2	-5,9	-1,5	4,7	11,7	16,9	19,9	19,2	13,2	6,4	0,3	-3,5	8,7
Норма осадков, мм	44	34	44	38	48	43	38	28	38	41	36	45	385

Июль со средним значением температуры 25,7°С– наиболее теплый месяц. Самые низкие температуры наблюдаются в январе, средний дневной температурный уровень – 3,7°С. Средняя температура за год в Котельниково, исходя из наблюдений, достигает 10,7°С. В пределах года: солнечно-ясные дни – 112, дни со снегом – 25, дни с дождем – 101, облачных дней 147.

Зима начинается в начале декабря и длится до середины марта. Погода малоснежная, с сильными ветрами преимущественно восточных и северо-восточных направлений [12, с. 18].

Весна наступает в середине марта, температура резко повышается, увеличивается количество ясных дней. Лето – наиболее продолжительное время года. Начинается в середине мая и заканчивается во второй половине сентября. Погода теплая и сухая, преобладают солнечные дни [12, с. 20].

Самый жаркий месяц – июль, когда средняя дневная температура составляет около +25°С, но при вторжениях горячего воздуха из Казахстана температура может подниматься до +35...+40°С.

Осень наступает во второй половине сентября и длится до начала декабря. В октябре среднесуточная температура понижается, увеличивается число пасмурных дней и количество осадков. В конце месяца отмечаются первые заморозки [24, с. 19].

Антициклоническая деятельность непосредственно определяет погоду района аэродрома в среднем за год в течение 40% времени. До 50% всех устойчивых воздействий – это отроги барического максимума, до 42% высокое давление или гребни перемещающиеся с севера, северо-запада и запада и только 8% их перемещается с юга-запада, юга. Первые два типа высокобарических воздействий проявляются чаще в холодную половину года, третий в теплую [24, с. 22].

Продолжительность восточных и северных антициклональных воздействий может достигать 15-20 дней подряд, тогда, как других типов воздействия не более 5 дней. Область высокого атмосферного давления обуславливают малооблачную сухую погоду с низкими температурами зимой - 20°C, -25°C и высокими температурами летом +35°C, +40°C и низкой влажностью (30%), а при влиянии юго-западной периферии отрогов – сильные ветры с метелями (зимой), пыльными бурями (летом) [24, с. 25].

Волгоградская область подвержена различным опасным природным явлениям, которые могут привести к чрезвычайным ситуациям. Выделяют метеорологические явления, представленные на рисунке 1.6:

- Очень сильный ветер (включая порывы выше 25 м/с)
- Дождь со снегом или мокрый снег (количество осадков не менее 50 мм за 12 часов)
- Снег (количество осадков не менее 20 мм за 12 часов);
- Туман (видимость не более 50 м продолжительностью не менее 12 часов)
- Гололёд (диаметр отложения льда не менее 20 мм)
- Сильное гололёдно-изморозевое отложение, налипание мокрого снега (диаметр отложения не менее 35 мм)
- Аномально-холодная погода (в течение 5 дней и более среднесуточная температура ниже нормы на 7°C и более)
- Низкие температуры воздуха при отсутствии снежного покрова или его высоте менее 5 см, приводящие к вымерзанию посевов озимых и корневой системы
- Ледяная корка (слой льда на поверхности почвы толщиной 2 см и более, залегающий более 4 декад в период зимовки)

Рисунок 1.6 – Погодные процессы, приводящие к ЧС

Циклоническая деятельность, обусловленная особенностями общей циркуляции атмосферы для юго-востока ЕТР (21%) усиливается выходами южных циклонов с Черного и Каспийского морей (7%), а также черноморской депрессией. Эта деятельность более развита в холодный период года [24, с. 27].

Одним из характерных синоптических процессов, особенно в холодный период года, является взаимодействие отрога азиатского антициклона с черноморской депрессией, когда рассматриваемый район находится в переходной зоне между этими барическими объектами. Малоградиентное поле высокого давления в годовом распределении имеет повторяемость 8%, повторяемость малоградиентного поля низкого влияния 7% [10, с. 412].

Зимой циклоническое воздействие обуславливает потепление, значительные осадки, метели, нередко – гололед, летом – грозы и обильные ливни, в переходные сезоны – обложные дожди. Близость Цимлянского водохранилища с севера, Сало-Маньчской водной системы на юго-западе и Прикаспийской низменности на юго-востоке – способствуют в холодную половину года, при установлении устойчивого переноса в приземном слое с указанных широт в направлении района г. Котельниково, выноса низкой облачности, образование густых дымок и туманов [12, с. 24].

В течении года в районе аэродрома простые метеоусловия наблюдаются в теплый период года – 160 суток, в среднем по 20,8 дней в месяц, в суточном ходе утром и ночью, а в холодный период – 90 суток, преимущественно с ноября по апрель месяц, в среднем 15 дней в месяц. При этом основными ограничениями для полетов становятся явления погоды, связанные с фронтами по типу холодных – в любое время суток, а также грозы с ОЯП (ливни, град, шквал), обусловленные развитием неустойчивого воздуха в послеполуденные часы и радиационные туманы и низкая облачность в утренние часы [12, с. 29].

Сложные метеоусловия, вызываемые частыми понижениями облачности с ограничениями видимости из-за осадков, туманов и метелей, наблюдается как при фронтальных, так и при внутримассовых процессах холодного периода 45 дней за период, в среднем 7,5 дней в месяц в любое время суток,

преимущественно во вторую половину ночи и первую половину дня.

Нелётная погода из-за низкой облачности, густых дымок и туманов преобладает с ноября по апрель месяц. В среднем по 5,2 дня в месяц [12, с. 33].

По причине своего географического положения внутри континента в удалении от Атлантического океана и Арктики район Котельниково является регионом преобладания континентального воздуха умеренных широт (КУВ). Температура ниже 0°C устанавливается во 2-ой половине ноября. Снежный покров впервые появляется в конце ноября, начале декабря, разрушается во 2-ой середине марта, тогда же температура воздуха устойчиво переходит через 0°C [24, с. 31].

2 Метеорологические особенности опасных явлений и их влияние на безопасность полетов

2.1 Характеристика опасных метеоявлений для авиации

Изучение научной литературы позволяет сделать вывод, что разрозненные метеорологические процессы несут в себе угрозу для авиации. Установлено, что их воздействие на технику и изменение параметров взлета, транзита и приземления способны негативно повлиять на общую безопасность полетов (рисунок 2.1) [3, с. 67]

К опасным для авиации условиям относятся:

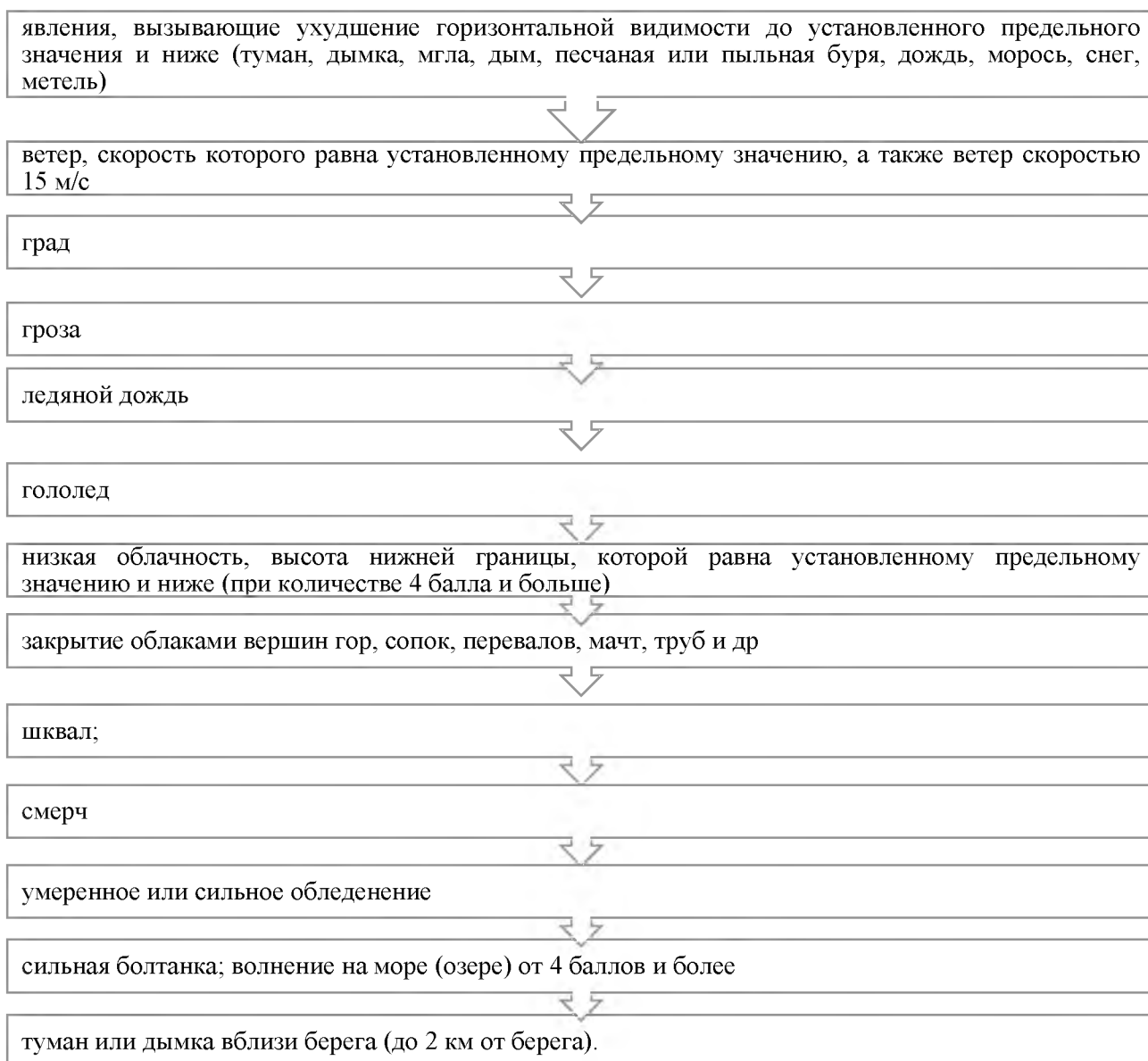


Рисунок 2.1 –Опасные для полётов метеорологические условия

Гроза представляет собой самое серьезное комплексное метеорологическое явление, представляющее угрозу для воздушных судов. Она ассоциируется с мощными кучевыми и кучево-дождевыми облаками и проявляется в виде молний – электрических разрядов. Их формирование, как правило, происходит в активных зонах вертикальных движений воздуха. Во время грозы могут выпадать сильные ливневые осадки, такие как дождь, град, а в редких случаях – и снег [6, с. 28].

Развитие атмосферной неустойчивости, ведущее к стремительному формированию кучево-дождевых облаков, обладающих значительными электрическими зарядами, определяется локальными факторами и особенностями рельефа местности [3, с. 75].

По классификации различают: (таблица 2.1):

Таблица 2.1– Характер проявления

1. Внутримассовые	1. Фронтальные
2. Тепловые грозы	2. Грозы теплого фронта
3. Адвективные грозы	3. Грозы холодного фронта
4. Орографические грозы	4. Грозы фронта окклюзии

Грозы, характеризующиеся высокой температурой приземного слоя воздуха, достигающей 22—25°C, принято называть тепловыми. Эти атмосферные явления, как правило, малоподвижны и чаще всего зарождаются во второй половине дня. Их скорость движения составляет от десяти до пятнадцати метров в секунду, причем усиление ветра наблюдается непосредственно перед началом грозы. Вследствие этого, тепловые грозы могут провоцировать возникновение других опасных погодных явлений, а также вызывать сильные осадки в виде ливней, которые нередко сопровождаются молниями и градом. Тем не менее, как показывает опыт, избежать встречи с такими грозами достаточно просто, учитывая их относительно небольшие размеры.[7, с. 155].

