



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: «Условия образования низкой видимости на аэродроме
Петропавловск-Камчатский (Елизово)»

Исполнитель Поночевная Анастасия Романовна
(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)

« 4 » июня 2025 г.

Санкт-Петербург
2025

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ВЛИЯНИЕ ОГРАНИЧЕННОЙ ВИДИМОСТИ НА ПОЛЕТЫ АВИАЦИИ И УСЛОВИЯ ДЛЯ ЕЕ ФОРМИРОВАНИЯ.....	5
1.1 Минимумы погоды.....	5
1.2 Опасные явления погоды, приводящие к ухудшению видимости.....	6
1.3 Синоптические условия возникновения явлений, ухудшающих видимость	8
1.4 Способы получения информации о погоде	13
ГЛАВА 2. ХАРАКТЕРИСТИКА АЭРОДРОМА ПЕТРОПАВЛОВСК- КАМЧАТСКИЙ (ЕЛИЗОВО).....	14
2.1 Сведения об аэродроме	14
2.2 Географическое положение аэродрома.....	15
2.3 Климатическая характеристика аэродрома	17
ГЛАВА 3. ЯВЛЕНИЯ, УХУДШАЮЩИЕ ВИДИМОСТЬ В РАЙОНЕ АЭРОДРОМА ПЕТРОПАВЛОВСК-КАМЧАТСКИЙ (ЕЛИЗОВО)	18
3.1 Повторяемость опасных явлений погоды, ухудшающих видимость на аэродроме.....	18
3.2 Сезонное распределение опасных явлений.....	20
3.3 Расчет количества случаев ухудшения видимости и описание синоптических ситуаций при их наблюдении	23
ГЛАВА 4. ОПИСАНИЕ СИНОПТИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ УХУДШЕНИИ ВИДИМОСТИ.....	34
4.1 Повторяемость синоптических ситуаций.....	34
4.2 Туман в малоградиентном поле повышенного давления	36
4.3 Туман в антициклоне	40
4.4 Туман при окклюзии.....	43
4.5 Туман при прохождении теплого фронта	47
4.6 Туман в теплом секторе циклона	50
4.7 Туман на волне холодного фронта	51
4.8 Ливневый снег при прохождении теплого фронта	53
4.9 Ливневый снег при окклюзии	55

4.10 Ливневый снег в ложбине циклона.....	59
4.11 Метель при окклюзии.....	61
ВЫВОДЫ.....	66
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	68

ВВЕДЕНИЕ

Прибрежные территории Дальнего Востока входят в число наиболее подверженных влиянию погодных факторов регионов, полуостров Камчатка не является исключением. Сложные и иногда суровые погодные условия воздействуют на ключевые отрасли жизнедеятельности человека, такие как транспорт, энергетика, туризм, а также на множество других сфер деятельности. Одна из них – работа аэродромов и полет воздушных судов. Деятельность аэродромов во многом зависит от двух основных параметров – облачности и дальности видимости. Такие явления, как метели, снежные позёмки, сильные дожди, туманы и дымка, способны резко снижать видимость, причём это может происходить в любое время года и суток. Подобные ограничения напрямую сказываются на авиационном сообщении, иногда приводя даже к временному закрытию аэропортов из-за неблагоприятных погодных условий.

Цель работы состоит в оценке перечисленных неблагоприятных явлений погоды, влияющих на уменьшение значений дальности видимости в районе аэродрома Петропавловск-Камчатский (Елизово) ниже показателей его минимума за период 2020-2024 гг., а также в анализе синоптических условий их формирования.

Практическая значимость заключается в обновлении статистики опасных для авиации явлений погоды в Камчатском крае, а также в необходимости определения предикторов для низкой видимости, что, безусловно, положительно повлияет на безопасность полетов воздушных судов.

Задачи исследования:

1. Анализ метеорологических данных за период 2020-2024 гг. на территории аэродрома Петропавловск-Камчатский.
2. Определение явлений, которые являлись причиной понижения значений видимости до минимума рассматриваемого аэродрома.

3. Оценка повторяемости явлений по годам и сезонам.
4. Анализ синоптических ситуаций, повлекших за собой рассматриваемые явления.

Работа состоит из:

1. Определения погодных явлений, ухудшающих видимость;
2. Оценки и их повторяемости в течение рассматриваемого периода;
3. Оценки годового распределения явлений;
4. Анализа синоптических условий образования низкой видимости;
5. Примеров типовых синоптических ситуаций при понижении дальности видимости.

ГЛАВА 1. ВЛИЯНИЕ ОГРАНИЧЕННОЙ ВИДИМОСТИ НА ПОЛЕТЫ АВИАЦИИ И УСЛОВИЯ ДЛЯ ЕЕ ФОРМИРОВАНИЯ.

Видимость - способность различать объекты благодаря контрасту между их яркостью и фоном [1]. Это метеорологическая видимость. Она оценивается по двум параметрам: дальности (максимальное расстояние видимости) и степени (четкость восприятия). В авиационной метеорологии учитывается исключительно дальность видимости. В полете, помимо метеорологической дальности видимости, экипаж учитывает еще и полетную видимость. Это расстояние, на котором можно различать объекты с борта воздушного судна. Полетная видимость зависит от параметров окружающей среды и условий обзора. Командир воздушного судна должен обращать внимание на значения преобладающей видимости на аэродроме, на минимальное ее значение (если оно различно с преобладающей), на дальность видимости на взлетно-посадочной полосе, а также на вертикальную видимость. Вертикальная видимость – это предельное расстояние над аэродромом, на котором возможно различать неосвещенные объекты днем и освещенные в ночное время суток. Все эти характеристики передаются в регулярных метеорологических сводках погоды по аэродрому METAR.

1.1 Минимумы погоды

Для функционирования аэродрома и для обеспечения безопасности полетов устанавливаются минимумы погоды. Это предельные погодные характеристики, при которых возможно безопасно выполнять авиационные операции. Минимумы погоды делятся на:

1. Минимум аэродрома;
2. Минимум воздушного судна;

3. Минимум пилота воздушного судна.

Погодный минимум определяется такими условиями, как высота нижней границы облачности, иными словами – высота принятия решения, и дальностью видимости на ВПП.

В данной работе за основу взяты пороговые значения для аэродрома.

1.2 Опасные явления погоды, приводящие к ухудшению видимости

Полеты авиации во многом определяются атмосферными условиями по маршруту и на территории аэродромов взлета и посадки, также необходима информация о погоде на запасных аэродромах. Метеоусловия подразделяются на простые и сложные. Простыми считаются те, которые возможно выполнить визуально, не прибегая к использованию данных приборов. В сложных же – наоборот, пилот вынужден частично или полностью следовать приборным показателям. Метеорологическая обстановка определяется вышеперечисленными характеристиками минимумов погоды, то есть дальностью видимости и высотой нижней границы облачности. Рассмотрим явления, которые затрудняют визуальные полеты. К ним относятся туманы, метели и ливни.

Туман - явление, при котором в приземном слое атмосферы образуется скопление мельчайших капель воды или кристаллов льда, значительно снижающее горизонтальную видимость до 1000 м и меньше [4]. Они классифицируются в зависимости от синоптических условий их возникновения, а также от физических аспектов их образования. К первым относятся фронтальные и внутримассовые туманы. В соответствии с физическими процессами образования туманы делятся на туманы охлаждения, испарения, а также на туманы, возникающие из-за деятельности человека.

Туманы охлаждения:

1. Радиационные

Такие туманы возникают в результате ночного охлаждения приземного воздуха от поверхности. Для их формирования должна быть безоблачная или малооблачная погода, скорость приземного ветра не должна превышать 2 м/с (чаще всего штиль), а также необходим малый дефицит температуры.

2. Адвективные

Возникают при движении теплой воздушной массы над холодной поверхностью. Адвективные туманы, в отличие от радиационных, могут формироваться в любое время суток, к тому же они отличаются своей продолжительностью (могут существовать в течение нескольких суток). Нередко они образуются вследствие опускания облаков слоистой (St) или слоисто-кучевой (Sc) форм, которые развиваются одновременно.

3. Адвективно-радиационные

Данный вид туманов сочетает в себе факторы типов. Иными словами, они формируются при движении теплого воздуха и его дальнейшего охлаждения в ночное время суток.

Туманы испарения:

1. Туманы испарения водоемов;
2. Береговые туманы;
3. Водяная пыль.

Метель – перенос снега ветром над поверхностью земли. Она подразделяется на поземки, низовые и общие метели. Поземок – это перенос сухого снега в слое 0,5-2 м при умеренном ветре. Низовая метель – перенос снега при скорости ветра более 7 м/с на высоте нескольких метров. Вертикальная видимость, обычно, хорошая. Общая метель – перенос снега в приземном слое атмосфере при ветре более 10 м/с. При данном виде метели невозможно определить состояние неба, а также нельзя точно утверждать перенос ли это снега или выпадение осадков.

Ливневые осадки – это интенсивные и обычно непродолжительные выпадения дождя, снега, крупы или града, связанные с кучево-дождевой

облачностью (Cb). Они характеризуются резким выпадением и малой продолжительностью, а также делятся по интенсивности на [2]:

1. Слабые (видимость более 2000 м);
2. Умеренные (видимость 1000-2000 м);
3. Сильные (видимость менее 1000 м).

1.3 Синоптические условия возникновения явлений, ухудшающих видимость

Тропосфера подразделяется на воздушные массы с относительно однородными физическими характеристиками. Погода, в основном, определяется проходящей над регионом воздушной массой. Для них свойственны незначительные горизонтальные градиенты температуры, давления и других метеопараметров, и выраженные вертикальные профили изменения метеовеличин, типичные для каждого конкретного воздушного массива. Граница раздела между воздушными массами с различными характеристиками называется фронтальной зоной. Фронты, в свою очередь, также делятся по ряду признаков:

1. По горизонтальной и вертикальной протяженности (основные тропосферные, вторичные приземные и верхние);
2. По географическим признакам (арктический, полярный и тропический фронты);
3. По особенностям перемещения, вертикального строения и условий погоды (простые и сложные фронты).

Рассмотрим именно последний вид фронтальных зон.

Простые фронты делятся на теплые, холодные и малоподвижные (стационарные). Второй тип – сложные, то есть фронты окклюзии или фронты смыкания. Они также делятся на теплые и холодные, могут также быть малоподвижными.

Теплый фронт – зона перехода теплой воздушной массы в сторону относительно холодной (рис. 1). Данный вид характеризуется обложными продолжительными осадками, зона которых достигает 300 км от приземной линии фронта. Скорость смещения, обычно, 20-30 км/ч.

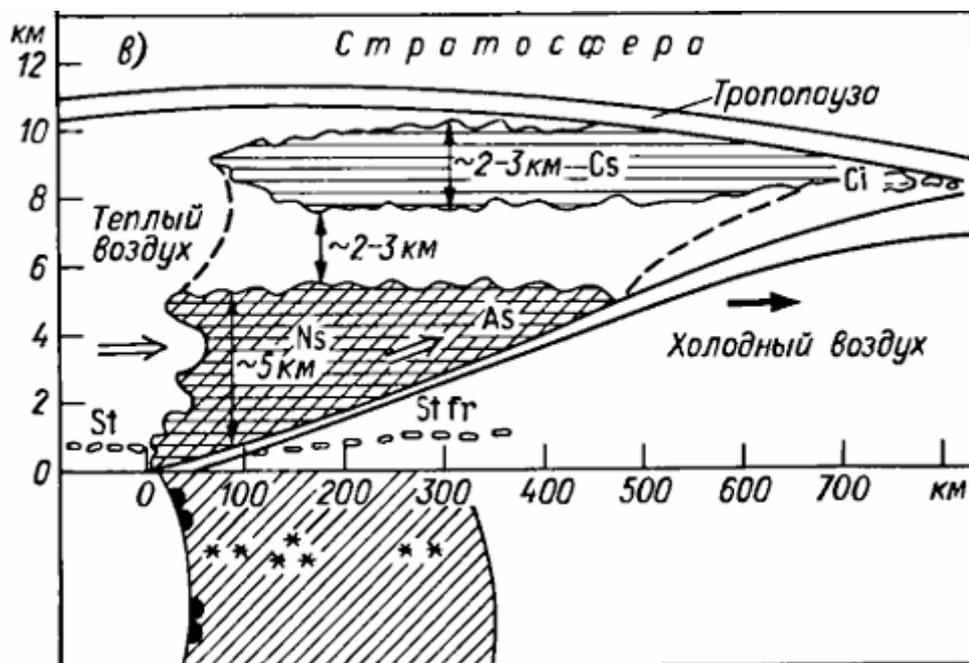


Рисунок 1 - Теплый фронт в разрезе

Холодный фронт подразделяется на первый (рис. 2) и второй род (рис. 3). Холодный фронт первого рода, иными словами, - зеркальное отражения теплого фронта. В теплое время года, при его прохождении, может формироваться кучево-дождевая облачность, сопровождаемая характерными явлениями. Скорость смещения чуть больше, чем у теплого, - 30-40 км/с. По мере удаления от центра циклона холодный фронт 1-го рода превращается в холодный фронт 2-го рода. Говоря об втором виде холодного фронта, нельзя не сказать, что данный вид фронтальной зоны самый опасный для авиации. Скорость его смещения составляет 50 км/ч, а, зачастую, выше. Во время его прохождения наблюдается грозная активность, шквалы, ливни, а также кучево-дождевая облачность.

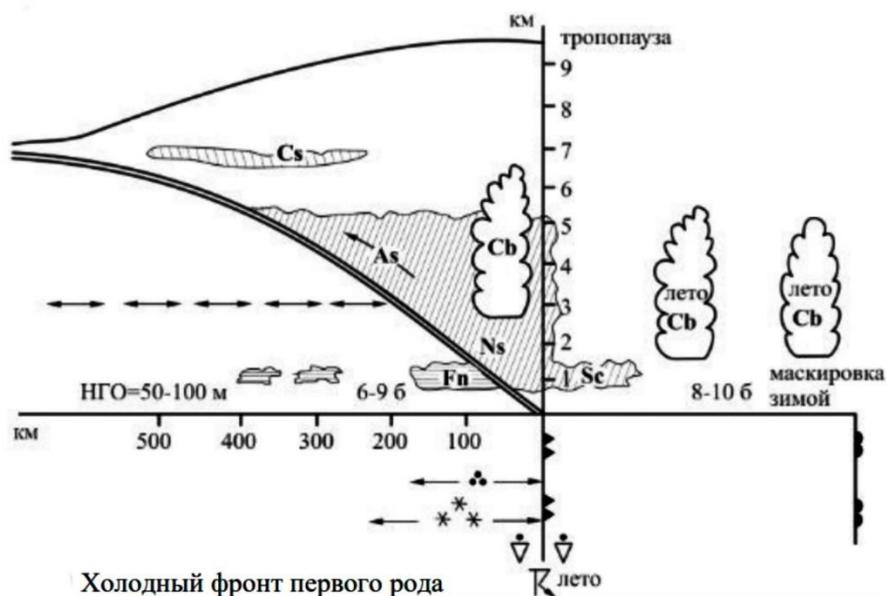


Рисунок 2 - Холодный фронт первого рода в разрезе

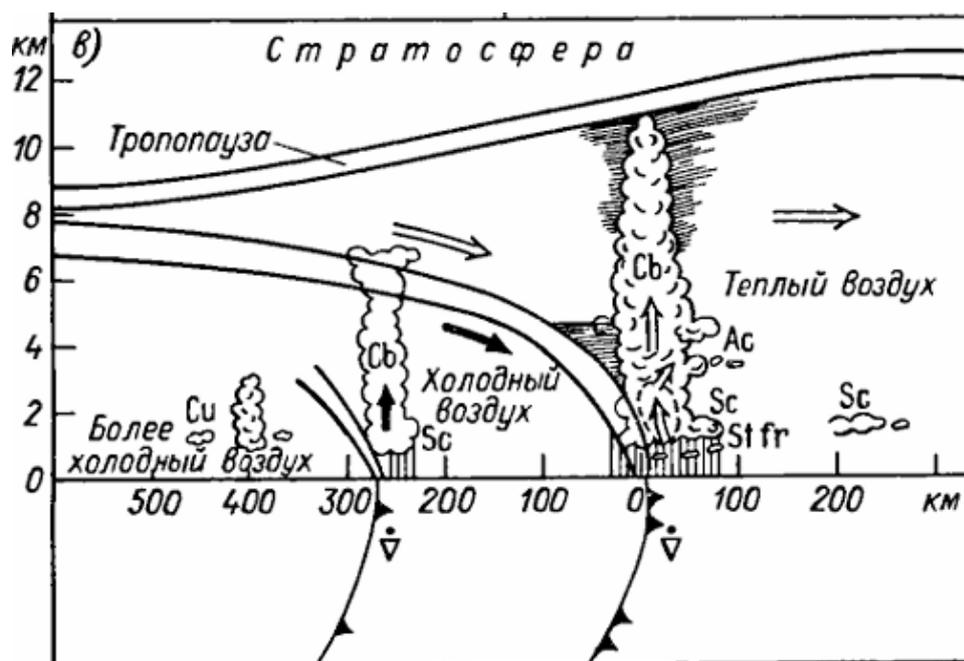


Рисунок 3 - Холодный фронт второго рода в разрезе

Фронт окклюзии – смыкание холодного и теплого фронтов. В зависимости от того, какой фронт начинает смыкание, данный вид делится по типам:

1. Фронт окклюзии по типу теплого (рис. 4 (а));

2. Фронт окклюзии по типу холодного (рис. 4 (б)).