Что касается адвективных, то они образуются в тыловой части циклона в морской умеренной воздушной массе, при отрицательных температурах.

Имеют характер быстрого перемещения и чаще всего изолированы от других облачных систем.

Орографические же грозы развиваются в горных массивах, когда существуют природные препятствия, вызывающие подъём вертикальных токов переносимых воздушных масс [7, с. 158].

Необходимо подчеркнуть, что грозы, образующиеся на холодном фронте, вытягиваются вдоль его оси на расстояние от пятидесяти до семидесяти километров. Их движение может достигать скорости свыше ста километров в час. При этом они характеризуются наличием промежутков длиной в десять-двадцать километров. Вследствие этого, облет подобных грозовых систем представляет собой маловероятное и небезопасное мероприятие. Стоит отметить, что в светлое время суток активность формирования гроз усиливается, тогда как ночью наблюдается их ослабление.

Это происходит в результате охлаждения верхней границы облачности, которая в течении всего дня претерпевала нагревание. В ходе этого вертикальный градиент температуры в частях облака увеличивает, приводя к неустойчивости системы атмосферного воздуха. После чего начинает развиваться вертикальные токи и кучевая облачность [3, с. 80].

Грозы, связанные с теплыми фронтами, встречаются крайне редко. Это объясняется тем, что теплый фронт способствует развитию слоистых облаков, в отличие от кучевых. Слоистые облака, в свою очередь, дают начало обложным осадкам, а не ливневым, что характерно для гроз. Подобные грозовые явления обычно вызваны южными циклонами, формирующимися над акваториями Черного и Средиземного морей. Далее эти циклоны смещаются в сторону Европейской части России [3, с. 84].

Воздушные суда в такие грозовые очаги попадают случайно, по причине того, что кучевые облака в таком фронте незаметны в общей массе слоистой облачности. Для их определения используют радиолокационную сеть, установленную на борту самолета. Следует помнить, что такую облачность нужно облетать выше верхней границы облачности [13, с. 120].

Облачные образования, сопутствующие фронтам окклюзии, могут проявляться в любое время суток. Однако, грозы, образующиеся на холодных фронтах окклюзии, имеют тенденцию возникать преимущественно в вечернее время (рисунок 2.2).

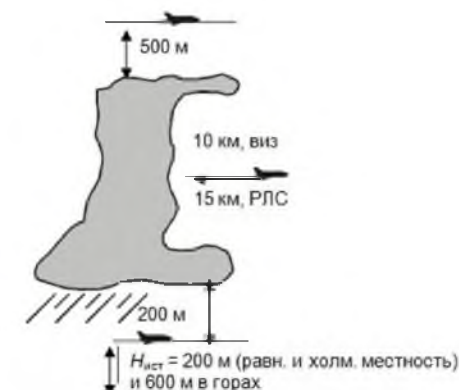


Рисунок 2.2 – Схема обхода грозовых облаков

Известно, что грозовые облака характеризуются максимальной вертикальной протяженностью. Их толщина составляет 7 - 9 км, иногда достигая 13 км. (рисунок 2.3).

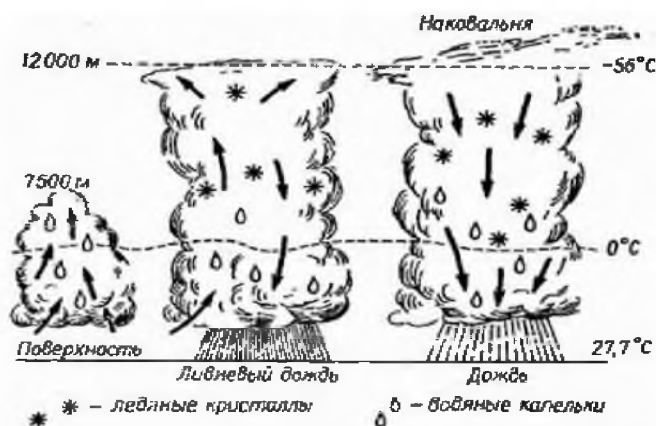


Рисунок 2.3 – Стадии развития внутримассового грозового облака: стадия кучевого облака (слева), стадия максимального развития (в центре) и стадия разрушения (справа)

Так, наибольшую опасность представляет попадание самолета в зону сильных вертикальных движений в верхней части грозового облака, где разность между максимальной и минимальной скоростями полета и допустимые перегрузки меньше, чем в нижней тропосфере. Вблизи потолка

самолета допустимая перегрузка значительно меньше. Поэтому при сильной болтанке возникает опасность выхода самолета на критический угол атаки, в результате чего могут остановиться двигатели и управление самолетом может быть потеряно [25, с. 124].

Анализ теории позволяет утверждать, что значительную опасность для полетов представляют электрические разряды. Они происходят между облаком и землей, между облаками или между разными частями облака, и самолет может оказаться на пути молнии [13, с. 126].

Молния представляет собой мощную электрическую вспышку, возникающую в результате перемещения разноименных зарядов больших объемов. Визуально они могут принимать различные формы, такие как прямые линии, плоские структуры, ленты, стремительные формы, напоминающие ракеты, или сферы. Удар молнии способен временно лишить видимости экипаж, вывести из строя электронное и радиотехническое оборудование, вызвать нарушение герметичности кабины, спровоцировать детонацию топливных баков и стать причиной возгорания.

И в зависимости от синоптических условий образования различают внутримассовые и фронтальные грозы. Внутримассовые грозы образуются в однородной неустойчивой влажной воздушной массе. Если же состояние погоды зависит от прохождения какого-либо фронта в данном районе, то соответствующий тип называется фронтальным. Фронтальные грозы развиваются на всех фронтах, в любое время суток [13, с. 128].

Таким образом, многолетний опыт метеорологического обеспечения авиации показал, что наибольшее число значительных ухудшений погоды связано с прохождением фронтов. Зимой подобные ухудшения погоды чаще всего встречаются в зоне теплых фронтов и фронтов окклюзии, а летом преимущественно в зоне холодных фронтов [6, с. 42].

Ширина зоны фронтальной налетной погоды может колебаться в значительных пределах, но зависит она главным образом от ширины зоны предфронтальных осадков. Как правило, погода становится нелетной вскоре

после того, как самолет попадает в область осадков. Для теплых фронтов наиболее часто повторяется зона нелетной погоды шириной 100-150 км; для всех других фронтов эта зона чаще всего имеет ширину 50-100 км.

Поэтому при оценке условий погоды на аэродроме к моменту взлета и посадки самолетов нужно прежде всего рассчитать, будет ли в районе данного аэродрома проходить какой-либо фронт, на каком расстоянии от аэродрома он будет находиться и какие условия погоды он с собой несет [25, с. 150].

И если эти условия вызываются резко выраженными фронтами, имеющими определенное направление и определенную скорость перемещения, то дать правильный прогноз «летной» погоды на несколько часов вперед обычно не представляет больших затруднений.

Но гораздо сложнее дело обстоит в случаях слабо выраженных размывающихся фронтов, медленно движущихся или меняющих направление своего движения. Они не дают существенных осадков, но в холодную половину года, а также летом в утренние часы часто вызывают образование низкой облачности, временами переходящей в туман с сильным ухудшением видимости у поверхности земли. В связи с этим, правильное распознавание фронтов имеет очень большое значение для оценки метеорологических условий полета и на больших высотах.

Также, к числу наиболее опасных для авиации метеорологических явлений, связанных с кучево-дождевыми облаками и грозовой деятельностью, относятся смерчи и шквалы [6, с. 134].

Смерч – это сильный вихрь с вертикальной, часто изогнутой осью. Они образуются при интенсивном развитии кучево- дождевых облаков, как правило, сопровождающихся грозами, обусловлены особенно сильной неустойчивостью атмосферы в жаркое время года. Отмечались случаи, когда из одного грозового облака одновременно может опускаться несколько смерчей.

По скорости перемещения смерчи различны и зависят от скорости движения облака, порождающего смерч. Иногда они движутся медленно, иногда несутся с огромной скоростью - более 200 км/ч. Средняя скорость их

движения 50 - 60 км/ч. Особенно быстро перемещаются смерчи, возникающие летом при грозах на холодных фронтах второго рода. Длительность существования смерчей различна – от нескольких минут до нескольких часов.

Опасность же смерчей для авиации состоит в их разрушительной силе, которая обуславливается преимущественно скоростью ветра и сильным перепадом атмосферного давления. Во внутренней полости смерча давление резко пониженное. Поэтому, как только она касается другой более или менее замкнутой полости, последняя взрывается воздухом, устремляющимся из нее в воронку [6, с. 140].

Еще одно опасное для авиации метеоявление, это шквал – резкое кратковременное усиление ветра, сопровождающееся изменением направления. Скорость ветра часто превышает 20 – 30 м/с. Шквалы связаны с интенсивным развитием кучево-дождевых облаков, часто сопровождающихся грозами и ливнями.

Дело в том, что в передней части грозового облака иногда может образовываться шкваловый ворот, имеющий большие скорости и являющийся крайне опасным явлением. Он возникает на высоте 500 – 600 м и может опускаться до 50 м. Другая опасная зона шквала возникает под грозовым облаком в области ливневых осадков, где наблюдаются не только восходящие, но и нисходящие потоки воздуха – зона шквала. Прохождение зоны вызывает большие разрушения на земле [3, с. 157].

Наиболее часто при полете около наковальни кучево-дождевого облака или между ними, а иногда на расстоянии 10 - 15 км от облаков, встречается град. Град наблюдается на холодных фронтах, фронтах окклюзии, в теплых секторах циклонов. Протяженность зоны выпадения града по вертикали составляет несколько километров, а по горизонтали около 1 км, однако попадая в зону града даже на 10 - 30 секунд, воздушное судно может быть сильно повреждено [13, с. 130].

Другое опасное состояние атмосферы – турбулентность. Здесь можно наблюдать как неупорядоченные вихревые движения различных масштабов и

различных скоростей, оси турбулентных вихрей быстро меняют свое положение в пространстве и бывают ориентированы в самых разных направлениях (рисунок 2.4).

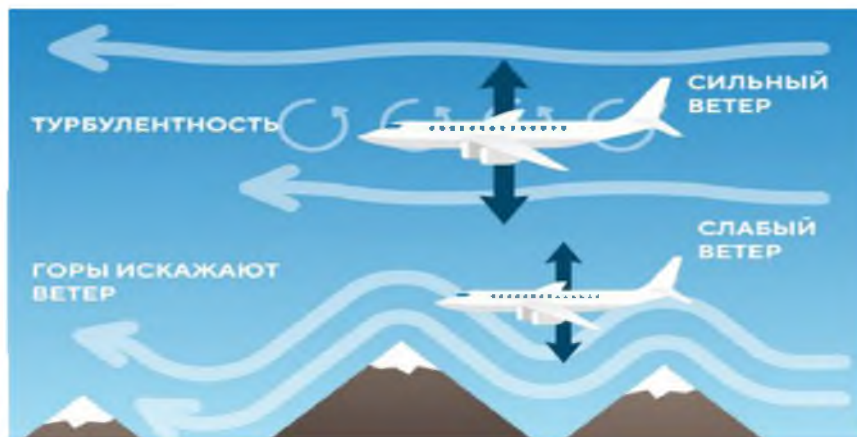


Рисунок 2.4 – Турбулентность ВС

Наиболее часто турбулентность проявляется в виде дрожания отдельных покачиваний, частых мелких толчков, следующих один за другим или в виде бросков самолета в разные стороны на десятки метров [16, с. 125].

Кроме того, она сильно ухудшает устойчивость и управляемость воздушного судна, искажаются показания приборов (высотомер, указатель скорости ветра), из-за перегрузок наблюдаются дополнительные нагрузки на отдельные узлы и детали самолета, что ускоряет их изнашиваемость. А когда величина перегрузки превышает допустимую она может явиться причиной летного происшествия. Соответственно, турбулентные зоны, вызывающие болтанку воздушного судна, имеют довольно резкие границы и могут наблюдаться как в облаках, так и в безоблачных пространствах.

Далее, по условиям образования различают: термическую, динамическую, механическую турбулентность [17, с. 249].

Термическая турбулентность возникает в результате неравномерного нагревания земной поверхности и больших вертикальных градиентов температуры. Чаще всего она наблюдается в слое 3 - 4 км от поверхности земли. Наибольшая интенсивность проявляется летом, днем, в неустойчивой воздушной массе [17, с. 253].

Динамическая турбулентность образуется в результате неоднородного характера движения воздушных потоков, что проявляется в наличии вертикальных и горизонтальных сдвигов ветра в атмосфере.

Механическая турбулентность обусловлена трением воздушных потоков о неоднородности рельефа. Наибольшую интенсивность она имеет в горной местности – орографическая турбулентность (рисунок 2.5).

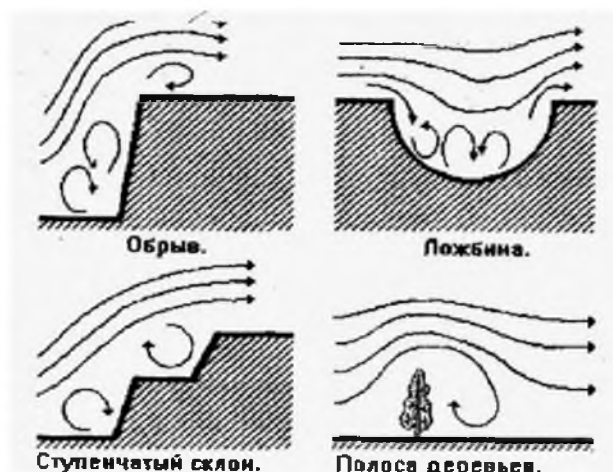


Рисунок 2.5– Турбулентность, вызванная механическими препятствиями

Как уже отмечалось ранее, болтанка воздушного судна может наблюдаться на холодных, теплых фронтах, а также фронтах окклюзии. Наибольшая повторяемость болтанки на холодных фронтах, особенно второго рода. Здесь в результате вынужденного подъема теплого воздуха развиваются сильные восходящие движения, которые приводят к образованию мощных кучево-дождевых облаков. В теплое время года на холодных фронтах часто развивается грозовая деятельность. В таких случаях сильная болтанка наблюдается не только на всех высотах в облаках, но и в окрестностях.

В целом, можно сказать, что степень болтанки на холодных фронтах зависит от скорости горизонтального движения холодной воздушной массы и от вертикального температурного градиента. Чем больше скорость и температурный градиент, тем интенсивнее турбулентность. В облаках теплого фронта болтанка отмечается реже, чем в облаках холодного фронта, причем она менее интенсивна [1, с. 200].

Летом же при подъеме теплого воздуха с большим влагосодержанием по клину медленно отступающего холодного воздуха возможно развитие грозовой деятельности. Соответственно, при попадании воздушного судна в такие грозовые очаги оно будет испытывать очень интенсивную болтанку. При пересечении фронтальных зон интенсивность болтанки возрастает при переходе из теплых воздушных масс в холодные [11, с. 342].

В облачных системах фронтов окклюзии болтанка ничем не отличается от болтанки на холодных или теплых фронтах и зависит от типа фронта. Чаще всего болтанка наблюдается в нижнем слое тропосферы, где наиболее благоприятные условия для развития термической и механической турбулентности. В средней тропосфере повторяемость болтанки минимальна. В верхней тропосфере повторяемость болтанки возрастает по мере приближения к тропопаузе или к уровню с максимальной скоростью ветра [10, с. 508].

2.2 Особенности влияния опасных явлений погоды на безопасность полетов

Влияние метеоусловий на безопасность полётов является ключевым в авиации, так как погодные условия существенно влияют на эффективность и безопасность авиационной деятельности. Они могут создавать риски на разных этапах полёта — от взлёта до посадки, а также влиять на эффективность и регулярность авиационных операций [13, с. 132].

Согласно статистике Международной организации гражданской авиации (ИКАО), на протяжении последнего четверти века примерно пятая часть всех авиакатастроф была спровоцирована неблагоприятными погодными условиями. В почти трети случаев плохая погода являлась второстепенным или сопутствующим фактором, приведшим к происшествию.

Исследования, проведенные на основе других данных, показывают, что за последние три десятилетия доля авиационных инцидентов, связанных с нелетной погодой, варьировалась в пределах от 4% до 18%.

И, вообще, анализ данных об авиационных событиях за период 2012–2020 годов показал, что 34,4% из них происходили при сложных метеоусловиях [25, с. 166].

На разных этапах полёта могут возникать следующие проблемы (рисунок 2.6):

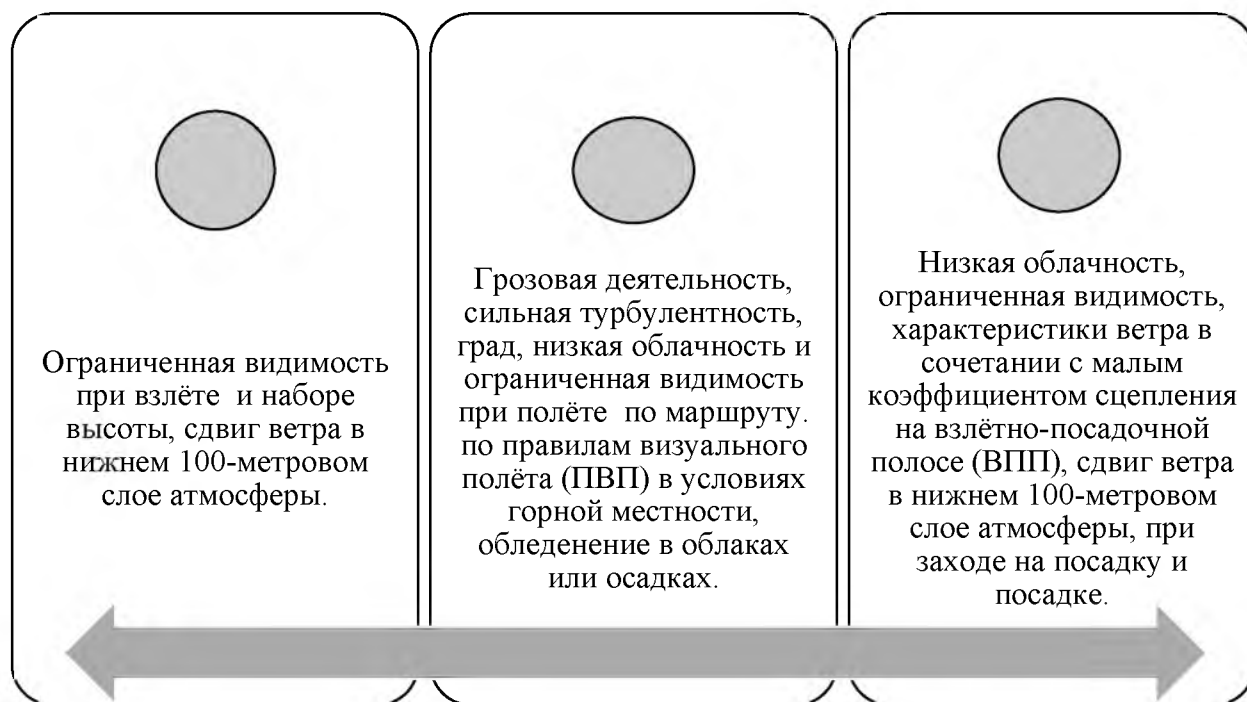


Рисунок 2.6 – Основные виды опасностей во время полетов

Есть два основных метеорологических фактора, влияющие на безопасность полётов:

- Видимость. Туман, метели, сильный дождь или снег могут ухудшать видимость, затруднять навигацию, что критично для взлёта, посадки и управления самолётом. Это затрудняет визуальную ориентировку, пилотирование по приборам и может приводить к ошибкам в принятии решений [1, с. 247].
- Сдвиг ветра: резкие изменения скорости и направления ветра в приземном слое или на разных высотах могут привести к потере скорости, подъёмной силы крыла, срыву потока, сваливанию самолёта и столкновению с землёй [4, с. 185].

При усилении встречного ветра, направленного навстречу самолёту,

возникает эффект его подъёма, словно самолёт подбрасывает. В случае же увеличения скорости попутного ветра, воздушное судно может ощутить снижение, будто проваливаясь. Боковые смещения самолёта относительно заданной траектории вызываются ветровыми сдвигами, которые проявляются в резких изменениях направления ветра с изменением высоты (рисунок 2.7).

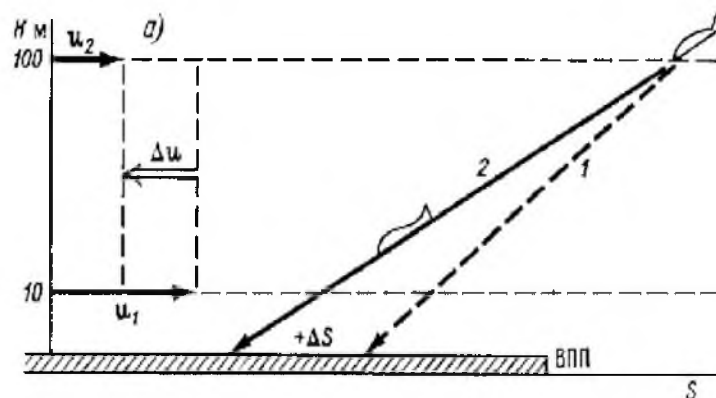


Рисунок 2.7 – Сдвиг ветра при взлете и посадке ВС

Особенно опасным является сдвиг ветра, когда сильные изменения в скорости или направлении ветра происходят на коротких расстояниях. Эти изменения могут привести к резкому изменению высоты или скорости самолета, что затрудняет управление и может быть опасно, особенно при посадке или взлете, когда воздушное судно находится в непосредственной близости от земли и у пилота есть лишь короткий промежуток времени для реагирования (рисунок 2.8).