Соответственно, погода при его прохождении определяется обоими фронтами, однако их особенности менее выражены.

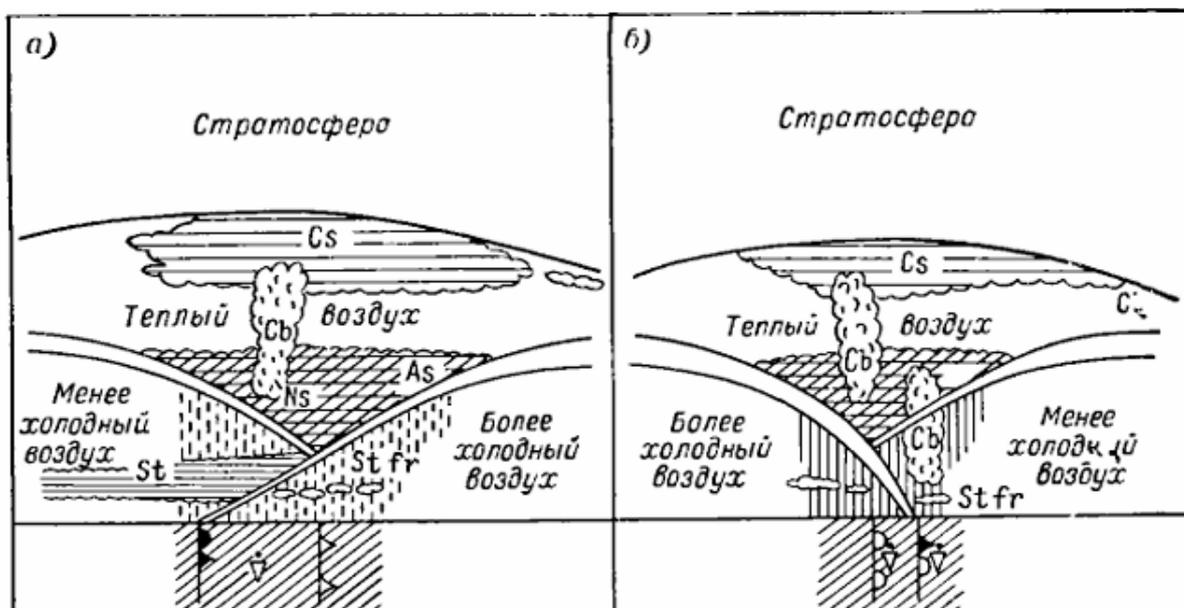


Рисунок 4 - Схематический разрез фронтов окклюзии по типу теплого (а) и холодного (б)

Теплые фронты окклюзии часто наблюдаются в холодное время года, когда теплая воздушная масса с водной поверхности движется в сторону более холодной, находящейся над материковой частью. При этом наблюдается порывистый ветер, приводящий к возникновению метелей, а также снежные заряды из кучево-дождевой облачности. В теплый период года, особенно летом, образуются фронты окклюзии по типу холодного. При этом могут наблюдаться грозы, а также, при ночном прояснении, туманы, часто радиационные.

Говоря о фронтальных системах, нельзя не сказать про циклоны и антициклоны.

Циклон – это обширная зона пониженного атмосферного давления. У барических образований есть жизненный цикл (рис. 5):

1. Начальная стадия развития;
2. Стадия молодого циклона (антициклона);
3. Стадия максимального развития;

4. Стадия заполнения циклона (разрушения антициклона).

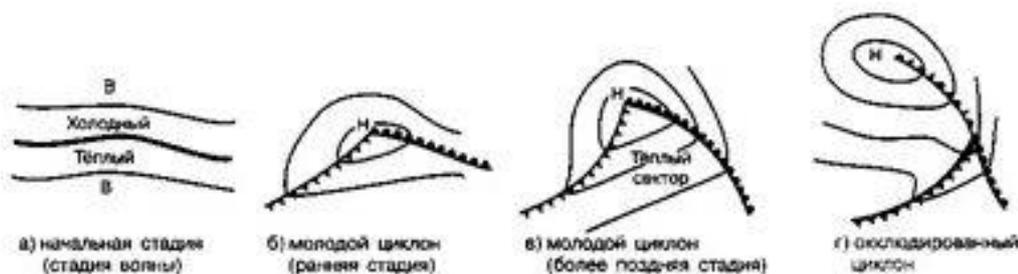


Рисунок 5 - Стадии развития циклона

Циклон делится на несколько частей:

1. Передняя часть, где погода определяется свойствами теплого фронта;
2. Теплый сектор циклона

В этой части циклона господствует влажная устойчивая воздушная масса, которой и определяется характер погоды. Зимой над регионом, который находится под действием теплого сектора циклона, наблюдается слоистообразная облачность, адвективные туманы, а также морось. Летом, в основном, малооблачная погода. При образовании кучевых облаков возможна грозовая деятельность.

3. Тыл циклона, где погода определяется прошедшим холодным фронтом.

Антициклон – зона повышенного атмосферного давления. У антициклонов такие же стадии развития, как и у циклонов. Однако, они не делятся по частям, и погода в них определяется не в последствии прохождения атмосферных фронтов. В основу лежит деление по перифериям.

В центре циклона преобладают нисходящие движения воздуха, поэтому, в большинстве случаев, здесь малооблачная погода. Ночью, нередко, возникают радиационные туманы.

В зоне северной периферии антициклона, граничащей с теплым сектором соседнего циклона, наблюдаются характерные сезонные особенности. В зимнее время года здесь преобладает сплошная St и Sc облачность, из которой выпадает небольшое количество осадков. Также, в этой части антициклона

повышена вероятность появления туманов. В летний период преобладает облачность верхнего яруса с прояснениями, днем, при сильном прогреве, возможно возникновение более низкой кучевой облачности.

Западная периферия, отчасти, определяется характером погоды передней части пониженного давления, то есть передней частью циклона, граничащим с антициклоном. Зимой здесь может наблюдаться обширная St и Sc облачность, сопровождаемая зоной слабых осадков. Летом, при высокой температуре и влажности, наблюдаются грозы. Если антициклон стационарен, в этой части образуются условия для возникновения сильных ветров.

При воздействии на регион северной периферии хорошо развитого антициклона наблюдаются большие градиенты давления и, соответственно, сильные ветры, при которых могут образовываться метели.

Восточная периферия антициклона граничит с тыловой частью соседнего циклона, поэтому погода здесь может определяться им же. Летом возможно образование Cu и Cb, из которых могут наблюдаться осадки в виде ливней. Зимой, в основном, безоблачная погода [3].

1.4 Способы получения информации о погоде

Информацию о погодных явлениях на рассматриваемой территории важно правильно прочесть и, в случае необходимости, расшифровать. Для получения информации о погоде на аэродроме используются различные источники, но основные – это:

1. Регулярные сводки фактической погоды на аэродроме METAR;
2. Специальные метеорологические сводки погоды по аэродрому SPECI;
3. Зональный прогноз погоды GAMET;
4. Приземные и высотные карты погоды.

ГЛАВА 2. ХАРАКТЕРИСТИКА АЭРОДРОМА ПЕТРОПАВЛОВСК-КАМЧАТСКИЙ (ЕЛИЗОВО).

2.1 Сведения об аэродроме

Аэродром Петропавловск-Камчатский (Елизово) расположен в городе Елизово Камчатского края [7].

Индекс ICAO – UNPP.

Категория ICAO – 2.

Географические координаты КТА аэродрома: 53°10'10" с.ш., 158°27'02" в.д. (рис. 6).

Превышение КТА над уровнем моря – 38,4 м.

Отклонение от всемирно скоординированного времени - +12 ВСВ.

Длина ВПП 34L/16R 16/34 – 3400х60 м, покрытие – бетонное.

Класс аэродрома определяется длиной взлетно-посадочной полосы. Класс «А» присваивается аэродромам с ВПП не менее 3200 м, соответственно, класс рассматриваемого аэродрома – «А».

Тип аэродрома – горный.

За основу минимума аэродрома возьмем значения 60 х 800 м, что соответствует минимумам погоды для аэродрома с использованием посадочной системы ILS. (таб.1), где 60 м – высота нижней границы облачности, 800 м – дальность видимости на ВПП.

Таблица 1 - Минимумы погоды для аэродрома

№ ВПП	Категория ВС	Минимум посадки				
		ILS	NDB	VOR/DME	ВЗП	ПВП
34Л	А	60×800	200×3000	215×3000	260×3000	600×5000
	В	60×800	200×3000	215×3000	310×3000	600×5000
	Вертолеты	60×800	200×3000	215×3000	260×3000	600×5000
16П	А	70×800	-	-	260×3000	600×5000
	В	70×800	-	-	310×3000	600×5000
	Вертолеты	70×800	-	-	260×3000	600×5000

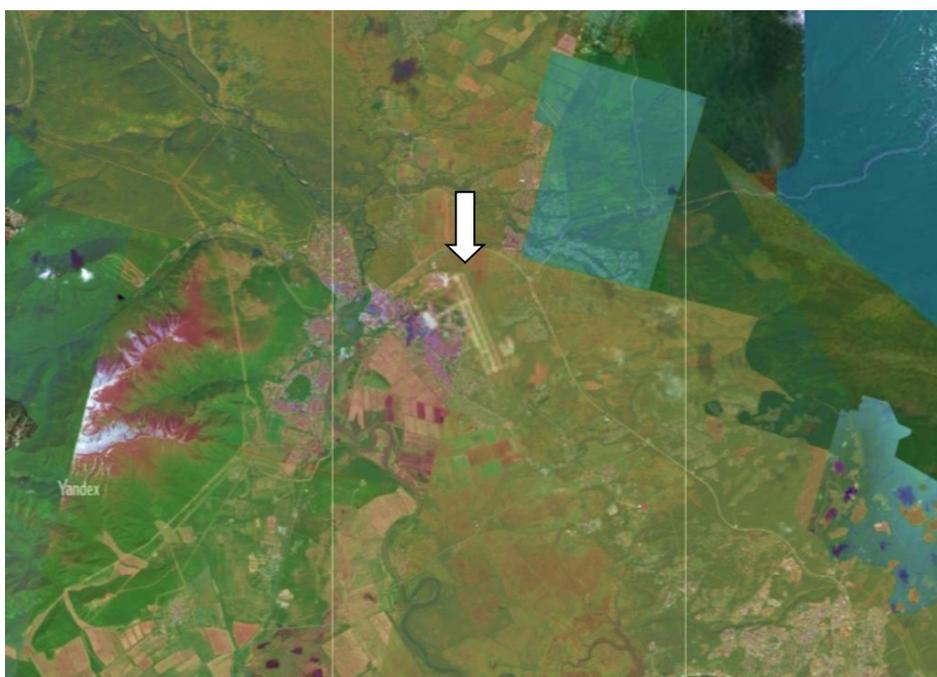


Рисунок 6 - Спутниковый снимок ВПП

2.2 Географическое положение аэродрома

Аэродром Петропавловск-Камчатский (Елизово) расположен в юго-восточной части полуострова Камчатка. На рис. 7 представлена физическая карта регион и отмечено положение аэродрома относительно горных хребтов. Он расположен в долине реки Авача, площадь бассейна которой - 5090 м², также окружен горными хребтами, высота которых до 1500 м. Самый высокий хребет на Камчатке – Срединный (3621 м). Он вытянут с севера на юг и

простирается по всей территории полуострова. В 30 км от аэродрома расположены действующие вулканы – Авачинский (2741 м) и Корякский (3456 м), а также один потухший – Козельский вулкан (2189 м). Ближайшими водными объектами являются, как уже говорилось выше, р. Авача и Тихий океан, в радиусе 25 км расположена Авачинская бухта.



Рисунок 7 - Физическая карта Камчатского края

Так как аэродром – горный, это создает уникальные условия для захода на посадку. Во-первых, из-за горного расположения в зоне ответственности аэродрома Петропавловск-Камчатский часто возникает явление турбулентности. Во-вторых, ВПП ориентирована на Авачинскую гряду, которая расположена в 10-15 км от нее, из чего следует, что необходимо учитывать влияние горных массивов для поддержания определенной высоты, а также

придерживаться четких схем для захода на посадку из-за отсутствия пространства для совершения экстренных маневров в случае необходимости, что только подчеркивает важность правильных метеорологических прогнозов для безопасности полетов. К примеру, при заходе на посадку с севера необходимо учитывать влияние гор в 12 км от порога ВПП, что требует более раннего захода на глиссаду – траекторию захода на посадку. При заходе с юга важно помнить о сопках, расположенных в 8-10 км. Они мешают обзору, что делает невозможным визуальный заход на посадку.

2.3 Климатическая характеристика аэродрома

Климат района расположения аэродрома характеризуется как умеренный морской с избыточным увлажнением, формирующийся под преобладающим влиянием тихоокеанских воздушных масс. Как следствие, здесь мягкие зимы и прохладное лето.

Погода на полуострове определяется, в основном, действием циклонов, следующих с берегов Японии, которые, временами, могут приносить на территорию полуострова аномальное количество осадков в виде дождя или снега.

В зимний период из-за сильных метелей, а как следствие из-за ухудшения видимости и сильных ветров могут быть задержки или же вовсе отмены рейсов, что, безусловно, негативно влияет на авиационную деятельность. Также, часто отмечается обледенение как на эшелонах полетов, так и на ВПП.

Летом задержки рейсов могут быть обоснованы туманами, ухудшающими видимость на ВПП, а также низкой слоистой облачностью над аэродромом, что влияет на высоту принятия решения для захода на посадку.

ГЛАВА 3. ЯВЛЕНИЯ, УХУДШАЮЩИЕ ВИДИМОСТЬ В РАЙОНЕ АЭРОДРОМА ПЕТРОПАВЛОВСК-КАМЧАТСКИЙ (ЕЛИЗОВО)

3.1 Повторяемость опасных явлений погоды, ухудшающих видимость на аэродроме

Туманы, метели, ливневый снег и дождь, а также дымка и морось, являются ситуациями, ухудшающими видимость в районе аэродрома. За основу было взято значение дальности видимости 800 м, которое является минимумом аэродрома. Всего за период 2020-2024 гг. было выявлено 200 периодов, которые подходят под данное описание [5]. Все данные были описаны в виде таблицы, в которой отмечалось дата и время наблюдаемого явления, его вид и интенсивность, минимальная видимость (если отмечалась), синоптическая обстановка, а также высота нижней границы облачности и степень покрытия неба облаками. В таблице 2 представлена лишь ее часть, а именно явления, которые наблюдались в декабре 2024 года. На примере первого явления разберем ход работы.

Туман наблюдался на аэродроме 1 декабря 2024 года с 04:38 ВСВ до 05:30 ВСВ (продолжительность составила 1 ч 2 мин). Наблюдался туман на территории аэродрома, а также туман, частично покрывающий территорию аэродрома, при этом также регистрировалась сплошная облачность на высоте 60 м, вертикальная видимость составила также 60 м. Минимальная видимость наблюдалась сначала к юго-востоку от КТА, при повороте ветра – к востоку от контрольной точки аэродрома. Туман наблюдался при прохождении фронта окклюзии.

Таблица 2 - Данные об ОЯП

	Начало	Конец	Явление	Облачность (ниже 60 м)	Мин. видимость	Синоптика
ДЕКАБРЬ, 2024						
1	010428Z	010530Z	PRFG, FG	OVC002, VV002	SE-E	окклюзия
2	011845Z	011900Z	SHSN+		SE	окклюзия
3	020030Z	020100Z	SHSNRA-, PRFG	BKN001	SE	окклюзия
4	041131Z	041300Z	SHSN+		SE	окклюзия
5	042313Z	050230Z	SHSN+		E, SE	окклюзия
6	072153Z	080120Z	SHSN, BLSN	BKN003	SE, N	окклюзия

Всего за период было зарегистрировано именно 225 случаев явлений, снижающих видимость до значений 800 м и менее. Их больше, чем периодов, так как некоторые явления наблюдались совместно друг с другом. Общее количество случаев понижения видимости можно увидеть в таблице 3.

Таблица 3 - Количество случаев ОЯП в 2020-2024 гг.

	shsn	fg	ra	dz	blsn	Кол-во явлений по годам
2024	11	34	3	1	3	52
2023	13	18	2	2	9	44
2022	15	21	0	0	5	41
2021	13	21	0	1	8	43
2020	16	21	0	3	5	45
Кол-во явлений	68	115	5	7	30	

По полученным данным можно отметить, что в 2024 году наблюдалось 52 явления ухудшения видимости на аэродроме, соответственно, и его ограничения на взлет и посадку в период его фиксации, в 2023 г. – 44 случая, в 2022 г. – 41, в 2021 г. – 43, в 2020 г. – 45.

Также можно сделать вывод, что наиболее часто отмечались туманы. Их было зафиксировано более половины всех случаев от общего количества опасных явлений погоды (115 случаев). Ливневый снег наблюдался в 30% (68

случаев), метель - 14% (30 случаев), морось – 3% (7 случаев), дождь в виде ливня, дождя со снегом наблюдался всего в 2% от общего количества, то есть фиксировалось лишь 5 случаев наблюдения дождя в районе аэродрома. Наглядно статистику можно увидеть на рисунке 8.



Рисунок 8 - Повторяемость ОЯП в 2020-2024 гг.

Как говорилось в теоретической части, метель, по определению, подразделяется на низовую и общую. Общая метель наблюдается совместно с усилением ветра и выпадением осадков. Низовая метель переносит выпавшие осадки. На аэродроме общая метель фиксируется как SHSN и BLSN, где первое явление определяется осадками, а второе – низовой метелью, то есть общей метели, как отдельного явления нет. Для удобства работы представим BLSN как метель.

3.2 Сезонное распределение опасных явлений

Годовой ход снижающих видимость погодных явлений довольно типичен.

На рисунке 9 представлено сезонное распределения туманов. Его ход довольно равномерный, минимум наблюдается в зимний период и представляет собой явление замерзающего тумана, который состоит из переохлажденных капель водяного пара. Максимум наблюдается в летний период, а именно в июле (34 случая).

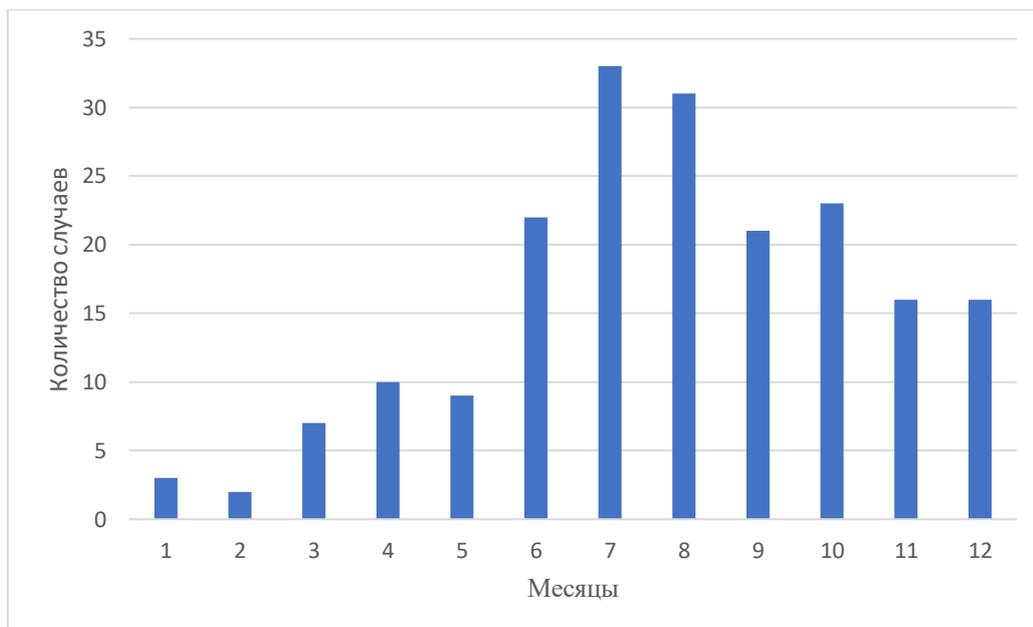


Рисунок 9 - Годовой ход туманов

Ливневый снег наблюдается лишь в зимний период года, когда температура воздуха отрицательна (рис. 10). Минимум наблюдается в начале периода. На Камчатке он, по определению, начинается в октябре и заканчивается в апреле, однако в мае также часто наблюдаются отрицательные температуры воздуха, особенно на высотах. Как уже говорилось выше, минимум отмечается в мае и в октябре (по одному случаю для обоих месяцев), максимум – в марте и в декабре (по 17 случаев). В декабре и январе повторяемость случаев ливневого снега на аэродроме максимальна, что связано с прохождением циклонов и фронтальных систем. Также максимум

повторяемости наблюдается в марте, что связано с перестройкой барического поля на весенне-летние процессы.

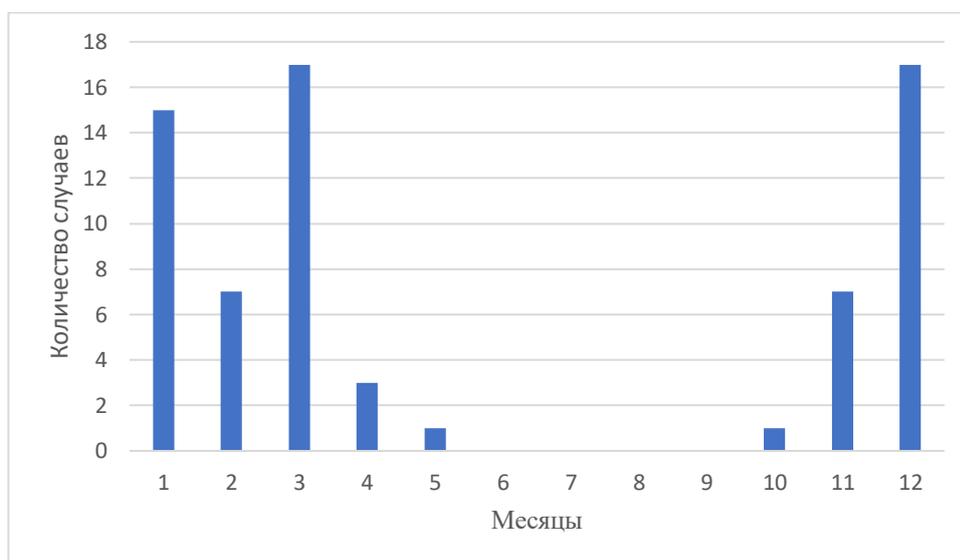


Рисунок 10 - Годовой ход ливневого снега

Метели, также как и ливневый снег, отмечаются лишь зимой. Максимум наблюдается в январе (11 случаев), минимум – в феврале (5 случаев). Наглядно это представлено на рисунке 11. Спад повторяемости в феврале происходит по той же причине, что и в ситуации с ливневым снегом.

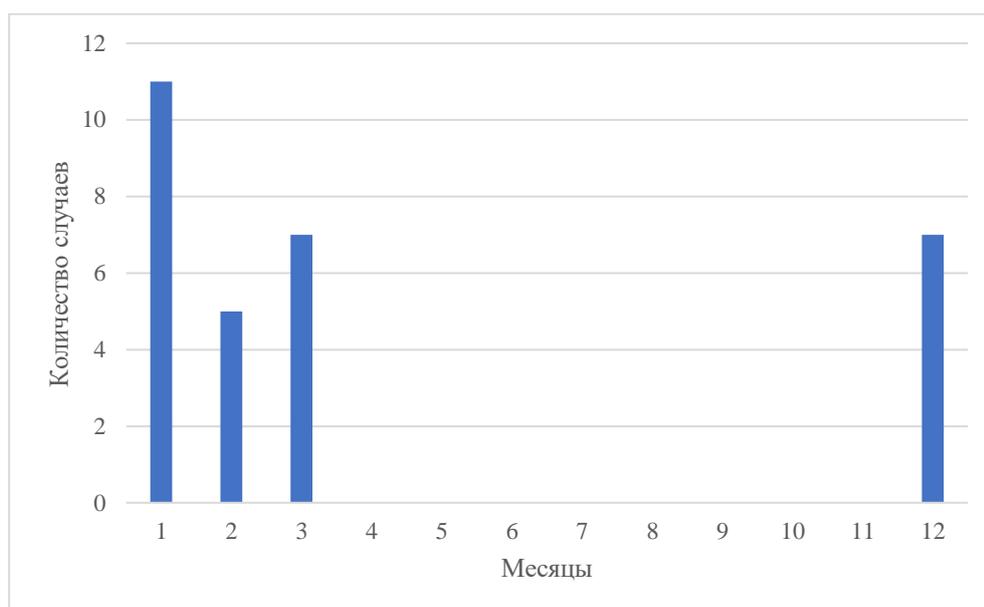


Рисунок 11 - Годовой ход метели

3.3 Расчет количества случаев ухудшения видимости и описание синоптических ситуаций при их наблюдении

В процессе анализа синоптических процессов в исследуемом регионе использовались карты Гидрометцентра РФ и зональные прогнозы GANET для более четкого понимания процессов. Синоптические, а также высотные карты погоды рассматривались за период с 2021 по 2024 годы.

За основу были взяты такие процессы, как фронт окклюзии (окклюзия на графиках), теплый фронт (ТФ), холодный фронт (ХФ), малоградиентные поля повышенного (малогр. поле повыш.) и пониженного (малогр. поле повыш.) давления, ложбина циклона (ложбина), теплый сектор циклона (теплый сектор), антициклон, гребень антициклона (гребень), тыловая часть циклона (тыл циклона), волна на холодном фронте (волна на ХФ), а также циклон. Циклон выделен в отдельную категорию, так как невозможно описать происходящий в регионе процесс, как отдельную его часть.

На рис. 12 представлен график числа случаев ухудшения видимости в тумане при определенных синоптических обстановках в 2024 году. Наибольшее число наблюдалось при прохождении фронта окклюзии, а также при холодном фронте и волне, образовавшейся при смыкании теплой и холодной фронтальной системы.

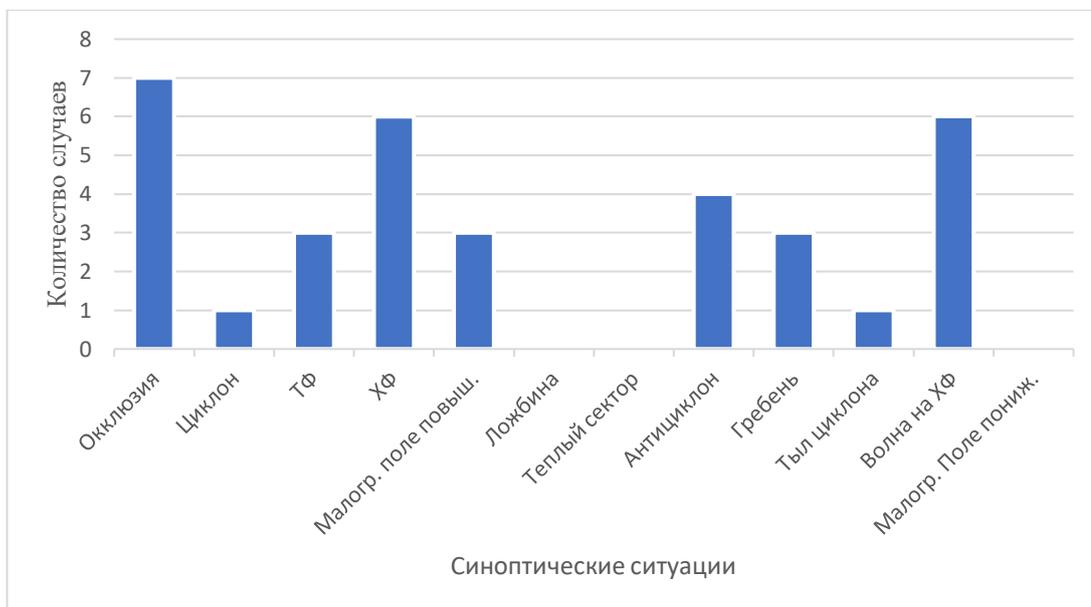


Рисунок 12 - Синоптические процессы при тумане в 2024 г.

В 2023 году наибольшее количество туманов наблюдалось при прохождении фронта окклюзии, однако здесь максимум приходился также нахождение теплого фронта и при влиянии гребня антициклона на регион (рис. 13). По сравнению с 2024 годом, в 2023 г. туманов было почти вдвое меньше. Если сравнивать два графика, то можно сделать вывод, что именно количество ситуаций совпадает.

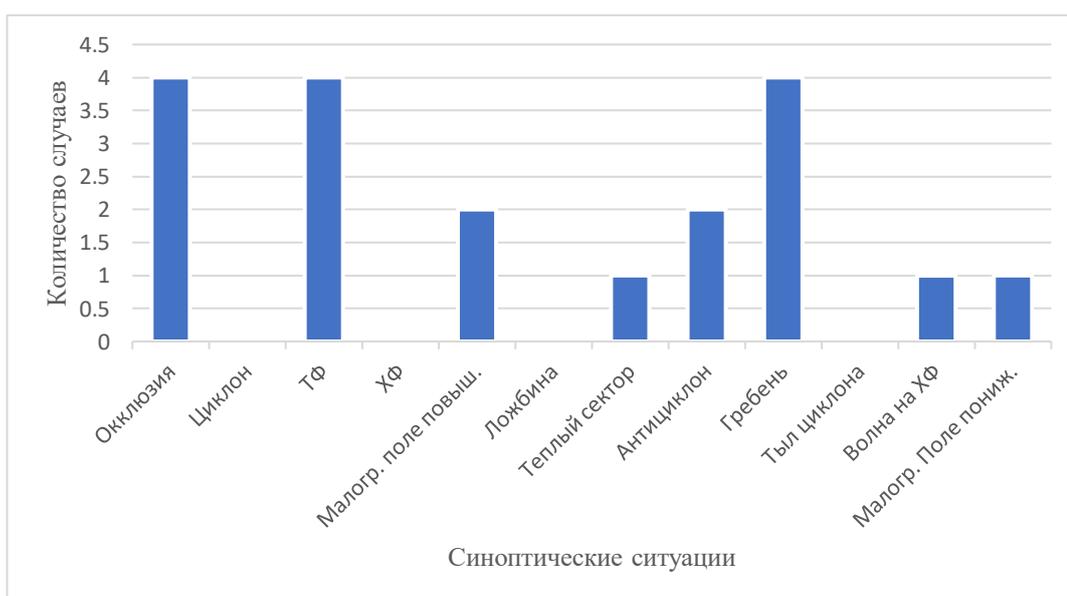


Рисунок 13 - Синоптические процессы при тумане в 2023 г.

В 2022 году наибольшее число туманов наблюдалось в малоградиентном поле повышенного давления (рис. 14).

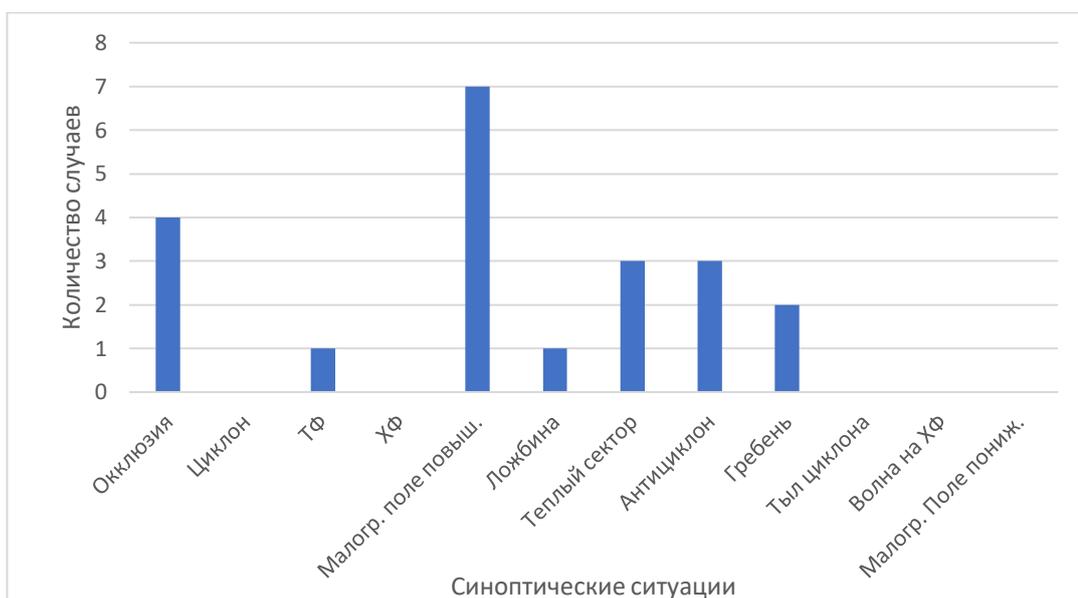


Рисунок 14 - Синоптические процессы при тумане в 2022 г

Общий график количества туманов при определенных барических образованиях представлен на рисунке 15. Как уже говорилось ранее, из-за отсутствия карт в июне 2021 года (4 дополнительных случая тумана на аэродроме) статистика менее точная, но тенденцию уже можно увидеть. Максимум ухудшения видимости в тумане наблюдается в малоградиентном поле повышенного давления, в антициклоне и его гребне, а также при прохождении фронта окклюзии. Эти барические образования, в основном, носят характер устойчивой воздушной массы, не наблюдается сильных скоростей ветра, а также, особенно в летний период, поверхность сильно нагревается, а ночью происходит ее выхолаживание, что характерно для антициклональных барических образований и благоприятствует появлению тумана на территории.