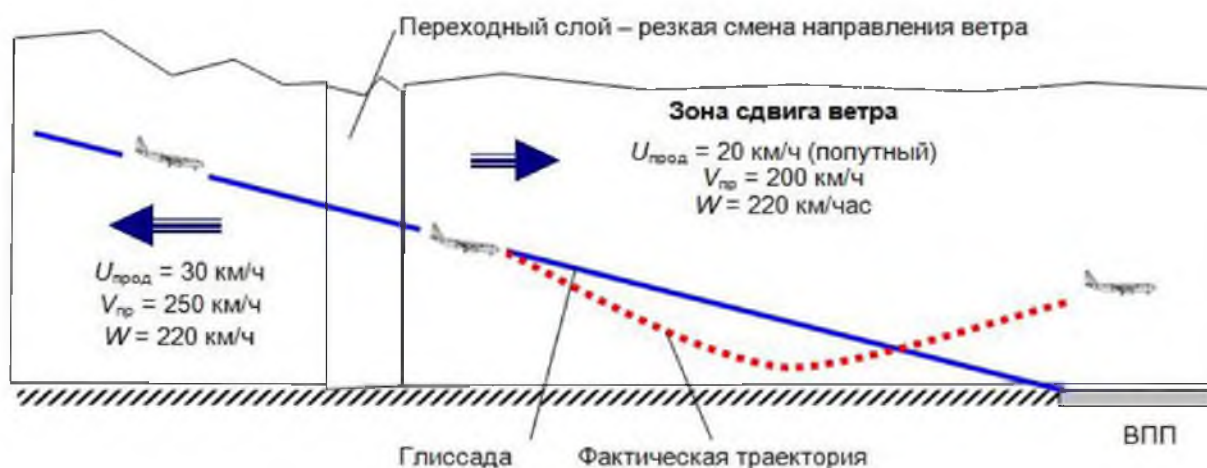


Рисунок 2.8 – Влияние сдвига ветра на траекторию снижения ВС по глиссаде

Грозы сопровождаются электрическими разрядами (молниями), которые могут поразить самолёт. Удар молнии в самолет может быть роковым при сильном заряде. Но бывает и относительно слабым, часто называемым статическим разрядом [1, с. 256].

Опасность полетов в грозу обусловлена следующими причинами (рисунок 2.9):

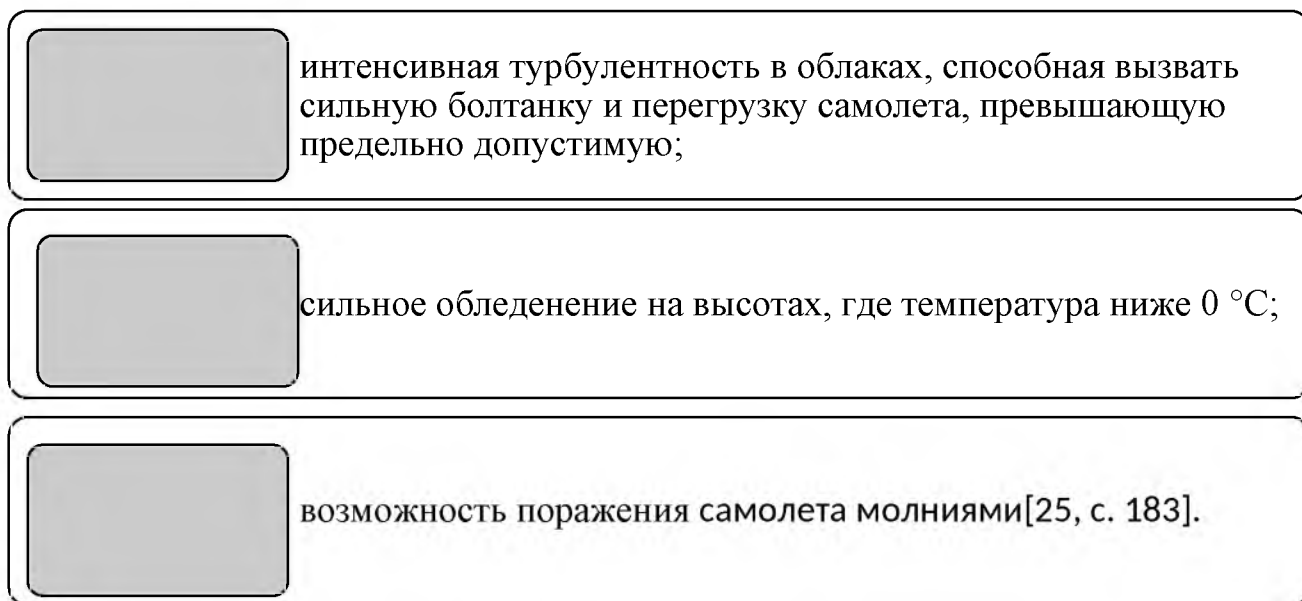


Рисунок 2.9 – Риски, связанные с полетами во время грозы

Град может быть особенно разрушительным для самолета, так как ледяные частицы могут повредить фюзеляж и крылья (вес градин может достигать до 400 - 500 грамм), особенно если град встречается на высоких скоростях. Чтобы минимизировать риски для полетов в условиях электрической активности атмосферы, необходимо бороться с этими неблагоприятными событиями, а это, в свою очередь, требует высокого уровня безопасности и технической оснащенности [11, с. 450].

Кроме того, турбулентность оказывает большое влияние на полет самолета. И чаще всего проявляется в виде дрожания отдельных покачиваний, частых мелких толчков, следующих один за другим или в виде бросков самолета в разные стороны на десятки метров [8, с. 96].

Также болтанка сильно ухудшает устойчивость и управляемость

воздушного судна, искажаются показания приборов (высотомер, указатель скорости ветра), из-за перегрузок наблюдаются дополнительные нагрузки на отдельные узлы и детали самолета, что ускоряет их изнашиваемость. А когда величина перегрузки превышает допустимую она может явиться причиной летного происшествия.

Следующим, не менее опасным явлением для ВС является обледенение крыльев, двигателей и других ее элементов, зачастую наблюдающееся при полёте в зонах с переохлаждёнными водяными каплями. Это может нарушить работу систем управления и тормозов [23, с. 59].

Дождь, снег или туман затрудняют видимость и увеличивают риск аварий. Именно поэтому метеорологические прогнозы для пилотов должны включать информацию о скоростях ветра, порывах и потенциальных штормах, чтобы обеспечить безопасную навигацию и предотвращение экстренных ситуаций.

Ливневые дожди могут привести к образованию потока воды на взлётно-посадочной полосе, что увеличивает риск аквапланирования. Снег и лёд требуют более тщательной подготовки воздушного судна. При сильных дождях или снегопадах авиационные метеорологи рекомендуют снижать скорость, увеличивать дистанцию между самолетами и учитывать время, необходимое для уборки взлетно-посадочных полос [25, с. 190].

Сильный боковой или встречный ветер может усложнить управление самолётом, потребовать корректировки маршрута или отложить взлёт/посадку.

Температура воздуха, например, играет ключевую роль в определении подъемной силы и работы двигателей.

При повышенных температурах летательные аппараты могут испытывать трудности при взлете и приземлении. Экстремально высокие или низкие температуры могут влиять на производительность летательных аппаратов и их экипировку. Важно учитывать влияние погоды, низкой облачности и ограниченной видимости на условия взлета, особенно в регионах с изменчивым климатом, где сочетание температуры и влажности может значительно варьироваться (рисунок 2.10).



Рисунок 2.10 – Полётная видимость (ВПП – взлётно-посадочная полоса)

Серьезные атмосферные явления, включая грозы, торнадо, ливни, град и гололед, создают значительные препятствия для осуществления авиационных полетов. В условиях пониженной видимости, вызванной туманами, пыльными бурями или иными факторами, выполнение рейсов становится невозможным. Основными факторами, влияющими на эти условия, являются облачность и горизонтальная видимость [10, с. 542].

Наибольшие трудности для полетов самолетов создаются в зонах атмосферных фронтов, которые чаще всего характеризуются облачными системами значительной вертикальной и горизонтальной протяженности, наличием опасных метеоявлений. Так что ни один полет не может осуществляться без предварительного изучения метеобстановки [25, с. 207].

Взлет, как важный этап полета, производится визуально при обязательном сохранении прямолинейности разбега и при соблюдении мер безопасности. При тумане, осадках, пыльной буре взлет возможен в том случае, если самолет оборудован аппаратурой, позволяющей просматривать ВПП при ограниченной видимости и дающие возможность направить самолет при взлете строго вдоль ВПП [17, с. 286].

Установлено, что в холодное время года чаще, чем в теплое, основными метеофакторами, осложняющими полеты и влияющими на их безопасность, являются низкие облака слоистых форм и ограниченная видимость в подоблачном слое. Под низкими облаками понимаются те, чья высота нижней границы которых меньше 600 м. влияние низкой облачности на полеты

обусловлено не только расположением ее на небольшой высоте, но и сложным строением нижней границы [3, с. 182].

Немаловажным является и тот факт, что при полете под низкими облаками труднее, чем при отсутствии облаков, определить местоположение самолета. Современные радиотехнические средства, применяемые в самолетовождении, также подвержены влиянию облачности, особенно кучево-дождевых облаков и связанных с ними осадков. Так, при ливневых осадках дальность обнаружения объектов с помощью радиолокатора при полете на высоте 300 м уменьшается в несколько раз по сравнению с дальностью их обнаружения при отсутствии осадков [13, с. 133].

Также стоит упомянуть факторы, усугубляющие влияние метеоусловий (рисунок 2.11):

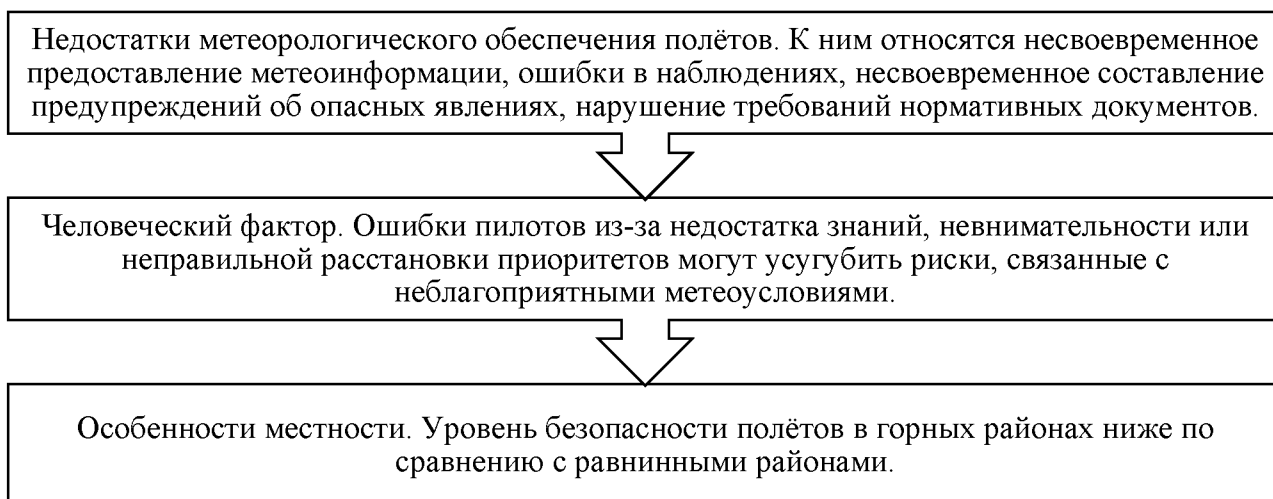


Рисунок 2.11 – Условия увеличения опасности полетов

Поэтому, для того, чтобы полеты были безопасными, необходимо соблюдать меры по их обеспечению:

- Прогнозирование погоды. Используются данные метеорологических радаров, спутниковых наблюдений, аэросиноптических материалов, численных моделей.
- Авиационные прогнозы погоды содержат информацию об опасных явлениях, видимости, ветре, температуре и других параметрах.
- Системы раннего предупреждения (например, PWS и RWS)

помогают пилотам избегать опасных зон.

- Подготовка экипажей к возможным неблагоприятным погодным условиям, включая обучение работе в сложных метеоусловиях.
- Использование автоматизированных метеорологических измерительных систем для сбора и обработки данных [3, с. 211].

Из выше сказанного следует, что соблюдение безопасности полётов требует комплексного подхода: мониторинг, прогнозирование, подготовку персонала и использование современных технологий для минимизации рисков.