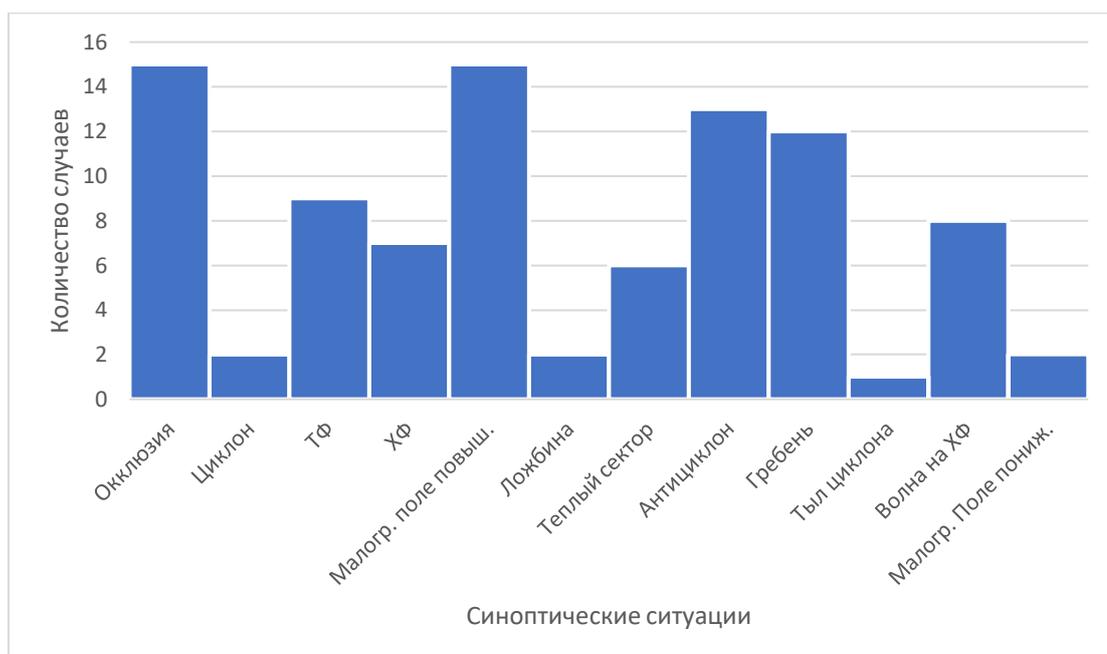


Рисунок 15 - Синоптические процессы при тумане в 2021-2024 гг.

Ливневый снег наблюдается лишь в зимний период. На Камчатке погода в это время, в основном, определяется Тихоокеанскими циклонами, которые приносят огромное количество влаги в регион. График на рисунке 16 это отражает. Снег в регионе наблюдается при прохождении составляющих частей циклона, а именно при теплом и холодном фронтах, в ложбинах циклона, а также при фронте окклюзии, причем при окклюзии наблюдается максимум. Ухудшение видимости может происходить, как и в виде снегопада продолжительностью более 2 часов, так и в снежных зарядах, которые фиксируются лишь в 30-минутном сроке наблюдений на аэродроме (данные на основе регулярных сводок погоды METAR).

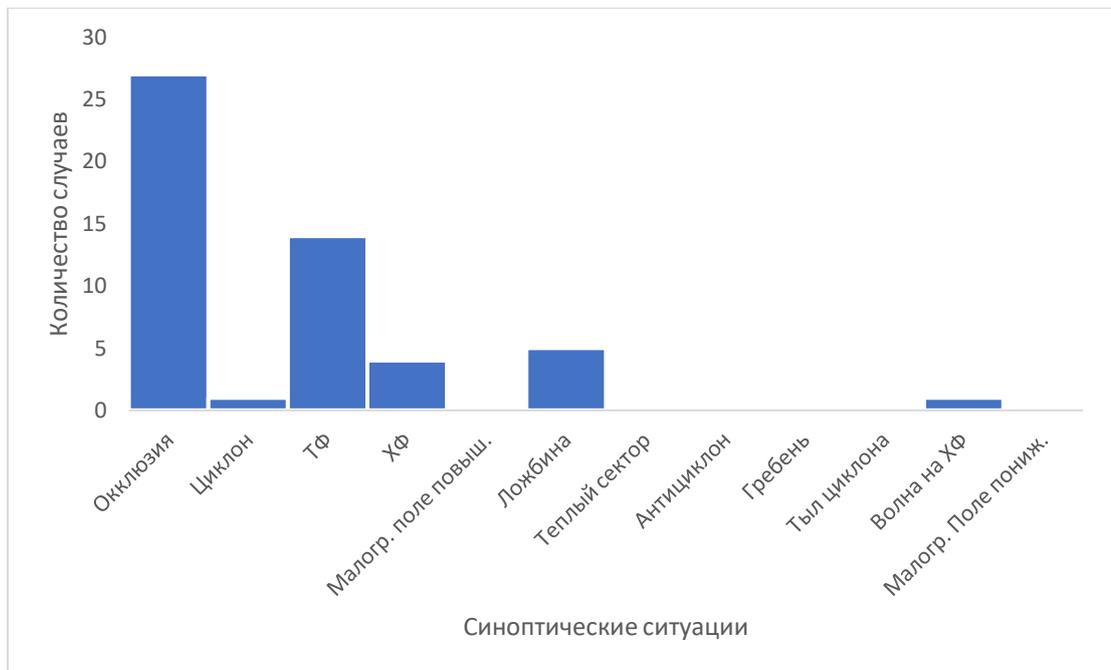


Рисунок 16 - Синоптические процессы появления ливневого снега в 2021-2024 гг.

В 2024 году ухудшение видимости в снеге регистрировалось только в зоне действия окклюзии.

График синоптических ситуаций в 2023 году представлен на рисунке 17. На нем видно, что часто ухудшение видимости наблюдалось при прохождении теплого фронта, а также перед ним.

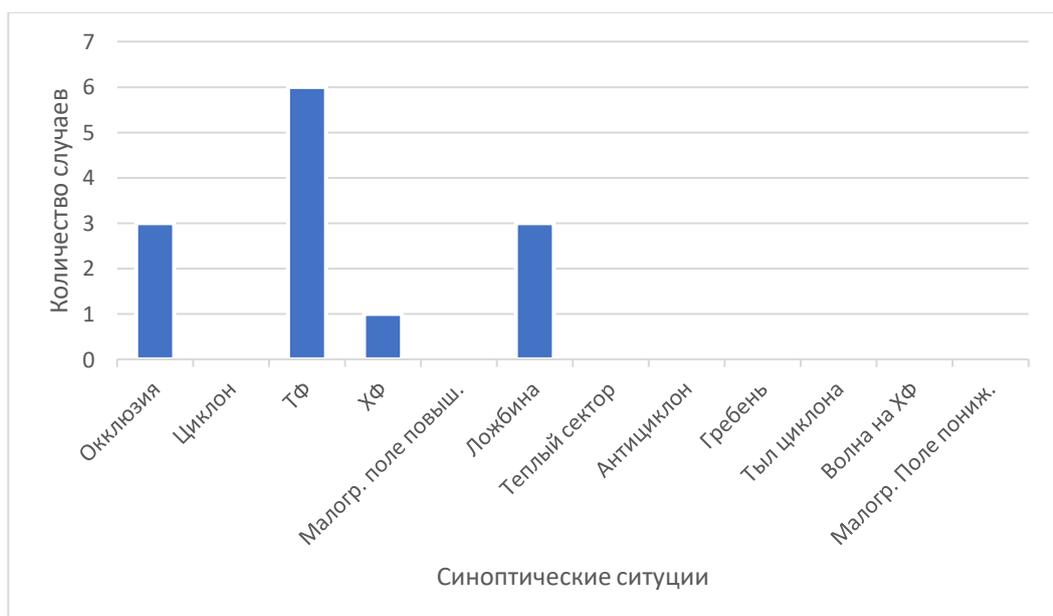


Рисунок 17 - Синоптические процессы появления ливневого снега в 2023 г.

В 2021 и 2022 годах максимум случаев низкой видимости наблюдался при прохождении фронта окклюзии, что видно на рисунках 18 и 19.

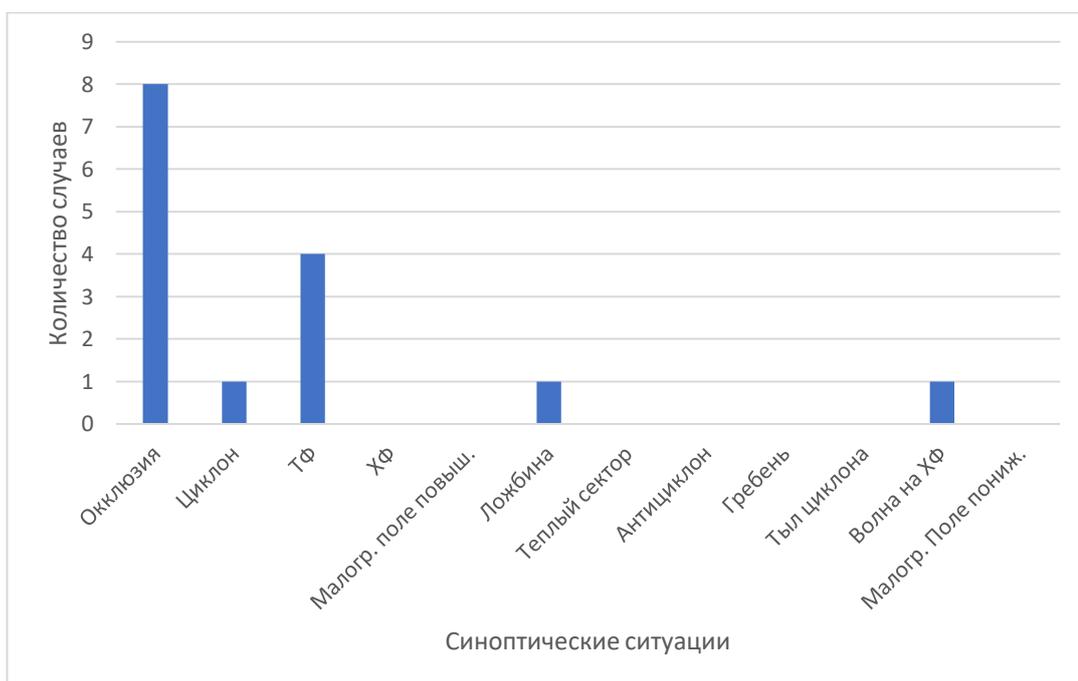


Рисунок 18 - Синоптические процессы появления ливневого снега в 2022 г.

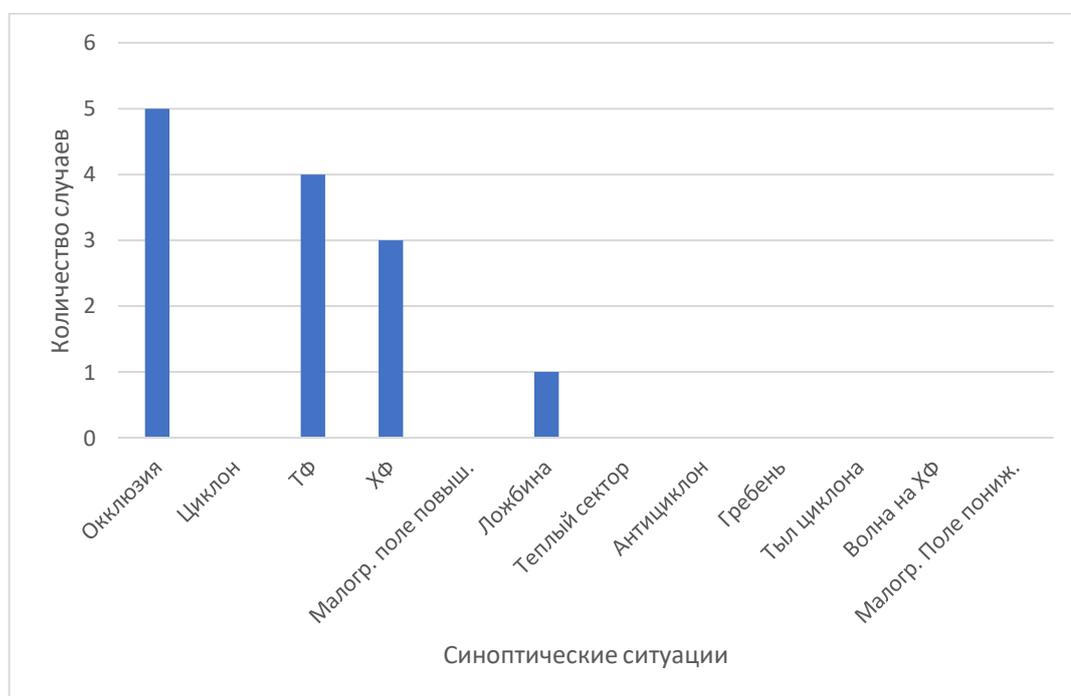


Рисунок 19 - Синоптические процессы появления ливневого снега в 2021 г.

Понижению дальности видимости при явлении метели происходит также в зимний период времени, когда глубокие циклоны оказывают влияние на полуостров Камчатка. Низовая метель образуется при больших градиентах атмосферного давления, при которых характерно усиление ветра. Зачастую низовая метель совместно с выпадением снега образует общую метель. Как и в случае ухудшения видимости при ливневом снеге, синоптика образования метелей связана с составляющими частями циклона. Максимум наблюдается при фронте окклюзии, также часто она фиксируется при прохождении теплого фронта. На графике (рис. 20) можно увидеть общую статистику случаев для периода 2021-2024 гг.

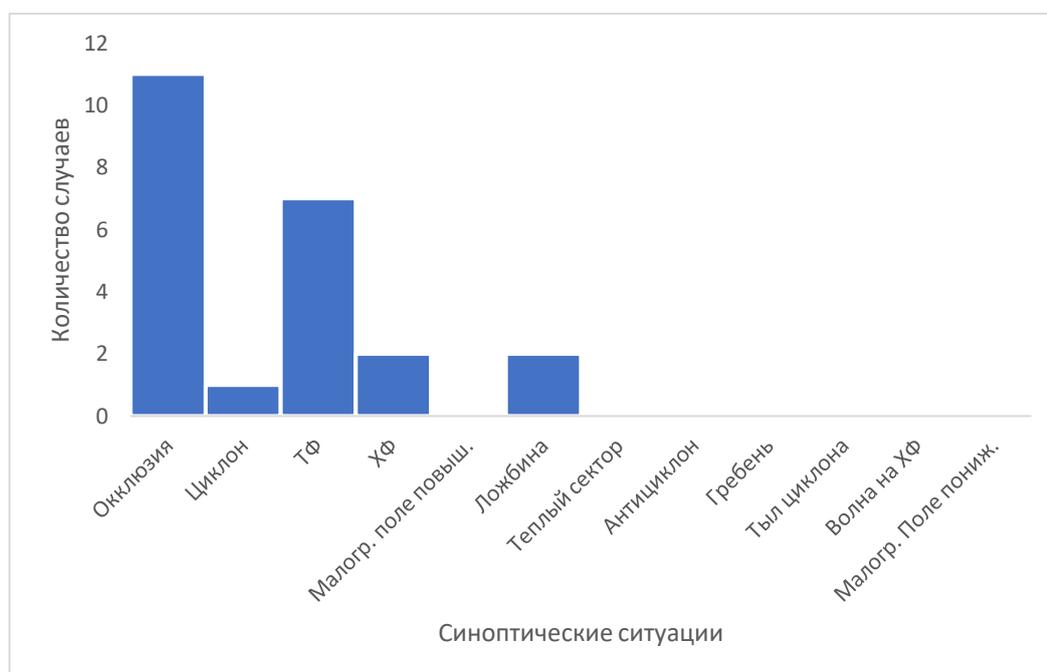


Рисунок 20 - Синоптические процессы фиксации метели в 2021-2024 гг.

В 2024 году метель наблюдалась только при прохождении фронта схождения, в 2023 году максимум наблюдался при той же синоптической обстановке. (рис. 21)

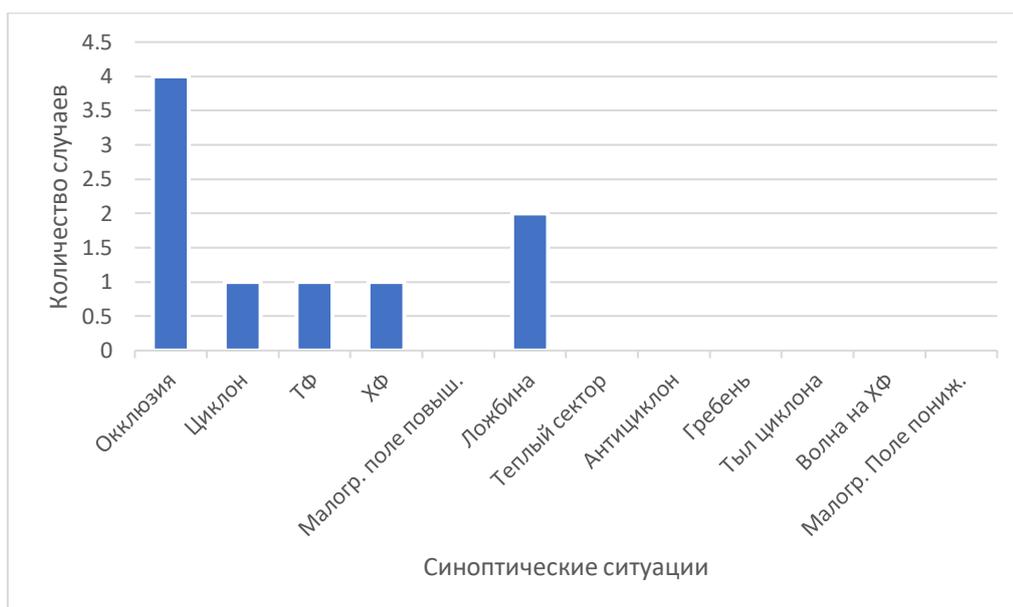


Рисунок 21 - Синоптические процессы фиксации метели в 2023 г.

В 2021 и 2022 годах больше было случаев ухудшения видимости при прохождении теплого фронта (рис. 22 и рис. 23), однако их лишь немного больше, чем фронта окклюзии, поэтому нельзя точно сказать, что в тот или иной год было больше случаев при конкретной синоптической обстановке. Однако в общей статистике вывод один – чаще метель наблюдается при окклюзии.

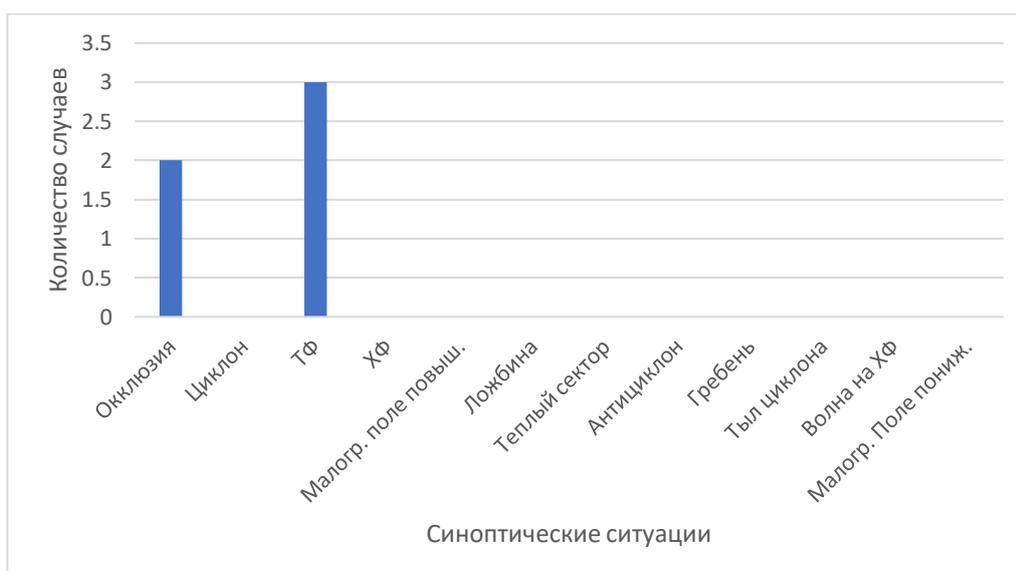


Рисунок 22 - Синоптические процессы фиксации метели в 2022 г.

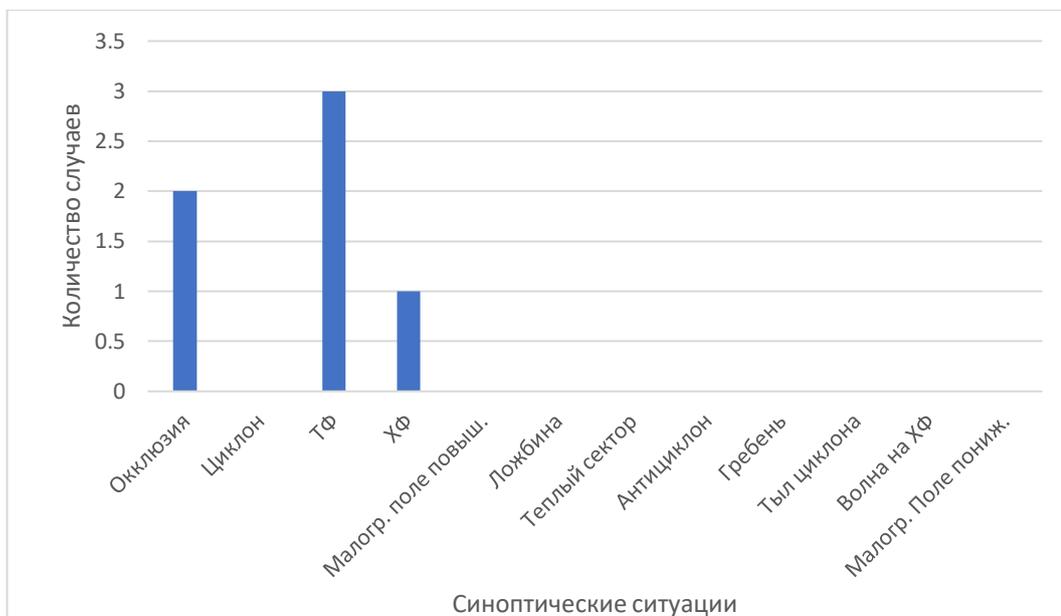


Рисунок 23 - Синоптические процессы фиксации метели в 2021 г.

Ухудшение видимости ниже минимума аэродрома при явлении дождь в различных его формах (ливневый дождь или дождь со снегом) за пятилетний срок наблюдений фиксировалось пять раз. На этом основании нельзя дать точный ответ на вопрос о синоптике их образования. График распределения синоптической обстановке представлен на рисунке ниже.

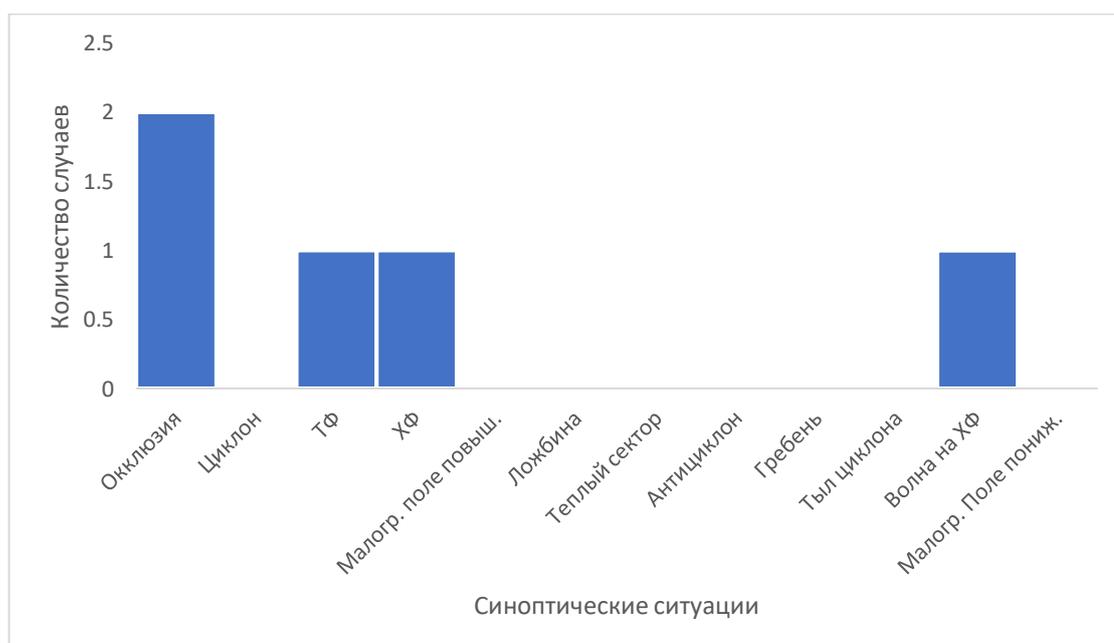


Рисунок 24 - Синоптические процессы при ливневом дожде за 2021-2024 г.

Аналогичный вывод можно сделать и про морось. Она наблюдалась совместно с основными вышеперечисленными явлениями и фиксировалась лишь в 7 случаях, 4 из которых представлены на графике.

Ниже, на рисунке 25 представлен график числа случаев мороси за период 2021-2024 года.

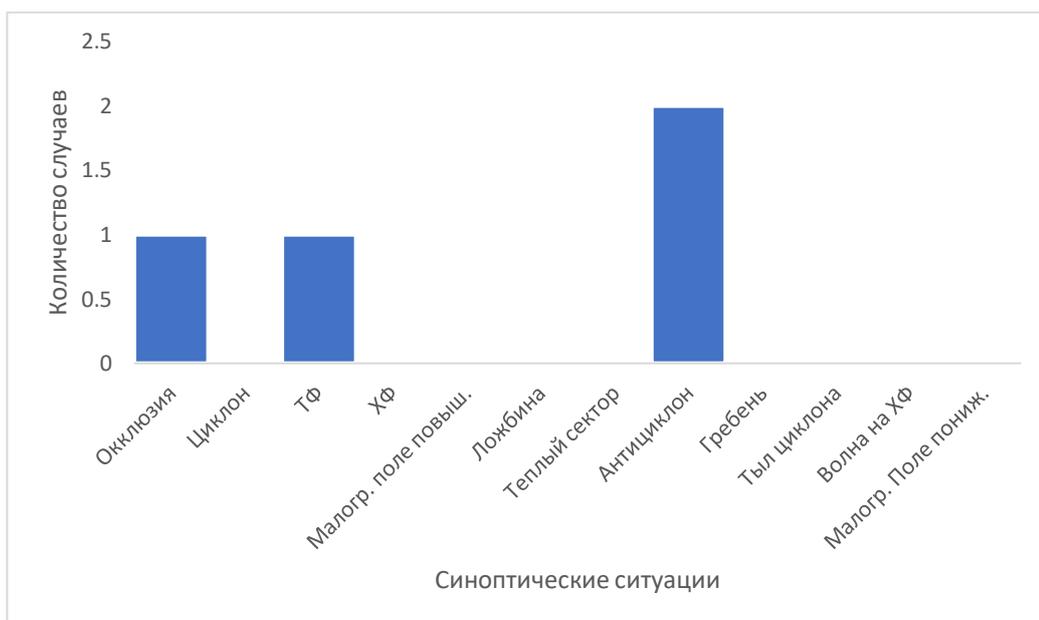


Рисунок 25 - Синоптические процессы при мороси за 2021-2024 г.

На основании общих данных о количестве случаев ухудшения дальности видимости на аэродроме Петропавловск-Камчатский (Елизово), сделаем несколько выводов:

1. Понижение дальности видимости до минимума аэродрома при тумане происходит, в основном, в устойчивой воздушной массе (45%), оказывающей влияние на аэродром, а также в зоне действия фронта окклюзии в уже заполняющемся циклоне (17%).
2. Ливневый снег в виде снегопада или снежных зарядов, который способствует снижению значений видимости на аэродроме в зимний период, наблюдается, в большинстве случаев, при фронте окклюзии

(51%), когда влажная воздушная масса, пришедшая на полуостров, влияет на аэродром и его окрестности.

3. Зона действия фронта окклюзии, а также большие барические градиенты в окклюдированном циклоне чаще всего являются благоприятными условиями образования низовой метели (47%), а также ухудшения дальности видимости в ней.
4. Из-за небольшого числа (7 случаев) ухудшения видимости в дожде нельзя сделать точный вывод о конкретной синоптической обстановке. Для рассмотрения целесообразнее использовать более высокие значения дальности видимости.
5. Морось происходит одновременно с другими, более опасными погодными явлениями, влияющими на полеты авиации, поэтому нельзя сказать, что именно она ухудшает видимость до значений минимума аэродрома. Соответственно, число случаев, рассматриваемых в данном исследовании, - меньше (5 случаев), и сделать правильный вывод о синоптике не является возможным. Необходимо проделать отдельную работу об этой ситуации, за основу взяв более высокий порог значений.

ГЛАВА 4. ОПИСАНИЕ СИНОПТИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ УХУДШЕНИИ ВИДИМОСТИ

4.1 Повторяемость синоптических ситуаций

Перед началом описания конкретных синоптических процессов на территории аэродрома Петропавловск-Камчатский (Елизово) необходимо определить их процентное соотношение для основных погодных явлений, таких как туманы, ливневый снег и низовая метель. Статистика явлений, при этом, не изменится, однако, как показало исследование, - такая практика более удобна для описания.

На графике ниже (рис. 26) описана повторяемость туманов при конкретных синоптических обстановках за период 2021-2024 годы. 17% их числа приходится на ухудшение видимости при прохождении фронта окклюзии и при влиянии малоградиентного поля повышенного давления на территории аэродрома, а конкретно в районе ВПП. Туманы в антициклоне образуются в 17% от общего количества случаев, а в гребне антициклона их повторяемость составила 13%.

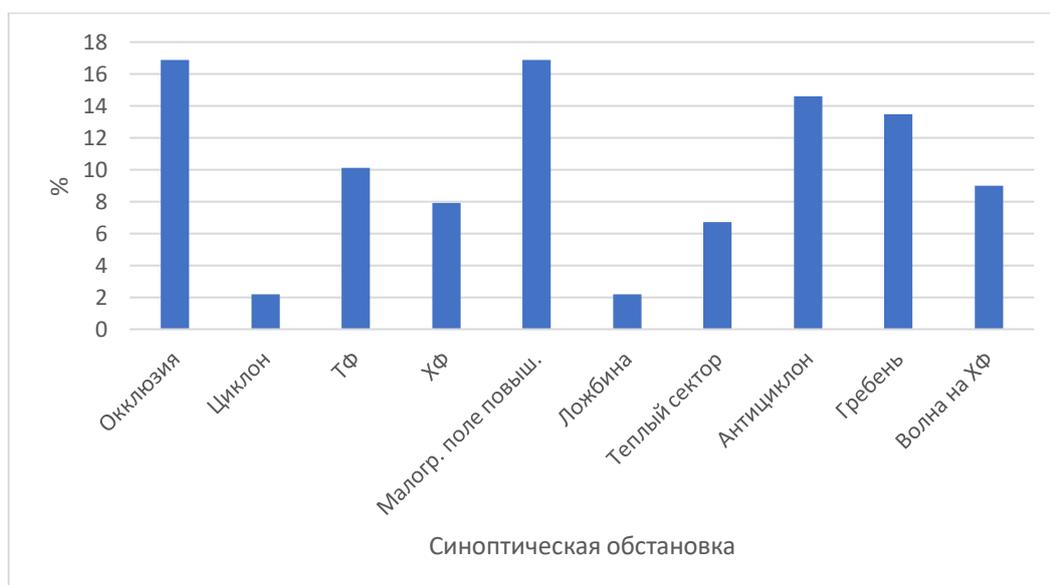


Рисунок 26 - Повторяемость синоптической обстановки при тумане

Как говорилось в предыдущей главе, ливневый снег, в большинстве случаев, наблюдается при прохождении фронта окжлюдзии, а именно в более, чем в половине случаев.

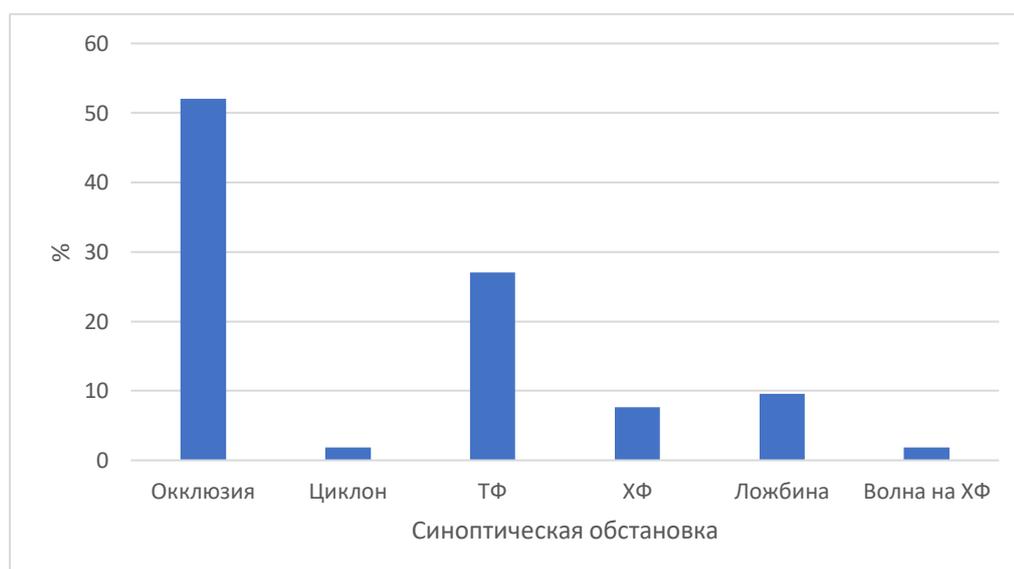


Рисунок 27 - Повторяемость синоптической обстановки при ливневом снеге

Низовая метель наблюдалась почти в половине всех случаев при влиянии фронта окжлюдзии над районом аэродрома.

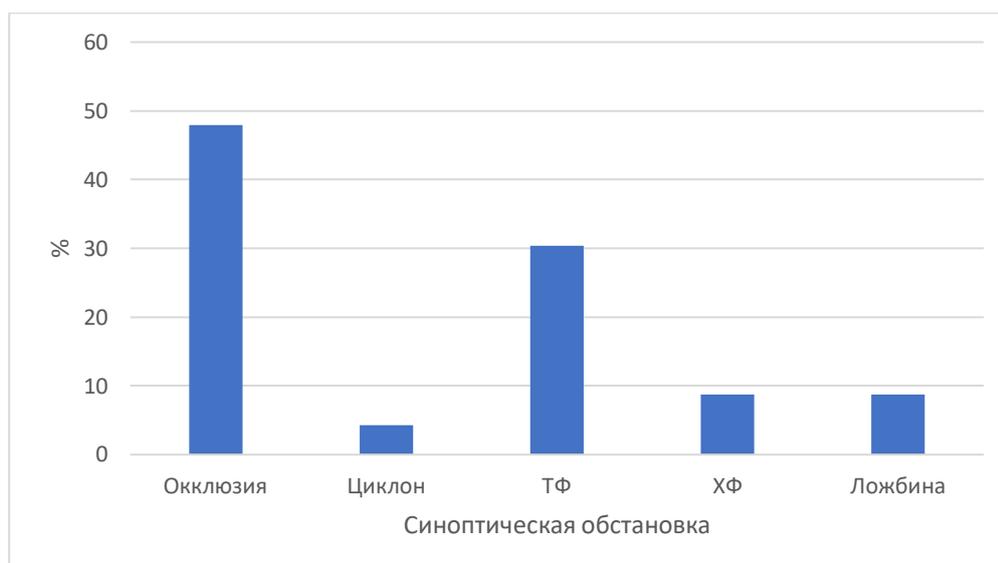


Рисунок 28 - Повторяемость синоптической обстановки при метели

В следующем параграфе будут описаны конкретные синоптические ситуации, наблюдаемые при основных явлениях погоды, ухудшающих видимость в районе аэродрома и приводящих к остановке его работы, то есть к запрету на взлет и посадку воздушных судов. Совместно с этим будут выделены общие закономерности появления того или иного явления, которые могут являться предикторами понижения видимости до пороговых значений, а в дальнейшем к безопасности полетов авиации.