3 Анализ случаев возникновения опасных явлений в пределах аэродрома г. Котельниково Волгоградской области

3.1 Опасное обледенение воздушного судна

В авиации обледенение — это образование льда на воздушном судне когда затрагивают его внешние поверхности или внутренние части двигателя: карбюратор, воздухозаборники др. [22, с. 157].

Эти явления могут происходить как одновременно, так и по отдельности (рисунок 3.1).

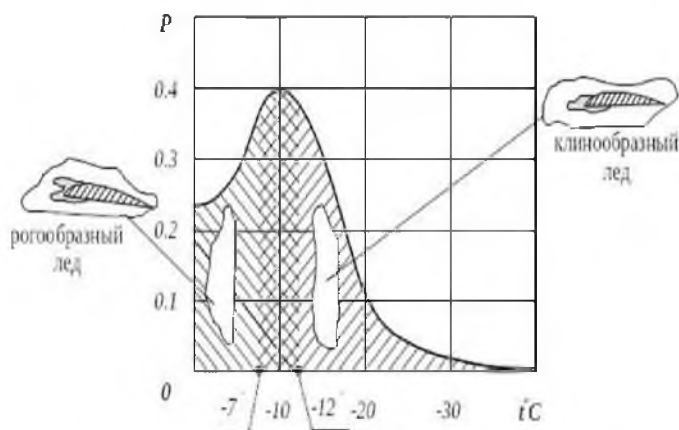


Рисунок 3.1 – Зависимость вероятности обледенения от температуры окружающей среды

Мерой интенсивности обледенения является толщина отложения льда в единицу времени (рисунок 3.2):

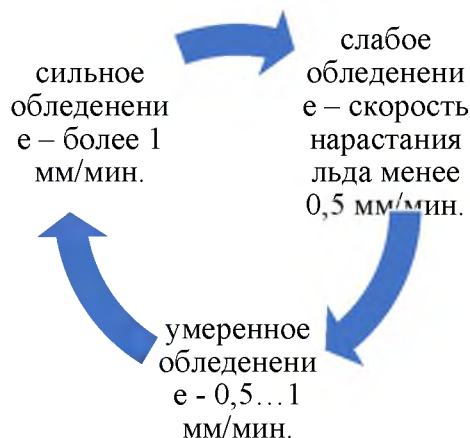


Рисунок 3.2 – Основные градации показателей признака

Несмотря на то, что число авиационных происшествий (АП) и катастроф, связанных с обледенением, представляет лишь часть от общего числа АП, такие происшествия сопряжены со значительным риском для жизни и нередко приводят к катастрофам с многочисленными жертвами [23, с. 61].

Установлено, что до 85 % катастроф, в условиях обледенения происходят при взлете и набора высоты и захода на посадку, в связи с чем большое значение имеет классификация и прогнозирование условий их возникновения [15, с. 82].

Известно, что обледенение ВС происходит в условиях (рисунок 3.3):

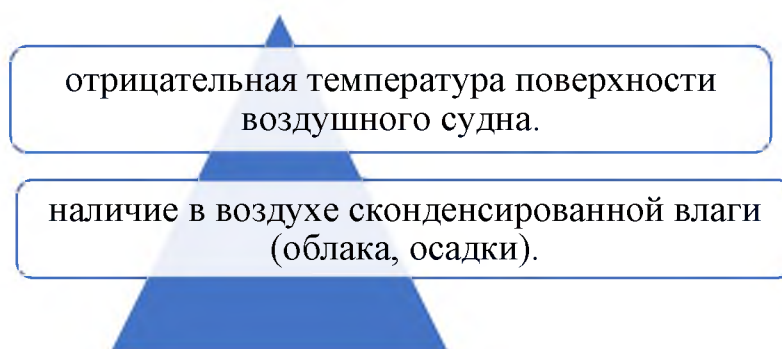


Рисунок 3.3 – Главные условия возникновения обледенения ВС

Фактически, переохлаждённые капли воды замерзают при контакте с потенциальным местом выпадения, т. е. в определенной части самолёта и характеризуются средним размером капель, количеством жидкой воды и температурой воздуха [14, с. 91].

Эти параметры влияют на степень, тип и скорость образования льда на воздушном судне (рисунок 3.4).

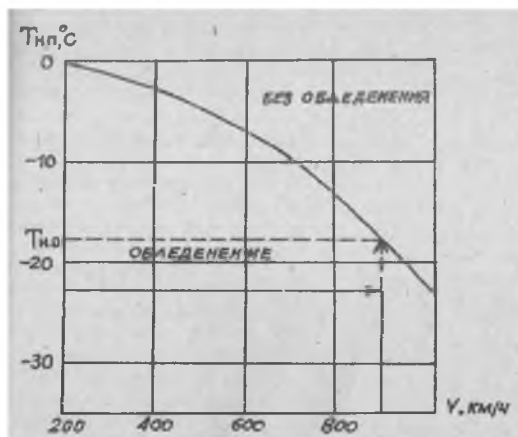


Рисунок 3.4 – График для оценки обледенения самолетов в облаках

Вследствие этого могут возникнуть некоторые последствия обледенения:

- Ухудшение аэродинамики. Снежный и ледяной покров нарушает идеальную форму крыла, из-за чего самолёту сложнее взлететь. Он может потерять подъёмную силу и просто не набрать нужную высоту [22, с. 184].
- Забивание механизмов. Ледяная корка или утрамбованный снег могут заблокировать подвижные части крыла, лишив пилотов возможности маневрировать.
- Сбивание показаний. Слой снега, льда, инея может нарушить работу датчиков, которые сообщают пилотам о скорости, высоте и других параметрах [2, с. 13].

В истории авиации обледенение неоднократно приводило к несчастным случаям. В частности, катастрофа самолёта Л-39(МО РФ, ВВС, в/ч 55624), пилотируемого лётчиком-инструктором старшим лейтенантом С. В. Горшковым, лётчиком 3-го класса, и курсантом 5-го курса сержантом С. А. Детковым, без класса, произошедшая 28 января 2008 г.[16, с. 140].

ДСМУ. В соответствии с заданием полёт должен был осуществляться на $H=600$ м, однако из-за наличия обледенения на этой высоте (по докладам доразведчиков погоды и экипажей, находящихся в воздухе) РП дал команду экипажу выполнять полёт на $H=900$ м. В 14 ч 16 мин (на 7 мин полёта) старший лейтенант С.В. Горшков доложил РП о наличии обледенения на этой высоте и получил от РБЗ команду занять $H=1200$ м.

Экипаж набрал указанную высоту и продолжил выполнение задания [16, с. 142].

После выполнения посадки был выполнен взлёт с конвейера для отработки захода на посадку 2×180 град и ухода на 2-й круг с $H=50$ м. Второй заход на посадку 2×180 град также выполнялся на $H=1200$ м.

Вследствие наличия обледенения и на этой высоте полёта при температуре $-3-5^{\circ}\text{C}$ (в 14 ч 35 мин лётчик-инструктор капитан Д. М. Нагучев доложил о наличии обледенения на $H=1200$ м), на передних кромках крыла и особенно стабилизатора самолёта образовались наросты льда толщиной до 18-

20 мм, что привело к ухудшению его аэродинамических характеристик [16, с. 143].

После прохода ДПРМ экипаж доложил о том, что полосу наблюдает и о готовности к выполнению ухода на второй круг с $H=50$ м. РП, не будучи информированным старшим лейтенантом С. В. Горшковым об обледенении самолёта, разрешил выполнение задания. На $H=50$ м лётчики доложили об уходе на 2-й круг, увеличили обороты двигателя до максимальных, вывели самолёт из снижения, установили кран шасси в положение «убрано» [21, с. 70].

При попытке перевести самолёт в набор высоты из-за ухудшения аэродинамических характеристик вследствие обледенения передних кромок крыла и стабилизатора самолёт вышел на режим потери продольной устойчивости и управляемости и с $H=30-40$ м с большой вертикальной скоростью снижения, с убранными шасси и закрылками, выпущенными в посадочное положение, упал на ВПП в 780 м от её начала [16, с. 145].

В результате столкновения с ВПП с перегрузкой более 10 ед. произошли разрушения и деформации элементов конструкции системы управления катапультированием кресла задней кабины, приведшие к нештатному срабатыванию средств аварийного покидания самолёта, в результате чего не была обеспечена безопасная высота подброса кресла с лётчиком, необходимая для штатного введения в действие спасательного парашюта [21, с. 73].

Самолёт под небольшим углом сошел с ВПП на грунт и остановился на удалении 1638 м от начала ВПП и левее её оси в 118 м. Лётчик-инструктор от удара о землю после катапультирования получил травмы несовместимые с жизнью и скончался в местной больнице, курсант травмирован и в тяжелом состоянии доставлен в Волгоградский госпиталь. На земле жертв и материального ущерба нет [16, с. 147].

Причиной катастрофы стало обледенение ВС с отложением льда на передних кромках крыла и стабилизаторе, приведшее к потере устойчивости и управляемости самолёта при выполнении ухода на 2-й круг с $H=50$ м с закрылками, выпущенными в посадочное положение (рисунок 3.5).



Рисунок 3.5 – Реальная катастрофа самолёта Л-39(28 января 2008 год)

Таким образом, попадание самолёта в условия обледенения было обусловлено нарушениями в организации, проведении и управлении полётами, а также недостатками в их метеорологическом обеспечении [16, с. 150].

Причиной гибели лётчика явилось нештатное срабатывание средств аварийного покидания самолёта из-за разрушения и деформации элементов конструкции системы управления катапультированием кресла задней кабины в результате удара ВС о ВПП с перегрузкой более 10 ед., вследствие чего не была обеспечена безопасная высота подброса кресла с лётчиком, необходимая для штатного введения в действие спасательного парашюта [15, с. 99].

Рассмотренный случай иллюстрирует негативное влияние обледенения на безопасность полетов воздушного судна, в связи с чем недооценка его рисков может быть весьма опасна, особенно в контексте недостаточных мер предотвращения развития указанной ситуации [2, с. 19].

3.2 Опасное снижение метеорологической дальности видимости в районе аэродрома

Опасное снижение метеорологической дальности видимости в районе аэродрома — это ситуация, когда видимость опускается ниже установленного предельного значения, что создаёт угрозу безопасности полётов. Такие условия требуют особого внимания при планировании и выполнении полётов [14, с. 98].

Кроме того, они зависят от типа явления, его интенсивности, технических

возможностей воздушного судна, оборудования аэропорта и квалификации экипажа, а также метеорологического обеспечения полетов (метеонаблюдения, ошибки в котором влекут за собой несоответствие фактической и прогнозируемой погоды на аэродромах и маршрутах полетов).

Важно учитывать, что метеорологические условия могут варьироваться в зависимости от типа аэродрома, типа воздушного судна и квалификации пилотов. Поэтому при оценке рисков необходимо учитывать местные особенности и актуальные нормативные документы [5, с. 169].

Для обеспечения безопасности полётов существуют минимумы погоды — это минимальные значения высоты нижней границы облачности и видимости, обеспечивающие безопасность взлёта и посадки днём и ночью. Значение видимости – это важный критерий, обуславливающий минимумы для взлета и посадки воздушного судна. Если условия погоды ниже установленных минимумов, то выполнять полёты запрещено из соображений безопасности (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Минимумы погоды в авиации

Минимум для взлета				Минимум для посадки						
Тип ВС	Дальность видим. на ВПП (видимость) Lвид.м			Радиомаячная система (РМС) ВПРхLвид.м			РСП, ВПРхL вид. м	ОСП, ВОР,ДМЕ ВПРхL вид. м	ОПРС, ВОР, ОРЛ ВПРхL вид.м	Визуаль ный заход НнгсхL вид.м
	с огнями CL	с маркировкой оси ВПП		автоматич	директорн	ЛСП РСП+ОС П				
		днем и ночью	днем							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Б-767	150	400	500	15х200	60х550	100х1200	120х1500	150х2500	250х4000	400х5000
A319	150	400	500	15х200	60х550	100х1200	120х1500	150х2500	250х4000	400х5000

Поэтому экипаж воздушного судна перед полётом обязан ознакомиться с метеорологической информацией, включая сводки и прогнозы погоды, а также запланировать альтернативные действия на случай ухудшения условий.