4.2 Туман в малоградиентном поле повышенного давления

Туман в малоградиентном поле повышенного давления наблюдался в 17% от общего числа случаев (15 случаев).

22 июля 2024 года над регионом образовался туман, при котором видимость на территории аэродрома уменьшилась до показателей ниже его минимума (рис. 29).

METAR UHPP 221730Z 17002MPS 0500 0300SE R34/0500N FG VV002 14/14 Q1009 R34L/CLRD60 NOSIG RMK MT OBSC QFE753/1005= (преобладающая видимость - 500 м, минимальная к юго-востоку от КТА – 300 м, на полосе 34 – 500 м) [6].

Возник он в малоградиентном поле повышенного давления (атмосферное давление - 1009 гПа), которое с южной и западной частями ограничивалось циклонами, а с северо-востока – антициклоном. Туман образовался в ночное время суток. С восходом солнца он рассеялся, поэтому можно определить, что туман - радиационный. Во время образования тумана на территории аэродрома, а конкретно на ВПП, ветер был слабый, юго-восточного направления. Состояние неба точно определить невозможно. Днем поверхность земли прогрелась до 21 градуса, ночь минимальная температура составила 14, что также подтверждает «теорию» о радиационном тумане, при котором характерно ночное выхолаживание поверхности.



Рисунок 29 – Синоптическая карта 23 июля 2024 г. 00 ч

18 мая 2022 г. радиационный туман наблюдался ночью с 02:00 до 08:00 местного времени (рис. 31 и рис. 32). Туман наблюдался в малоградиентном поле повышенного давления (1011 гПа), ограниченным антициклоном к югу и циклоном с запада. При этом был штиль, временами ветер неустойчивого направления - 1 м/с. Вертикальная видимость – 30 м.

METAR UHPP 181500Z 00000MPS 0100 R16/0100N FG VV001 02/02 Q1015 R16R/CLRD70 NOSIG RMK QBB050 QFE758/1011= (преобладающая видимость – 100 м, на полосе 16 – 100 м).

При переходе температуры к отрицательным значениям регистрировался замерзающий туман.

METAR UHPP 181700Z VRB01MPS 0650 0450N R16/0450D FZFG VV001 M01/M01 Q1015 R16R/CLRD70 NOSIG RMK QBB050 MT OBSC QFE758/1011= (преобладающая видимость – 650 м, минимальная – 450 м к востоку от КТА, на полосе 16 – 450 м).

Также по данным зондирования за 12 ВСВ можно наблюдать инверсионный слой температуры (рис. 30), который также способствовал появлению тумана, и, в целом, характерен для подобной синоптической обстановки [8].

Observations for Station 32540 at 12 UTC 18 May 2022

PETROPAVLOVSK-KAMCHATSKIJ, Russian Federation (in Asia)

Latitude: 53.080 Longitude: 158.580

PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH	MIXR	DRCT	SPED	THTA	THTE	THTV
hPa	m	C	C	%	g/kg	deg	m/s	K	K	K
1006.0	84	3.0	1.4	89	4.21	160	2.0	275.7	287.2	276.4
1000.0	131	3.2	2.0	92	4.42	170	2.0	276.4	288.5	277.1
968.0	397	6.5	4.5	87	5.45	240	3.0	282.2	297.5	283.2
959.0	473	7.4	5.2	86	5.79	243	3.2	283.9	300.2	284.9
925.0	770	6.6	3.2	79	5.21	255	4.0	286.1	300.9	287.0
915.0	859	6.2	2.5	77	5.01	258	4.3	286.5	300.9	287.4
868.0	1290	2.4	-2.3	71	3.72	270	5.5	286.9	297.8	287.6
850.0	1459	1.6	-2.5	74	3.75	275	6.0	287.8	298.7	288.5

Рисунок 30 - Данные зондирования 8.05.2022 г. 12 ч



Рисунок 31 Синоптическая карта 18.05.2022 г 00 ч



Рисунок 32 – Синоптическая карта 8 мая 2022 г 12 ч

При анализе всех случаев появления тумана в малоградиентном поле повышенного давления, можно отметить, что в рассматриваемом регионе это, в

первую очередь, - радиационные туманы, которые образуются в ночное время суток при штиле или слабом ветре, после дневного прогрева поверхности земли.

4.3 Туман в антициклоне

Туман в антициклоне был зафиксирован 13 раз (15% от общего числа случаев).

Таким образом, туман наблюдался 12 июля 2022 года с 13:00 до 20:00 ВСВ (01:00 – 08:00 13 июля местного времени) (рис. 33). Это типовой случай радиационного тумана, который наблюдался на аэродроме на протяжении всех ночи. Днем поверхность земли прогрелась до 26°C, далее при понижении температуры до температуры точки росы влага начала конденсироваться, и над аэродромом образовался продолжительный густой туман. Вертикальная видимость составила 30 м. ветер юго-восточный, слабый – 2 м/с.

METAR UHPP 121600Z 21002MPS 160V240 0150 R16/0200D FG VV001 15/15 Q1017 R16R/CLRD70 NOSIG RMK QBB050 QFE759/1013= (преобладающая видимость – 150 м, на полосе 16 – 200 м)

Туман начал рассеиваться с восходом солнца. Также скорость ветра начала усиливаться при приближении с востока циклональной системы, рассеивая туман.



Рисунок 33 – Синоптическая карта 13 июля 2022 г. 00 ч

Интересный случай тумана наблюдался 12 марта 2023 года в 22:00 - 23:30 ВСВ (местное время – 10:00 - 11:30) (рис. 35). Антициклон довольно долго стационарировал над регионом (10 марта 00 ч – 16 марта 12 ч), при этом был замерзающий туман совместно с выпадением ливневого снега.

METAR UNPP 122230Z 00000MPS 1000 0600SE R34/0800N -SHSN FZFG VV003 M02/M02 Q1038 R34L/450145 NOSIG RMK MT OBSC QFE775/1034= (преобладающая видимость – 1000 м, минимальная – 600 м к юго-востоку от КТА, на полосе 34 – 800 м).

Выпадение осадков, совместно с появлением тумана, довольно нетипично для данного региона. Ливневый снег образовался при появлении кучево-дождевой облачности, связанной с инверсионным слоем температуры, что подтверждается данными зондирования со станции Петропавловск-Камчатский (рис. 34). Замерзающий туман образовался из-за отрицательной температуры воздуха.

Observations for Station 32540 at 12 UTC 12 Mar 2023

PETROPAVLOVSK-KAMCHATSKIJ, Russian Federation (in Asia)

Latitude: 53.080 Longitude: 158.580

PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH	MIXR	DRCT	SPED	THTA	THTE	THTV
hPa	m	C	C	%	g/kg	deg	m/s	K	K	K
1027.0	84	-1.9	-4.9	80	2.59	90	1.0	269.2	276.3	269.6
1000.0	298	-3.7	-6.3	82	2.39	110	3.0	269.4	276.0	269.8
928.0	885	-7.0	-8.7	87	2.14	170	6.0	271.9	277.9	272.3
925.0	910	-7.1	-8.8	88	2.13	170	6.0	272.0	278.0	272.4
904.0	1089	-8.0	-9.6	88	2.04	175	4.0	272.9	278.7	273.2
897.0	1149	-8.3	-9.9	88	2.01	189	3.4	273.2	278.9	273.5
879.0	1307	-6.3	-7.6	91	2.46	225	2.0	276.9	283.8	277.3
870.0	1388	-5.3	-6.4	92	2.72	227	2.9	278.7	286.5	279.2
852.0	1552	-6.1	-7.5	90	2.56	230	4.8	279.6	286.9	280.0
850.0	1570	-6.1	-7.6	89	2.54	230	5.0	279.7	287.0	280.2
825.0	1804	-4.8	-5.7	93	3.03	230	7.0	283.5	292.3	284.1
820.0	1852	-4.5	-5.3	94	3.14	235	7.0	284.3	293.4	284.9
804.0	2006	-5.4	-6.4	93	2.95	250	7.0	284.9	293.5	285.4
724.0	2822	-10.5	-12.3	87	2.06	250	6.0	288.0	294.2	288.4
722.0	2843	-10.6	-12.6	86	2.02	250	6.0	288.1	294.2	288.5
710.0	2972	-11.5	-14.2	80	1.80	270	6.7	288.5	294.0	288.9
704.0	3037	-11.1	-14.1	78	1.82	280	7.0	289.7	295.3	290.1

Рисунок 34 - Данные зондирования за 12 часов на станции Петропавловск-Камчатский

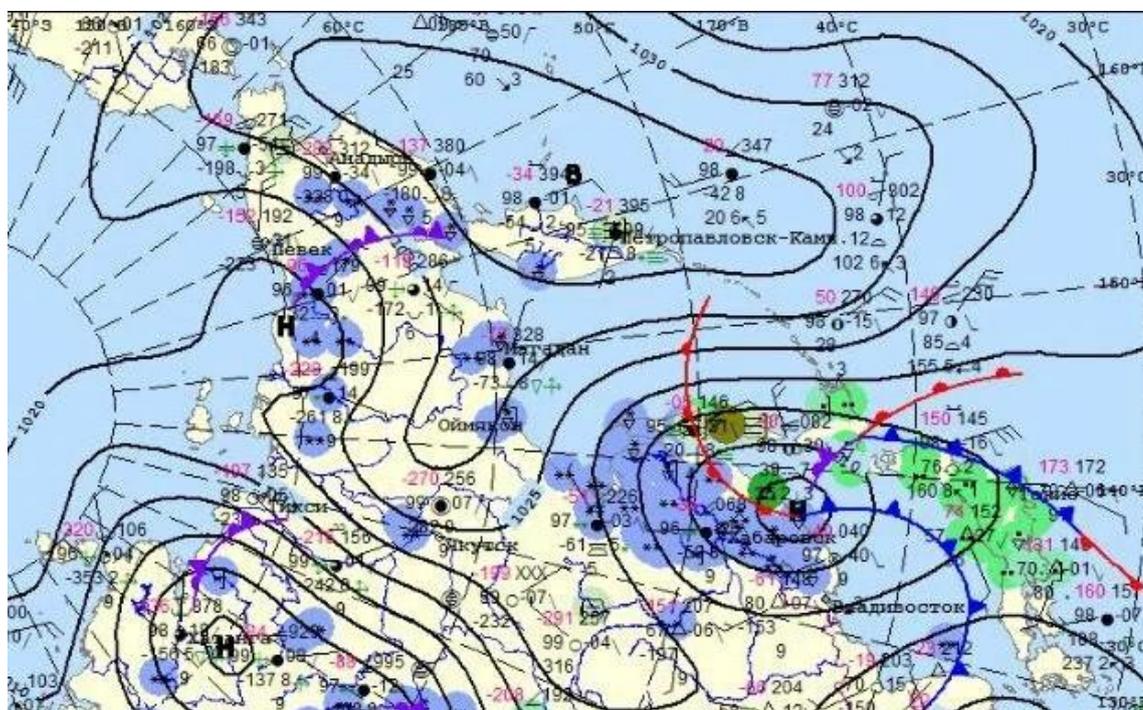


Рисунок 35 – Синоптическая карта 13 марта 2023 г. 00 ч

Туманы в антициклоне, как и в малоградиентном поле повышенного давления, связаны с влажной устойчивой воздушной массой над регионом. В основном, они наблюдаются в ночное время суток, при слабом ветре и при нагреве земной поверхности в дневное время, то есть радиационные туманы.

4.4 Туман при окклюзии

При данной синоптической обстановке туман наблюдался в 17% случаев.

1 декабря 2024 г. на территорию Камчатского края оказывал влияние окклюдированный циклон, зародившийся у Японских островов (рис. 36). Окклюдированный циклон оставался стационарным до 3 декабря. Фронт окклюзии, после смещения циклона, оставался в его гребне. Неблагоприятные погодные условия в форме низкой облачности были зафиксированы в 3:56 UTC (15:56 местного времени) (сплошная облачность с ВНГО - 60 м, что является минимумом для аэродрома Петропавловск-Камчатский). Видимость также начала ухудшаться, туман окутал преимущественно южную часть аэродрома в 4:28 UTC (местное время 16:30). Явление продолжалось до 05:30 UTC (местное время 17:30), то есть перед заходом солнца образовался туман, когда в воздухе наблюдалось повышенное содержание влаги, при этом облачность также покрывала все небо. Ветер до 4 м/с. Температура воздуха была положительная, поэтому, не смотря на зимний период, туман не был замерзающим.

SPECI UHPP 010428Z 16003MPS 0900 0450SE PRFG OVC002 01/01 Q0993 R16R/290160 NOSIG RMK MT OBSC QFE742/0989= (преобладающая видимость – 900 м, минимальная – 450 м к юго-востоку от КТА).

Низкие значения видимости под воздействием исследуемого случая фронта окклюзии наблюдались до 2 декабря 02:30 UTC (местное время 14:30). Видимость, помимо тумана, немного ухудшалась из-за ливневых осадков в виде снега, временами наблюдался снег с дождем, но основная причина понижения – появление тумана на аэродроме. При этом был слабый ветер южного направления.

METAR UHPP 020030Z 24002MPS 0900 0600SE R34/0800N -SHSNRA PRFG BKN001 OVC021CB 00/00 Q1002 R34L/690537 NOSIG RMK QBB050 MT OBSC QFE748/0997= (минимальная видимость – 600 м к юго-востоку от КТА, на полосе 34 – 800 м).

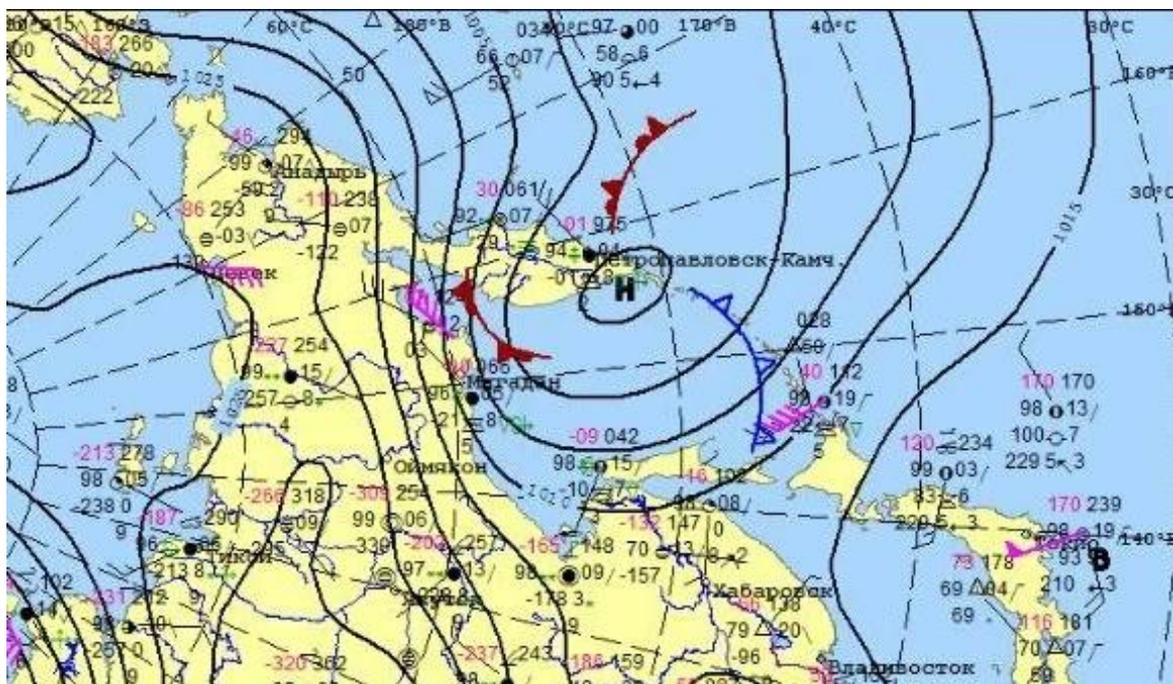


Рисунок 36 – Синоптическая карта 1 декабря 2024 г 12 ч.

Интересная синоптическая обстановка наблюдалась 9 апреля 2023 года на полуострове Камчатка (рис. 38). Циклон зародился в районе Японских островов, заполняясь циклон начал у южных берегов Камчатки, скорость смещения была менее 10 км/ч (окклюдированный циклон стационарировал). Он оказывал свое влияние на территорию Камчатского края до 12 апреля. Погода начала ухудшаться 7 апреля, когда передняя часть циклона приближалась к полуострову. Дальность видимости составляла от 1300 до 4400 м, при этом наблюдался слабый ливневый снег с дождем. 8 апреля с 4:00 до 05:00 UTC преобладающая видимость опустилась до значения 650 м, при этом наблюдались ливневые осадки в виде снега сильной интенсивности.

METAR UHPP 080500Z 21003MPS 0650 R16/0900D +SHSN VV003 00/00 Q1008 R16R/290250 NOSIG RMK MT OBSC QFE753/1004= (преобладающая видимость – 650 м, на полосе 16 – 900 м).

Интересно, что под влиянием рассматриваемого циклона наблюдался замерзающий дождь, который связан с инверсионным слоем температуры (рис. 37). При этом наблюдался штиль, временами скорость ветра поднималась до 1 м/с.

METAR UHPP 082030Z 34001MPS 1100 R16/1100N -FZRA SHSN BKN011 OVC020CB M01/M01 Q1002 R16R/690335 NOSIG RMK MT OBSC QFE749/0998= (преобладающая видимость – 1100 м, на полосе 16 – 1100 м).

В начале метеорологических суток 9 апреля над аэродромом образовалась дымка (совместно с ливневыми осадками). Дальность видимости постепенно ухудшалась, и, достигнув значений ниже 1000 м, можно было отметить наличие тумана над аэродромом. Туман наблюдался совместно с выпадением ливневых осадков, которые также связаны с инверсионным слоем облачности. Вертикальная видимость составила 180 м, поэтому состояние неба было невозможно определить.

METAR UHPP 090900Z 01001MPS 0900 0600N R16/0600D SHSN FG VV006 00/00 Q0991 R16R/690632 NOSIG RMK QFE740/0987= (преобладающая видимость – 900 м, минимальная – 600 м к северу от КТА, на полосе 16 – 600 м)

Спустя 3 ч (в 14:00) фронт окклюзии сместился на север региона, видимость улучшилась, облачность повысилась, осадки стали менее интенсивными.

Observations for Station 32540 at 12 UTC 09 Apr 2023

PETROPAVLOVSK-KAMCHATSKIJ, Russian Federation (in Asia)

Latitude: 53.080 Longitude: 158.580

PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH	MIXR	DRCT	SPED	THTA	THTE	THTV
hPa	m	C	C	%	g/kg	deg	m/s	K	K	K
1000.0	-84									
979.0	84	0.2	-1.2	90	3.58	0	0.0	275.0	284.9	275.6
967.0	183	-0.1	-1.3	92	3.61	100	5.0	275.7	285.7	276.3
925.0	540	-1.1	-1.5	97	3.71	105	14.0	278.2	288.5	278.8
917.0	609	-2.1	-2.8	95	3.39	85	12.0	277.8	287.3	278.4
914.0	635	-2.5	-3.3	94	3.28	89	12.8	277.7	286.9	278.2
879.0	946	-1.5	-2.0	96	3.76	142	21.8	281.8	292.5	282.5
867.0	1055	-1.7	-2.2	96	3.76	160	25.0	282.8	293.5	283.4
850.0	1213	-1.9	-2.4	96	3.77	135	24.0	284.1	295.0	284.8
849.0	1222	-1.9	-2.4	96	3.77	135	24.0	284.2	295.0	284.9
700.0	2750	-4.9	-6.1	91	3.47	145	24.0	297.0	307.6	297.7
507.0	5254	-10.9	-12.7	87	2.85	159	23.0	318.4	328.0	319.0

Рисунок 37 - Данные зондирования за 12 ч на станции Петропавловск-Камчатский

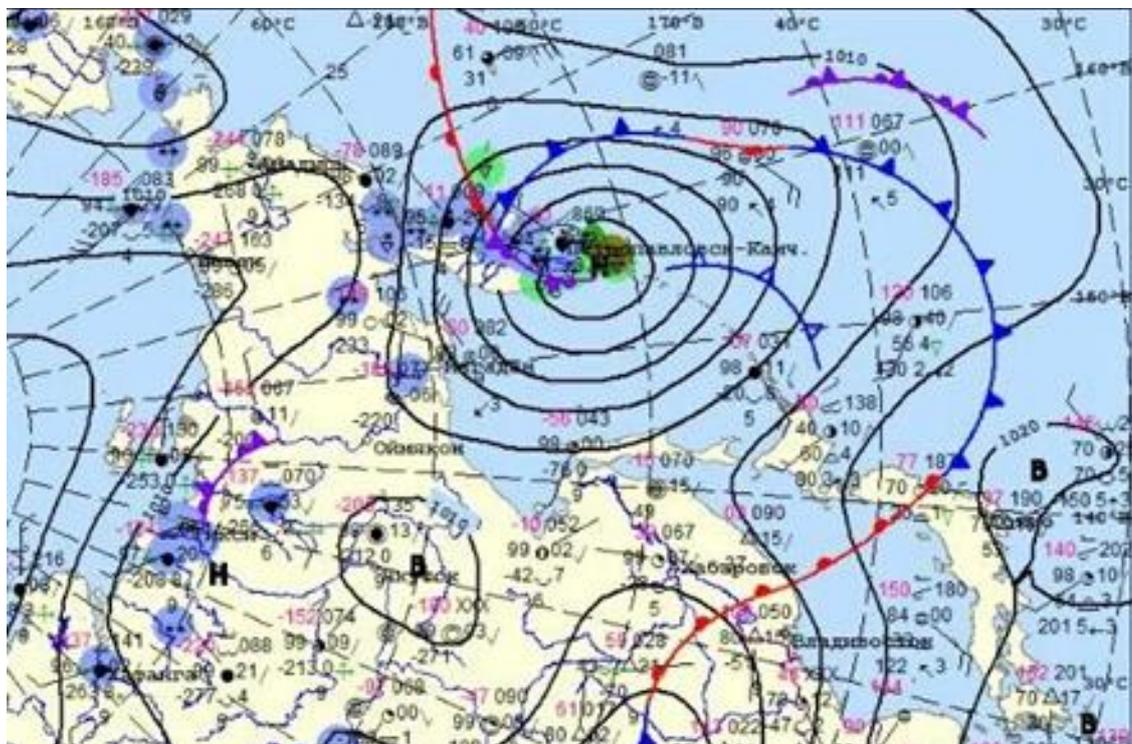


Рисунок 38 – Синоптическая карта 9 апреля 2023 г. 12 ВСВ

Туман при прохождении фронта окклюзии, или же окклюдированного циклона, наблюдается при малой скорости смещения циклонической системы (иными словами, при стационарирующем циклоне) и, соответственно, при малых скоростях ветра.

4.5 Туман при прохождении теплого фронта

При прохождении теплого атмосферного фронта туман наблюдался в 7% от общего числа случаев.

19 июля 2023 года туман на аэродроме образовался при приближении теплого фронта (рис. 39), который подошел к региону с западной части полуострова. Явление тумана наблюдалось с 18:00 до 20:00 ВСВ (местное время 06:00 - 08:00 следующих суток). Ветер регистрировался слабый, южного направления. Вертикальная видимость составила 60 м, что также соответствует минимуму аэродрома, а, следовательно, приводит к ограничениям на взлет и посадку в течение продолжительности тумана. Это радиационный туман.

METAR UHPP 191830Z 08002MPS 0900 0450N R16/0450N PRFG VV002 11/11 Q1008 R16R/CLRD60 NOSIG RMK MT OBSC QFE753/1004= (преобладающая видимость – 900 м, минимальная – 450 м к северу от КТА, на полосе 16 – 450 м).



Рисунок 39 – Синоптическая карта 20.07.2023 г. 00 ч

Нетипичный случай замерзающего тумана наблюдался 10 ноября 2024 г. (рис. 41). При приближении циклонической системы, а именно передней части циклона, во второй половине дня на территории аэродрома образовался туман. При приближении теплого атмосферного фронта, в 18:30 ВСВ началось выпадение осадков в виде ливневого снега, постепенно они усиливались, при этом видимость за 2 ч ухудшилась до значений 1000-2000 м. Минимальная видимость наблюдалась в северной части аэродрома. В 22:30 на территории аэродрома был зарегистрирован замерзающий туман, совместно с выпадением ливневых осадков в форме снега. По данным зондирования видно слабый инверсионный слой температуры, с чем и связано выпадение осадков (рис. 40).

SPECI UHPP 102243Z 34003MPS 0700 0650N R34/1000N SHSN FZFG FEW009 OVC020CB M04/M06 Q1005 R34L/490531 NOSIG RMK MT OBSC QFE750/1000= (преобладающая видимость – 700 м, минимальная – 650 м к северу от КТА, на полосе 34 - 1000 м)

Ветер был слабый (1-3 м/с), северного направления. Значения видимости были ниже минимума аэродрома. Туман наблюдался на протяжении 1.5 ч.

Observations for Station 32540 at 00 UTC 11 Nov 2024

PETROPAVLOVSK-KAMCHATSKIJ, Russian Federation (in Asia)

Latitude: 53.080 Longitude: 158.580

PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH	MIXR	DRCT	SPED	THTA	THTE	THTV
hPa	m	C	C	%	g/kg	deg	m/s	K	K	K
1000.0	36									
994.0	84	-0.3	-2.7	84	3.15	110	2.0	273.3	282.0	273.8
981.0	189	-0.7	-3.1	84	3.11	50	4.0	273.9	282.6	274.5
953.0	419	-1.6	-3.9	84	3.01	70	9.0	275.3	283.7	275.8
925.0	657	-2.5	-4.7	85	2.92	75	9.0	276.7	285.0	277.2
850.0	1326	-4.3	-6.7	83	2.72	95	9.0	281.6	289.5	282.1
819.0	1618	-5.1	-7.6	83	2.64	101	9.4	283.8	291.5	284.2
779.0	2012	-5.0	-7.5	83	2.80	110	10.0	288.0	296.3	288.5
755.0	2258	-4.9	-7.4	83	2.91	139	13.8	290.7	299.4	291.2
700.0	2849	-8.3	-10.6	83	2.44	210	23.0	293.3	300.7	293.7
682.0	3048	-9.4	-11.8	83	2.28	155	23.0	294.2	301.2	294.7

Рисунок 40 - Данные зондирования за 00 ч 11.11.2024 г.

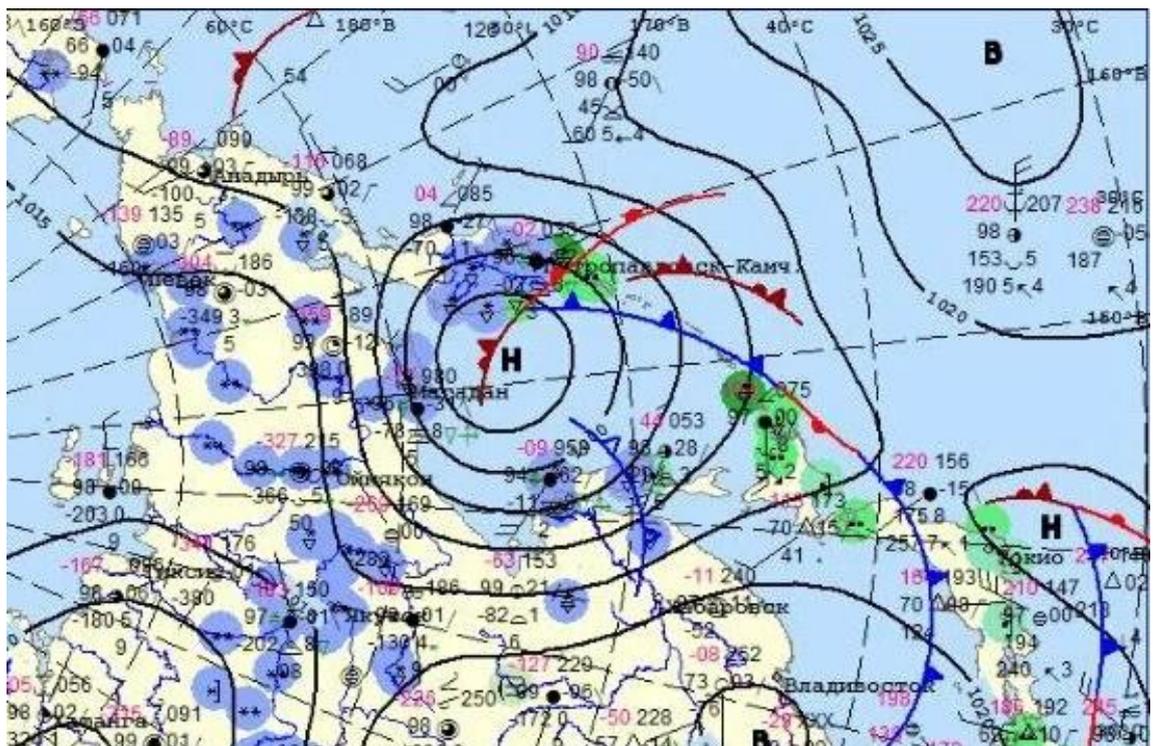


Рисунок 41 - Туман 11.11.2024 г. 00 ч

Теплый атмосферный фронт характеризуется теплой влажной воздушной массой, которая благоприятна для появления тумана. Он образуется при слабом ветре, в основном, в ночное время суток.

4.6 Туман в теплом секторе циклона

В теплом секторе циклона туман наблюдался 6 раз (7% от общего числа случаев).

Циклон зародился в районе Японских островов, траектория проходила в акватории Охотского моря. Передняя часть циклона начала оказывать свое влияние на полуостров приблизительно в 6:00 UTC 17 ноября. При этом, при приближении передней части циклона скорость ветра начала увеличиваться (порывы до 16 м/с), наблюдались ливневые осадки. В теплом секторе циклона скорость ветра начала падать, направление его сменилось с западного на южное, то есть начались затоки теплого воздуха с Тихого океана, температура воздуха постепенно понижалась до температуры точки росы и над аэродромом окончательно образовались благоприятные условия для появления тумана (рис. 42).

SPECI UHPP 180445Z VRB01MPS 0700 R16/0700D FG VV002 03/03 Q1004 R16R/290260 NOSIG RMK MT OBSC QFE750/1000= (преобладающая видимость – 700 м, на полосе 16 – 700 м).

При приближении холодного атмосферного фронта ветер усилился и туман рассеялся.

METAR UHPP 180600Z 12004MPS 9999 BKN008 OVC020CB 04/04 Q1003 R16R/290260 NOSIG RMK MT OBSC QFE749/0999= (преобладающая видимость более 10 км).

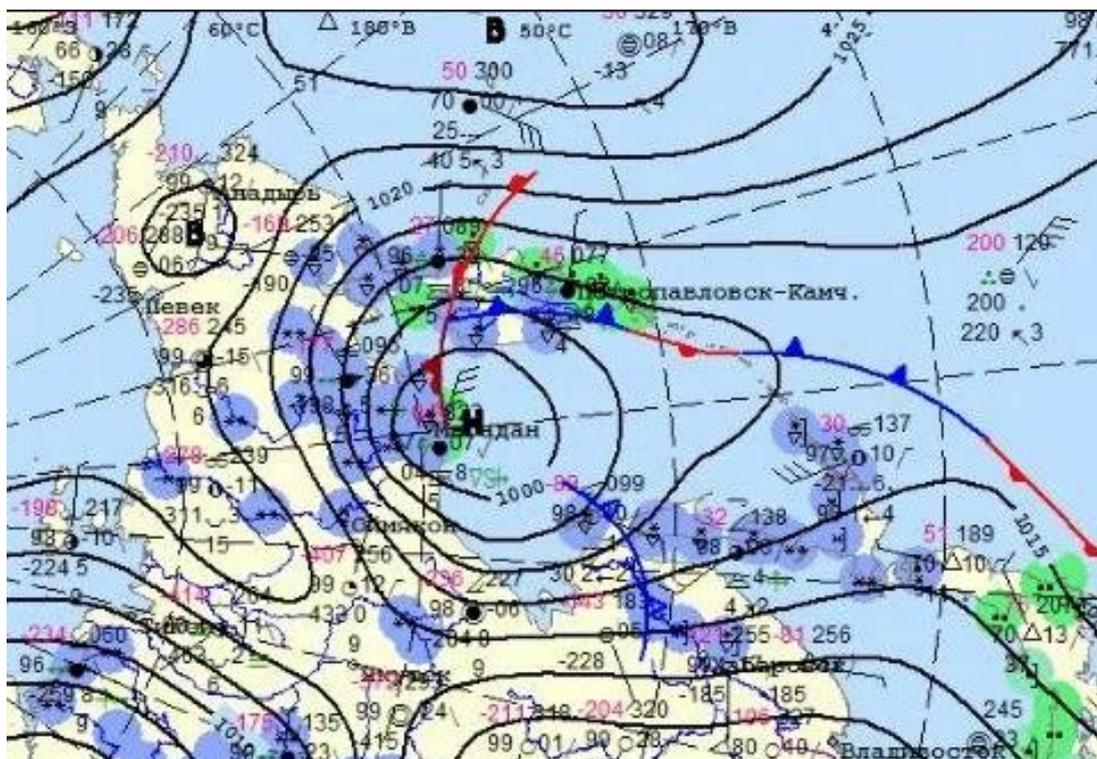


Рисунок 42 – Синоптическая карта 18.11.2024 г. 00 ч

Теплый сектор циклона характеризуется влажной теплой устойчивой воздушной массой, которая благоприятна для образования тумана. Ветра южного направления приносят влагу с водной поверхности, которая также способствует его образованию.

4.7 Туман на волне холодного фронта

Туман, образовавшийся в зоне волны на атмосферном фронте, наблюдался в 9% от общего числа случаев появления тумана на аэродроме.

С 13 августа 2024 г., после того как антициклональная система отошла от берегов Камчатки, над регионом образовалось размытое барическое поле. 14 августа на рассматриваемую территорию подошла фронтальная система и над городом образовалась волна на холодном атмосферном фронте. Радиационный туман наблюдался с 11:00 до 21:00 14 августа ВСВ (местное время 23:00 14 августа – 09:00 15 августа) (рис. 43 и рис. 44).