Как уже отмечалось, существует ряд метеорологических явлений, осложняющих условия полетов и влияющих на видимость: гроза, град, сильная болтанка, сильное обледенение, шквал, смерч, сдвиг ветра [18, с. 55].

Также резко снижает остроту зрения физическая усталость и длительное

напряжение зрения, а объекты, имеющие небольшие размеры, малую контрастность, бледный цвет, заостренную форму, наблюдаются на значительно меньшем расстоянии, чем объекты больших размеров, более контрастные, яркого цвета, пологой формы [18, с. 60].

Определенно визуальная ориентировка и поиск наземных целей при полетах на малых высотах и больших скоростях значительно затрудняются из-за большой угловой скорости перемещения наземных ориентиров. При наличии явлений погоды, ухудшающих горизонтальную видимость (ГВ) у земли (дымки, туманы, осадки, дымы), дальность обнаружения наземных ориентиров сокращается в несколько раз [9, с. 113].

Кроме того, с увеличением скорости и уменьшением высоты полета ухудшаются условия визуальной ориентировки. Например, дальность видимости различных объектов в ПМУ уменьшается на высоте 100 м по сравнению с высотой 1000 м в 4-5 раз. Время на опознавание ориентиров на высоте 100 м и скорости полета 1000 км/ч уменьшается также в 4-5 раз по сравнению с высотой 1000 м. [4, с. 225].

Чаще всего снижение метеорологической дальности видимости (VIS) до уровня менее 1000 метров связано с туманом, что зафиксировано в 1661 случае (таблица 3.2). Ухудшение видимости в условиях тумана демонстрирует явную сезонную зависимость: большинство таких случаев происходит в холодное время года, с октября по март, что составляет 1551 случай (93,4% от общего числа). Наибольшее количество случаев наблюдается в декабре – 403 случая (24,3%), в то время как в августе зафиксировано всего 2 случая (0,1%).

Таблица 3.2 – Повторяемость, %, горизонтальной видимости при туманах

Месяц	Видимость, м								Число случаев
	<200	<400	<800	<1000	<1500	<2000	<3000	<5000	
I	15,0	54,7	90,6	100,0					234
II	31,3	65,8	90,4	100,0					313
III	35,6	64,4	89,7	100,0					146
IV	29,8	66,0	89,4	100,0					47
V	45,8	70,8	91,7	100,0					24
VI		50,0	100,0	100,0					4

Продолжение таблицы 3.2

VII	46,2	76,9	100,0	100,0					13
VIII			100,0	100,0					2
IX	35,0	50,0	85,0	100,0					20
X	41,4	70,4	88,9	100,0					162
XI	33,8	65,5	92,5	100,0					293
XII	29,5	66,0	92,3	100,0					403
Год	30,6	64,4	91,1	100,0					1661

Что же касается горизонтальной видимости (далее ГВ), она является условной характеристикой прозрачности атмосферы и представляет собой расстояние на фоне неба (дымки) вблизи горизонта, на котором теряется видимость абсолютно-черного объекта с угловыми размерами не менее 20 угловых минут (рисунок 3.6).



Рисунок 3.6 – Полетная видимость

Таким образом, ГВ у земли – это максимальное расстояние, с которого видны и опознаются объекты днем и световые ориентиры ночью. На аэродромах она определяется визуальным наблюдением за выбранными ориентирами (огнями). Для этого составляются схемы ориентиров видимости для светлого и темного времени суток, которые утверждаются командиром части [7, с. 192].

ГВ, кроме того, определяется инструментально метеорологическими приборами - регистраторами дальности видимости (РДВ-3 или фотометрическими измерителями (ФИ-1).

На аэродромах, оборудованных огнями высокой интенсивности (ОВИ), в сумерках и ночью при ГВ 2000 м и менее, а также днем при видимости 1000 м и менее дальность видимости ОВИ определяют путем вычисления с помощью таблиц и специальных графиков по данным инструментальных измерений ГВ у земли [10, с. 560].

Между тем, ПВ - видимость в полете в зависимости от атмосферных условий, конструктивных особенностей кабины и снаряжения летчика. При оценке ПВ кроме метеорологических нужно учитывать светотехнические (контраст между объектом и фоном), психофизиологические (состояние пороговых зрительных функций летчика) факторы, а также высоту, скорость полета, условия обзора из кабины самолета [8, с. 217].

Важно отметить, что увеличение прозрачности с высотой наблюдается в приземном слое радиационных дымок, дымов, поземных туманов, низовых метелей, поземок. При выполнении полета над этими приземными метеорологическими явлениями все виды ПВ обычно бывают лучше, чем ГВ у земли. Только при заходе на посадку в приземном слое на выравнивании ПВ (посадочная) резко ухудшается до полной потери видимости ВПП [5, с. 230].

В этих условиях при отсутствии низкой облачности и наличии на аэродроме приземной дымки (дыма), поземного тумана, поземки, низовой метели или низовой, пыльной (песчаной) бури, ухудшающих ГВ у земли до 2000 м и менее, за значение посадочной видимости принимается значение ГВ, определенной инструментально или визуально [4, с. 243].

При анализе факторов, влияющих на видимость, помимо облачности, следует также учитывать ветер, уровень влажности и суточные колебания температуры воздуха. Чем выше скорость ветра и ниже влажность, тем лучше видимость. Существует прямая связь между ухудшением горизонтальной видимости и скоростью ветра (таблица 3.3).

При слабом ветре (0-5 м/с) ухудшение видимости до 3000 метров и менее фиксируется в 75,3% случаев, а снижение видимости до менее чем 200 метров наблюдается в 99,4% случаев.

Таблица 3.3 – Повторяемость, %, градаций горизонтальной видимости при определенных скоростях и направлениях ветра

Направление ветра	Видимость					
	<200	200-400	400-800	800-1000	1000-1500	1500-3000
Скорость ветра 0-5 м/с						
Штиль	21,9	9,4	6,5	5,4	4,7	5,2
Переменный						
С	1,4	1,8	1,2	1,3	2,3	2,8
СВ	1,7	2,6	3,5	4,4	5,0	5,2
В	12,6	33,1	36,7	36,7	33,9	29,1
ЮВ	6,3	7,8	10,3	8,8	6,6	4,2
Ю	2,7	2,9	2,4	1,7	0,9	1,1
ЮЗ	6,1	4,5	3,4	2,0	2,2	2,2
З	37,6	25,6	18,3	18,0	16,5	19,0
СЗ	9,1	5,6	4,4	4,7	5,8	6,4
Итого, %	99,4	93,2	86,8	83,1	77,9	75,3
Скорость ветра 6-10 м/с						
С					0,1	0
СВ		0,1	0,1	0,3	0,1	0,1
В	0,1	5,7	10,7	11,8	14,1	15,3
ЮВ		0,1	0,3	0,2	0,1	0,3
Ю		0	0,1		0,2	0,1
ЮЗ			0	0,1	0,1	0,2
З	0	0,4	0,6	2,2	4,7	4,6
СЗ		0	0,1	0,2	0,3	0,5
Итого, %	0,2	6,3	11,9	14,9	19,8	21,2
Скорость ветра 11-15 м/с						
С						0
СВ						
В		0	0,1	0,7	0,8	1,2
ЮВ			0,3	0,3	0,1	0,1
Ю						0
ЮЗ			0		0,1	0
З	0,1	0,1	0,3	0,4	0,7	1,2
СЗ		0	0	0	0,1	0,1
Итого, %	0,1	0,2	0,8	1,5	1,8	2,7
Скорость ветра >15 м/с						
С						
СВ						
В						0,1
ЮВ	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0
Ю						
ЮЗ		0				0
З	0,2	0,2	0,4	0,1	0,4	0,6
СЗ	0		0,1	0,1	0,1	0,1
Итого, %	0,4	0,3	0,5	0,5	0,5	0,8
Число случаев	5070	6324	5576	2024	4878	9761

Из представленных данных в таблице можно сделать вывод о том, что направления ветра существенно влияют на уровень видимости в различных метеорологических условиях. Наиболее заметными являются восточное и западное направления ветра, при которых наблюдаются значительные ухудшения видимости.

Например, при скорости ветра в диапазоне от 0 до 5 метров в секунду, случаи, когда видимость составляет менее 200 метров, чаще всего фиксировались именно при западном ветре. В таких ситуациях ухудшение видимости наблюдалось в 37,6% всех случаев.

С другой стороны, когда речь идет о видимости в диапазоне от 200 до 400 метров, то в 33,1% случаев это было связано с восточным направлением ветра. Аналогично, при видимости от 400 до 800 метров, 36,7% наблюдений также приходится на восточный ветер.

И, наконец, видимость в пределах 800-1000 метров также в 36,7% случаев отмечалась при восточном ветре [18, с. 72].

Однако, когда скорость ветра увеличивается до 6-10 м/с, ситуация меняется. В таких условиях случаи, когда видимость падает ниже 200 метров, практически не фиксируются, составив всего лишь 0,2%. При восточном ветре ухудшение видимости до 200-400 метров наблюдается в 6,3% случаев, в диапазоне 400-800 метров — в 11,9%, а при видимости от 800 до 1000 метров этот показатель достигает 14,9% [18, с. 74].

При скорости ветра от 11 до 15 м/с также наблюдается значительное снижение случаев ухудшения видимости. В таких условиях видимость менее 1000 метров фиксируется крайне редко — менее 1,5% всех случаев, и опять же, в большинстве случаев это связано с восточным ветром.

Когда скорость ветра превышает 15 м/с, ухудшение видимости становится более заметным, особенно во время ливней, когда происходит выход грозовых кучево-дождевых облаков.

В таких метеорологических условиях видимость может значительно ухудшаться, что создает дополнительные сложности для передвижения и

ориентирования [18, с. 75].

Таким образом, можно заключить, что направление и скорость ветра играют ключевую роль в изменении видимости, и это следует учитывать при планировании различных мероприятий, особенно тех, которые зависят от погодных условий.

Таким образом, для оценки видимости на высотах можно использовать следующие рекомендации:

- в устойчивых воздушных массах видимость при отсутствии облачности на высотах, как правило, значительно лучше, чем у земли, а в неустойчивых воздушных массах обычно хуже, чем у земли;
- плохая видимость как в устойчивых, так и в неустойчивых воздушных массах наблюдается на всех высотах под задерживающими слоями (инверсиями температуры)[9, с. 148].

Следует отметить, что видимость в подоблачном слое ухудшается также за счет выпадения осадков. Осадки в виде дождя образуют на остеклении кабины завесы из водяной пленки и потоков воды.

Снег налипает на смотровое стекло, частично тает на нем. Все это значительно ухудшает ПВ [1, с. 289].

Таким образом, при оценке видимости необходимо уяснить фактические и ожидаемые явления погоды (вид и интенсивность осадков, дымки, туманы, дымы), характер облачности, а также ветер, влажность, температуру и степень вертикальной устойчивости атмосферы [5, с. 261].

Важно отметить, что решение о продолжении или прекращении полёта в условиях опасных метеоявлений принимает командир воздушного судна с учётом всех факторов безопасности и требований руководства по лётной эксплуатации (РЛЭ). Высота полёта самолёта при опасных метеорологических явлениях регулируется авиационными правилами и зависит от конкретных условий и типа явления. Основная цель—избежать попадания воздушного судна в зоны с неблагоприятными условиями и обеспечить безопасность полёта (рисунок 3.7).

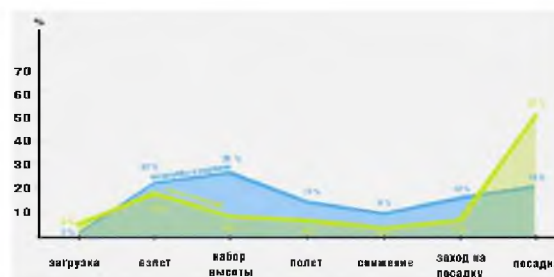


Рисунок 3.7 – Статистика авиакатастроф по фазам полета

Кроме этого, нередко осложняют деятельность авиации осадки. Вот, например, морозящие осадки выпадают из низких плотных слоистых облаков. Они сильно ухудшают видимость особенно в сочетании с дымкой и туманом. Горизонтальная протяженность зон осадков может составлять сотни километров[6, с. 49].

Также морозящие осадки осложняют полеты и на малых высотах. Чаще всего они наблюдаются в переходные сезоны года, а на континентах – зимой при сильных оттепелях [6, с. 54].

Что самое интересное, обложные осадки типичны для фронтальных слоисто-дождевых облаков, а зимой для высоко-слоистых облаков. Их ширина колеблется от нескольких десятков до нескольких сотен километров. Это может значительно повлиять на подготовку и выполнение полетов, так как, например, обложной снег больше ухудшает видимость, чем дождь [9, с. 160].

Дожди, сопровождающие кучево-дождевыми облаками, могут возникать как при внутримассовой конвекции, так и на атмосферных фронтах. Это явление способно значительно ухудшать видимость. Тем не менее, для Котельниково такие сильные осадки, а тем более до 800 метров (менее 3,5 случаев в год) являются чрезвычайной редкостью. Случаи с видимостью менее 400 метров в этом регионе не зафиксированы (таблица 3.4).

Еще одним опасным для авиации метеорологическим явлением, ухудшающим видимость, является сдвиг ветра - изменение направления и/или скорости ветра в пространстве, включая восходящие и нисходящие потоки (ниже 1000 м) [1, с. 295].

Таблица 3.4 – Повторяемость, %, горизонтальной видимости при дожде (ливне)

Месяц	Видимость, м								Число случаев
	<200	<400	<800	<1000	<1500	<2000	<3000	<5000	
I						5,3	9,6	24,5	94
II					2,1	2,7	5,5	19,9	146
III					0,3	0,8	4,5	16,9	379
IV						0,6	2,9	8,1	344
V			0,2	0,2	0,7	0,7	2,2	8,7	460
VI				0,3	0,3	0,3	2,8	10,5	400
VII					0,4	0,4	2,1	6,7	240
VIII						1,0	1,0	2,0	203
IX					0,9	1,7	4,3	13,3	347
X				0,2	0,2	0,4	4,1	15,0	461
XI			0,4	0,4	1,2	1,2	7,7	25,8	248
XII					0,6	2,2	8,4	21,8	179

Его неблагоприятное воздействие особенно сильно проявляется на этапах набора высоты и захода воздушного судна на посадку. А реакция воздушного судна на сдвиг ветра, в свою очередь, зависит от множества факторов: типа ВС, этапа полета, интенсивности и длительности воздействия сдвига ветра на воздушное судно. Сдвиг ветра является внезапным и невидимым явлением для летного экипажа [4, с. 267].

Стоит отметить, что скорость и направление ветра оказывают существенное влияние на взлетно-посадочные качества самолетов. Самыми благоприятными условиями являются такие, когда взлет и посадка производятся против ветра. Дело в том, что при встречном ветре уменьшается посадочная скорость и скорость отрыва, уменьшается длина разбега и пробега, а также улучшаются устойчивость и управляемость самолетом (рисунок 3.8).

Однако, часто взлет и посадку приходится осуществлять при встречном ветре, так как не всегда направление ветра совпадает с направлением ВПП. При разбеге с боковым ветром на самолет действуют силы, создающие кренящий и разворачивающий моменты. Из-за того, что центр тяжести и центр бокового

давления ветра не совпадают, создается сила, стремящаяся развернуть самолет против ветра или по ветру в зависимости от расположения оси вращения и центра тяжести самолета. Поэтому вследствие неравномерного обдува крыльев создается момент в вертикальной плоскости, который наклоняет самолет в сторону ветра [7, с. 241].

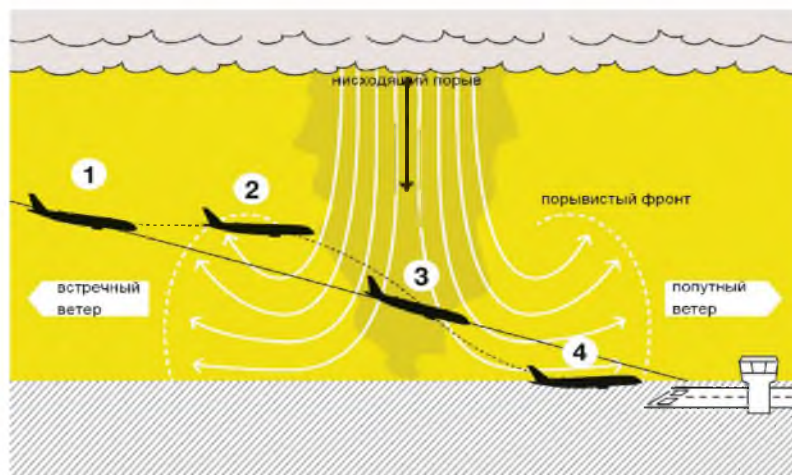


Рисунок 3.8 – Сдвиг ветра в авиации

Кроме того, посадка при боковом ветре имеет некоторые особенности и представляет для пилота большие трудности. И если не принять необходимых мер, то в результате сноса приземление самолета может произойти на край ВПП или вне ее. Так, при сильном боковом ветре возможен срыв покрышек и поломка шасси. В связи с этим для взлета и посадки каждому типу самолета установлены свои пределы допустимых значений бокового ветра [5, с. 288].

Метеорологические признаки сдвига ветра следующие: сильный и порывистый ветер, шкваловый ворот, пыль, ветровые конусы, дым.

В авиации различают вертикальный и горизонтальный сдвиг ветра.

Вертикальный сдвиг ветра (включая восходящие и нисходящие потоки), равный 4-6 м/с и более, в слое 30 м высоты относится к опасным для полетов метеорологическим условиям в районе аэродрома. Взлет и заход на посадку ВС в условиях сильного сдвига ветра категорически запрещены [9, с. 175].

Горизонтальный сдвиг ветра — это изменение ветра по горизонтали, отнесённое к единице расстояния, когда параллельные воздушные потоки

имеют различную скорость. Мерной базой для горизонтального сдвига принято считать 600 м (размерность — м/с на 600 м) [10, с. 582].

Также следует упомянуть о таком опасном для авиации метеоявлении, как метель. Метель представляет собой перенос снега в приземном слое воздуха из-за сильного ветра, что приводит к резкому ухудшению видимости, при этом средняя скорость ветра не менее 15 м/с и видимость не более 500 метров [11, с. 569].

Известно, что по условиям образования метели подразделяются на общие и низовые. Выпадение снега, сопровождающееся достаточно сильным ветром, приводит к так называемой общей метели, при этом не исключается подъем снега с земной поверхности. Видимость при общей метели ухудшается во всем подоблачном слое и может достигать нескольких метров [11, с. 572].

Если снег не выпадает, а снежная поверхность достаточно рыхлая и снежинки легко поднимаются вверх под действием ветра, то возникает низовая метель, скорость ветра при этом обычно более 7 – 8 м/с. Низовая метель значительно ухудшает видимость в приземном слое воздуха высотой до нескольких метров. Такие метели наблюдаются, как правило, на перифериях антициклонов при безоблачном или малооблачном небе. Здесь обычно имеют место достаточно большие барические градиенты, обуславливающие необходимую скорость ветра для возникновения низовых метелей (таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Виды метелей и их характеристика

Поземок	Низовая метель	Общая метель	Пурга
Скорость ветра 5-6 м/с.	Скорость ветра до 9 м/с.	Скорость ветра более 10 м/с.	-
Видимость допустимая, бывает в малооблачную погоду.	Горизонт просматривается плохо.	Небо практически не просматривается.	Сильное перемещение осадков.

Также стоит затронуть частный случай низовой метели - поземок. При поземке видимость сокращается в слое воздуха высотой в несколько сантиметров или десятков сантиметров над земной поверхностью. Выше этого слоя видимость остается хорошей [8, с. 245].

Однозначно, метели значительно усложняют полеты, из-за них сокращаются горизонтальная и посадочная видимость. Полет в зоне сильной общей метели происходит при отсутствии видимости и пилотировать самолет можно только по приборам. Также метели приводят к снежным заносам на аэродромах, что тоже препятствует выполнению полетов [7, с. 263].

Таблица 3.6 –Годовой и суточный ход повторяемости туманов, % (за период с 2020-2023 гг.)

Время (ВСВ, ч)	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
00	35,5	41,8	30,6	11,7	13,4	8,3	7,4	5,1	10,5	39,6	46,2	35,9	23,8
01	32,3	38,8	31,2	15,0	19,5	10,0	8,3	5,1	12,9	40,6	45,2	35,5	24,5
02	36,0	38,8	32,8	18,3	18,4	8,3	7,8	5,5	13,3	41,0	44,3	34,6	24,8
03	36,0	44,1	32,8	21,7	16,2	6,1	6,9	3,7	14,8	39,2	44,3	35,5	24,9
04	35,5	38,2	36,0	18,3	9,2	2,8	2,8	4,1	14,8	35,5	43,8	36,4	23,0
05	34,4	39,4	38,7	13,9	3,8	2,8	2,8	1,4	13,8	35,0	42,9	35,0	21,9
06	31,7	37,1	31,7	8,3	1,1	1,7	1,8	0,9	9,0	28,1	37,6	31,3	18,3
07	25,8	31,2	23,7	6,1	1,1	0,6	0,9	0,5	4,3	21,7	34,8	30,4	15,0
08	19,4	24,1	20,4	2,2	1,1	0,6	0,9	0,9	1,9	16,6	29,0	27,6	12,1
09	16,7	19,4	14,5	1,7	0,5	1,1	0,5	0,5	1,9	9,2	18,6	24,4	9,0
10	16,7	11,2	7,5	1,1		1,1	0,5		1,4	6,9	18,1	23,5	7,4
11	13,4	8,8	7,0	1,1		0,6	0,5		1,0	8,3	16,7	20,3	6,6
12	10,2	7,6	5,9	0,6		1,1	0,5		1,4	6,0	15,7	20,3	5,9
13	14,5	11,2	5,9	0,6		1,1	0,5		1,4	6,5	23,8	21,7	7,4
14	19,9	15,3	5,4	0,6		1,1			1,9	12,4	32,9	26,7	9,8
15	25,8	18,2	5,9	1,1		0,6			2,4	19,4	36,7	28,6	11,7
16	29,0	20,6	9,7	2,8		0,6	0,9		4,8	24,9	38,1	28,1	13,5
17	31,2	23,5	14,0	3,9		1,1	1,4	0,5	6,2	27,2	39,0	30,4	15,0
18	32,8	29,4	15,1	3,3	1,6	1,1	1,4	0,9	5,2	27,6	42,2	30,0	16,0
19	34,4	31,8	20,4	3,3	2,7	1,7	1,4	2,8	6,2	30,9	39,5	30,9	17,2
20	34,4	37,1	21,5	5,0	4,3	2,2	1,8	2,8	6,7	33,2	44,8	30,9	18,7
21	35,5	37,1	23,1	6,7	4,8	4,4	3,2	2,3	9,0	37,3	46,2	34,1	20,4
22	37,6	35,3	29,0	8,3	6,5	6,1	3,7	4,6	11,0	36,4	44,8	35,0	21,5
23	37,1	38,2	30,1	10,0	10,2	6,7	5,1	4,6	11,9	36,9	43,3	33,6	22,3
Среднее	28,2	28,3	20,5	6,9	4,8	3,0	2,5	1,9	7,0	25,8	36,2	30,0	16,3

И то и другое явление и связанное с ними ухудшение видимости зависят от состояния снежного покрова и от скорости ветра. Чем рыхлее снежный

покров и чем сильнее ветер, тем вероятнее возникновение указанных явлений. При этом поземок возникает при скорости ветра 4—6 м/сек, а при более сильном ветре явление переходит в низовую метель [6, с. 58].

Кроме того, к опасным метеоявлениям, влияющим на безопасность полетов, относится туман. Туманом – это явление конденсации (или сублимации) водяного пара в приземном слое воздуха, при котором образуются взвешенные в воздухе мельчайшие капельки воды или ледяные кристаллы, ухудшающие дальность горизонтальной видимости в светлое время суток до значений менее 1 км. (таблица 3.6).

Анализ данных повторяемости туманов в годовом ходе указывает на большую её повторяемость в холодный период года. Так, ухудшение видимости и понижение нижней границы облаков в 704 учебно-авиационном полку г. Котельниково чаще наблюдается в туманах в средне-годовом процентном соотношении –16,3% случаев за исследуемый период с 2020-2023 гг.[20, с. 137]

Образование тумана происходит в тех случаях, когда приземный слой воздуха вследствие понижения температуры до точки росы и ниже достигает насыщения водяным паром. Фактически по своей физической природе туман вполне подобен облаку. И нередко одно явление переходит в другое. Например, когда туман приподнимается, то он обычно переходит в низкие разорванно - слоистые облака, а когда облака снижаются до поверхности земли, то они воспринимаются как явление тумана.

Так как образование туманов связано главным образом с охлаждением приземного слоя воздуха до температуры ниже точки росы, то их классификация производится в соответствии с тем, как происходит процесс охлаждения воздуха. В зависимости от этого выделяются следующие типы туманов: туманы охлаждения и туманы испарения [4, с. 274].

Туманы испарений характеризуются притоком водяного пара за счет испарения с водной поверхности в перемещающийся над ней воздух. При этом температура воздуха на 8 – 10 градусов ниже температуры воды. Данный вид туманов образуется в полярных областях при перемещении холодного воздуха

со снежной поверхности на открытую водную. В других районах туманы испарения наблюдаются в осеннее время, когда более холодный воздух с суши попадает на еще не замерзшую теплую поверхность рек и озер [8, с. 263].

Что же касается туманов охлаждения, то это конденсация водяного пара в результате охлаждения воздуха до точки росы.

В качестве примера здесь мы приведем авиакатастрофу, которая произошла 16 мая 2016 года в городе Котельниково Волгоградской области. Экипаж самолета Л-39(МО РФ, ВВС, в/ч 55624) выполнял учебно-боевое задание. К моменту захода ВС на посадку видимость резко ухудшилась из-за образовавшегося тумана (при температуре $+5+7^{\circ}\text{C}$). Однако информация об ухудшении видимости диспетчеру, и соответственно экипажу, от метеонаблюдателей своевременно не поступила. Активное пилотирование при заходе на посадку осуществлял старший штурман майор Смирнов А. А. Посадка была разрешена [16, с. 175].



Рисунок 3.9 – Катастрофа самолета Л-39 (16 мая 2016 год)

В итоге, при снижении летчик допустил отклонение от курса посадки и увеличение вертикальной скорости снижения. В дальнейшем, не установив визуальный контакт с наземными и световыми ориентирами, летчик принял запоздалое решение об уходе на второй круг. При уходе на второй круг с малой

высоты, вне видимости земли, вследствие посадки, самолет грубо приземлился. При грубом приземлении сложилась левая стойка шасси, произошло разрушение самолета, левое крыло было оторвано. Летчик катапультировался (рисунок 3.9).

Так, авиационное происшествие стало возможным в результате организационно-технологических и процедурных недостатков в работе и взаимодействии служб метеорологического обеспечения и управления воздушным движением, а также ошибок в действиях экипажа [16, с. 177].

Заключение

Проблема влияния метеоусловий на безопасность полётов требует комплексного подхода, включающего мониторинг погоды, прогнозирование, подготовку персонала и использование современных технологий для минимизации рисков [25, с. 230].

Рассмотренные нами случаи обледенения и снижения метеорологической дальности видимости иллюстрируют негативное влияние опасных метеоусловий, влияющих на безопасность полетов воздушных судов, в связи с чем недооценка их рисков может быть весьма опасна, особенно в контексте недостаточных мер предотвращения развития указанных ситуаций. Поэтому применение соответствующих мер и определенных процедур являются важнейшими аспектами обеспечения безопасности полетов в авиации.

Кроме того, комплексный подход, включающий мониторинг метеоусловий, совершенствование методов прогнозирования, качественное метеорологическое обеспечение и подготовку экипажей, позволяет снизить риски, связанные с неблагоприятными погодными условиями [18, с. 96].

Однако довольно сложно определить наиболее точный метод прогнозирования погоды для авиационных целей на сегодняшний момент. У каждого из них есть свои преимущества и недостатки. Именно поэтому все методы используются в совокупности для наиболее точного результата для обеспечения выполнения безопасных полетов воздушных судов [1, с. 83].

В ходе проделанной работы были сделаны следующие основные выводы:

1. Район аэродрома находится под преобладающим влиянием западного переноса, который нарушается меридиональным и сопровождается резкими изменениями погоды, при котором возможны случаи, вызывающие нарушение аэродинамических характеристики ВС и затрудняют навигацию, что в последствие может привести к авиакатастрофе [24, с. 17].

2. Метеорологические условия в районе аэродрома Котельниково имеют ряд особенностей, которые возникают в результате взаимодействия местных

факторов (рельеф, грунт, реки, растительность) и погодных и климатических характеристик.

3. Близость Цимлянского водохранилища с севера, Сало-Манычской водной системы на юго-западе и Прикаспийской низменности на юго-востоке – способствует в холодную половину года, при установлении устойчивого переноса в приземном слое с указанных широт в направлении района г. Котельниково, низкой облачности, образованию густых дымок и туманов.

4. Антициклоническая деятельность непосредственно определяет погоду района аэродрома. Так, антициклоны, перемещающиеся с севера, северо-запада и запада, проявляются чаще в холодную половину года и их продолжительность может достигать 15-20 дней подряд. Вследствие этого зимой малооблачная сухая погода, сильные ветры с метелями и низкими температурами -20°C , -25°C , а летом низкая влажность (30%), сильные ветры с пыльными бурями и температурой $+35^{\circ}\text{C}$, $+40^{\circ}\text{C}$. способствуют нелетной погоде, тем самым, осложняют деятельность авиации [12, с. 46].

5. Турбулентный обмен оказывает большое влияние на условия формирования, эволюцию и микрофизическое строение облаков, туманов и осадков, с которыми непосредственно связаны сложные метеорологические условия полетов. Кроме того, она оказывает большое влияние на полет самолета, может создать сильные колебания и неустойчивость в полете.

6. Сложные условия погоды (ограниченная видимость и/или малая высота облаков) оказывают наиболее существенное влияние на взлет и посадку воздушных судов, что сказывается на регулярности и безопасности полетов.

Поэтому, подводя итог всему вышесказанному, мы можем сказать, что опасные для авиации метеоявления могут создавать угрозу безопасности полетов или нанести материальный ущерб авиационной технике [9, с. 188].

Список литературы

1. Абрамович, К. Г. «Руководство по прогнозированию метеорологических условий для авиации», К. Г Абрамович, А. А. Васильев – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 301 с.
2. Андреев, Г.Т., Васин, И.С. Исследование влияния обледенения на аэродинамические характеристики гражданских самолетов в обеспечение безопасности летной эксплуатации / Г.Т. Андреев, И.С. Васин. – Научный вестник МГТУ ГА №97 серия Аэромеханика и прочность, 2006. – 27 с.
3. Баранов, А. М. Облака и безопасность полетов. — Л.: Гидрометеиздат, 1983. — 321 с.
4. Баранов, А. М., Мазурин, Н. И., Солонин, С. В., Янковский, И. А., «Авиационная метеорология», Л.: Гидрометеиздат, 1966. - 281 с.
5. Белкин, А. М., Миронов, Н. Ф., Рублев, Ю. И., Сарайский, Ю. Н. Воздушная навигация: справочник – М.: Транспорт, 1988 г. – 303 с.
6. Блохина, В. И. Авиационные прогнозы погоды. Учебное пособие – 67 с.
7. Богаткин, О. Г. «Авиационная метеорология», О.Г. Богаткин – С.-П.: изд. РГГМУ, 2005. – 328 с.
8. Богаткин, О. Г. Основы авиационной метеорологии / Учебник. – СПб: Изд. РГГМУ, 2009. - 339 с.
9. Богаткин, О. Г., Еникеева, В. Д. Анализ и прогноз погоды для авиации. — СПб.: Гидрометеиздат, 1992. — 272 с.
10. Воробьев, В. И., Синоптическая метеорология. - Л: Гидрометеиздат, 1991, - 616 с.
11. Зверев, А. С. Синоптическая метеорология. - Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 712 с.
12. Климатическая характеристика аэродрома Котельниково Волгоградской области. 2004 г. – 76 с.
13. Косолапов, Д. С. Методика выявления и анализа факторов риска для безопасности полетов, связанных с организацией воздушного движения при

создании укрупненных центров ОВД, Научный вестник «НИИ Аэронавигации», №12, 2013 г. – 135 с.

14. Курганская, В. М., Пчелко, И. Г. Метеорологические условия обледенения самолетов. - Л.: Гидрометеиздат, 1947. – 267 с.

15. Мазин, И.П. Физические основы обледенения самолетов. / И.П. Мазин. – М.: Гидрометеиздат, 1957. – 153 с.

16. Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 3. Часть I. Метеорологические наблюдения на станциях. - Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 300 с.

17. Наставление по метеорологической службе авиации вооруженных сил Российской Федерации (НАМС – 2014) – Министерство обороны Российской Федерации воздушно-космические силы, 2014. – 344 с.

18. Позднякова, В. А. «Практическая авиационная метеорология», – г. Екатеринбург: Уральский УТЦ ГА, 2015. – 128 с.

19. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Часть I. Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 703 с.

20. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Часть II. Выпуск 2. Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 200 с.

21. Степаненко, В. Д. Вероятность и интенсивность обледенения самолетов. — СПб.: Изд. ГГО, 1994. — 99 с.

22. Тенишев, Р.Х., Строганов Б.А., Савин В.С. и др. Противообледенительные системы летательных аппаратов. – М.: Машиностроение, 1967. - 320 с.

23. Трунов, О.К. Обледенение самолетов и средства борьбы с ним. – М.: Машиностроение, 1965. - 247 с.

24. Требования к составлению климатического описания аэродрома. Волгоград. 2007. – 98 с.

25. Шакина, Н. П., Иванова, А. Р. Прогнозирование метеорологических условий для авиации. Научно-методическое пособие. – М.: Триада ЛТД. – 2016. – 312 с.