SPECI UHPP 141127Z 16002MPS 0400 FG OVC001 13/13 Q1009 R16R/CLRD60 NOSIG RMK QBB050 QFE754/1005= (преобладающая видимость – 400 м)

Ветер южного направления. Изначально температура воздуха опустилась до значений температуры точки росы, облачность также постепенно опускалась, давление медленно падало. С восходом солнца туман рассеялся.



Рисунок 43 - Синоптическая карта 14.08.2024 г. 12 ч



Рисунок 44 – Синоптическая карта 15.08.2024 г. 00 ч

15 августа в 11 ВСВ (23:00 местного времени) волна оказывала влияние на погодные условия на полуострове Камчатка (рис. 45). Вынос теплых масс с океана спровоцировал образование радиационного ночного тумана, видимость также была минимальная, облачность низкая.

METAR UHPP 151100Z 21003MPS 0550 R16/0550N FG VV002 13/13 Q1001 R16R/CLRD60 NOSIG RMK QFE748/0997= (преобладающая видимость – 550 м, на полосе 16 – 550 м)

В 20:00 ВСВ (08:00 местного времени следующих суток) туман на аэродроме рассеялся.

METAR UHPP 152000Z VRB01MPS 7000 BKN007 13/12 Q1001 R34L/CLRD60 NOSIG RMK MT OBSC QFE747/0996= (преобладающая видимость – 7000 м).



Рисунок 45 - Синоптическая карта 15.08.2024 г. 12 ч

4.8 Ливневый снег при прохождении теплого фронта

Ливневый снег при прохождении теплого атмосферного фронта зарегистрирован в 27% всех случаев появления данного явления (14 случаев).

24 ноября 2023 года при приближении циклонической системы, зародившейся в районе Японских островов, на территории аэродрома в

передней части циклона наблюдался ливневый снег, который ухудшал видимость до минимума аэродрома (рис. 46).

METAR UHPP 231800Z 34002MPS 0650 0600N R34/0800N +SHSN BKN012 OVC022CB M08/M09 Q1009 R34L/CLRD60 NOSIG RMK QFE753/1005= (преобладающая видимость – 650 м, минимальная – 600 м к северу от КТА, на полосе 34 - 800 м)

Продолжительность явления составила 1 ч, поэтому можно его охарактеризовать, как снежные заряды. Был зарегистрирован слабый ветер северного направления. По вырезки из зонального прогноза GAMET можно сделать вывод, что причиной был именно теплый атмосферный фронт, движущийся со скоростью 10 км/ч.

WARM FRONT MOV NE 10KM/H NC.

При действии циклона ветер поменял свое направление на южное, что способствовало приходу теплой воздушной массы с Тихого океана.

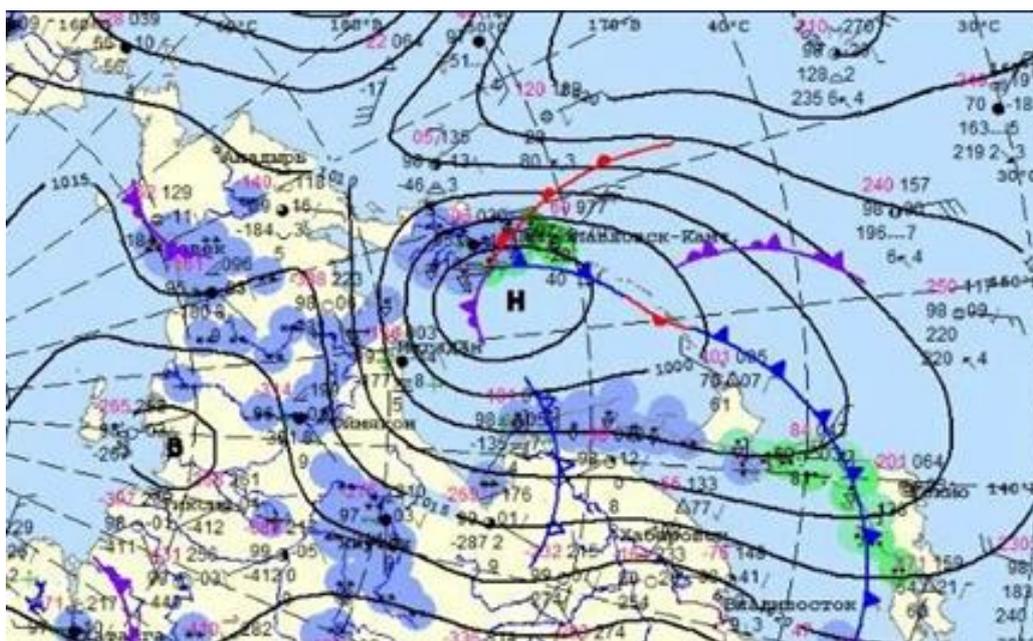


Рисунок 46 – Синоптическая карта 24.11.2023 г. 00 ч

Теплый атмосферный фронт способствует появлению снегопада, так как связанная с ним влажная воздушная масса, пришедшая на полуостров, является причиной выпадения осадков.

4.9 Ливневый снег при окклюзии

При окклюзии, или в окклюдированном циклоне, ливневый снег наблюдался в более чем в половине от общего числа всех случаев снегопада (52%).

Окклюдированный циклон оказывал свое влияние на южную часть полуострова Камчатка. Погода начала ухудшаться 7 декабря в 10:46 ВСВ (22:46 местного времени) с образованием снежного поземка, вместе с этим отмечалось усиление ветра, средняя скорость которого составляла 7 м/с, направление ветра менялось, но, преимущественно, фиксировалась северная четверть.

SPECI UHPP 071046Z 33007MPS 260V050 9999 DRSN SCT050 BKN070 M01/M08 Q0983 R34L/810160 NOSIG RMK QFE734/0979= (преобладающая видимость более 10 км)

Видимость начала ухудшаться в 13:33 ВСВ (01:33 8 декабря местного времени) с появлением ливневого снега, ветер также усилился, наблюдались порывы до 12 м/с.

SPECI UHPP 071333Z 36007G12MPS 300V030 2500 R34/1600D -SHSN SCT012 BKN030CB 01/M04 Q0978 R34L/810160 NOSIG RMK QFE730/0973= (преобладающая видимость 2500 м, на полосе 34 – 1600 м)

Совместное появление ливневого снега и низовой метели сопровождалось усилением ветра до 14 м/с, порывы фиксировались до 21 м/с. Явление можно охарактеризовать, как общую метель.

METAR UHPP 071600Z 06014G21MPS 4200 1300SE R34/1300U SHSN BLSN SCT010 OVC027CB 01/M04 Q0975 R34L/810160 NOSIG RMK QFE728/0971= (преобладающая видимость 4200 м, минимальная 1300 м к юго-востоку от КТА, на полосе 34 – 1300 м).

Далее выпадение снега прекратилось, наблюдался лишь поземок, т.е. только выпавший снег переносился с поверхности земли сильным ветром.

В 22:00 ВСВ (10:00 местного времени) дальность видимости была уже меньше минимумов аэродрома, наблюдалась общая метель (рис. 47). Можно сделать вывод, что именно выпадение осадков ухудшало видимость на аэродроме, так как их интенсивность фиксировалась, как сильная.

METAR UHPP 072200Z 09007G12MPS 060V130 0450 0250N R16/0250D +SHSN BLSN BKN003 OVC019CB 00/M01 Q0974 R16R/320047 NOSIG RMK MT OBSC QFE727/0970=
(преобладающая видимость – 450 м, минимальная – 250 м к северу от КТА, на полосе 16 – 250 м)

Видимость, с течением времени, немного меняла свои значения, но все также оставалась ниже минимума, что говорит об ограничениях в работе аэродрома по метеорологическим условиям. Это продолжалось до тех пор, пока фронтальная система не сместилась на восток и зона ее действия уже не захватывала рассматриваемую территорию.

METAR UHPP 080200Z 00000MPS 9999 -SHSN FEW009 BKN020CB 00/M00 Q0975 R16R/590531 NOSIG RMK MT OBSC QFE728/0971= (преобладающая видимость более 10 км).

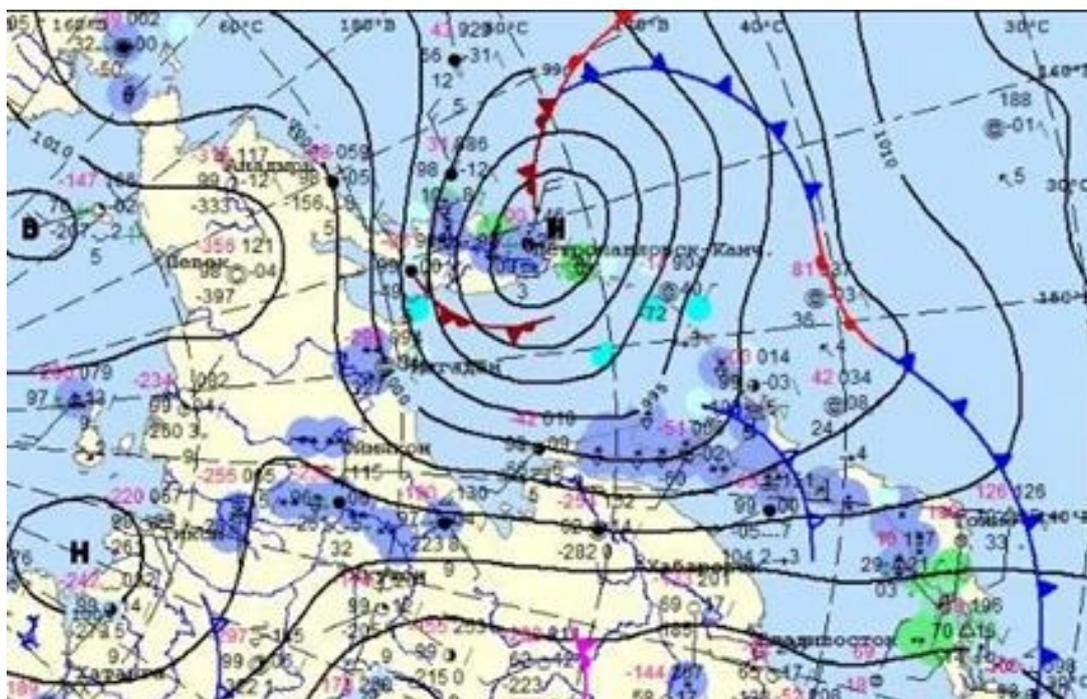


Рисунок 47 – Синоптическая карта 08.12.2024 г. 00 ч

На другом примере разберем второй случай выпадения осадков и ухудшения видимости в них. Циклон зародился 28 марта 2024 г. в юго-восточной части России (рис. 48). Приблизившись к району Японских островов 30 марта, он вновь начал углубляться, проходя через акваторию Тихого океана, накапливая влагу (рис. 49).

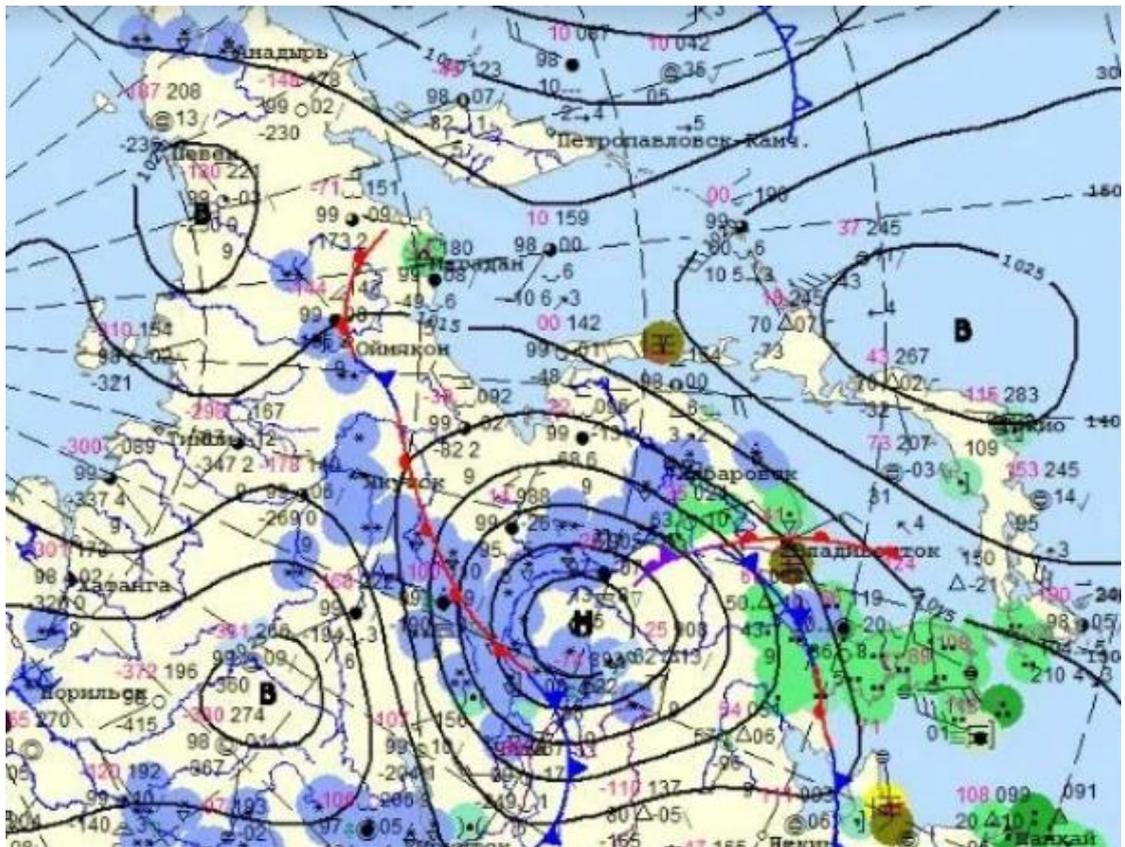


Рисунок 48 - Синоптическая карта 28.03.2024 г. 00 ч

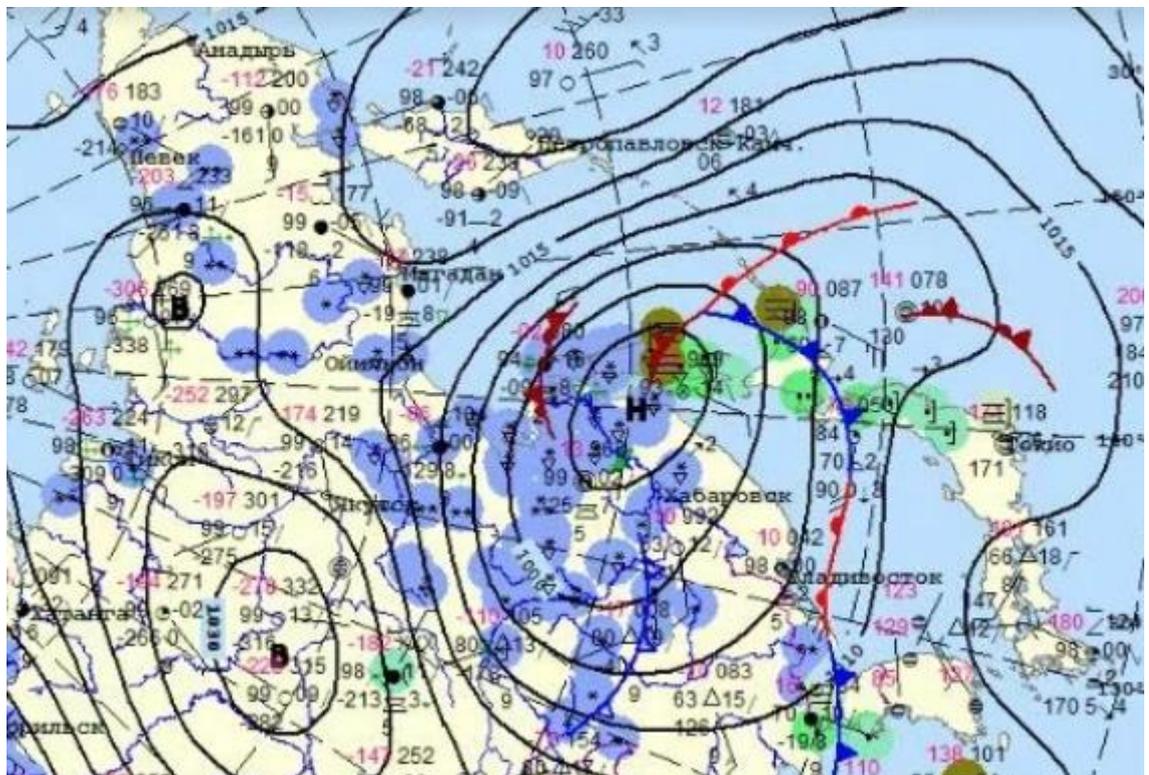


Рисунок 49 - Синоптическая карта 30.03.2024 г. 00 ч

Слабый ливневый снег начался 31 марта 2024 г. в 01:00 ВСВ (13 часов местного времени), при этом дальность видимости начала постепенно ухудшаться (рис. 50). Ветер наблюдался умеренный, юго-восточного направления. Временами фиксировался снег с дождем (при повышении температуры до положительных значений).

METAR UHPP 310230Z 12006MPS 2100 -SHSN SCT012 OVC020CB M00/M04 Q1016 WS R16R R16R/290160 NOSIG RMK MT OBSC QFE759/1012= (преобладающая видимость – 2100 м)

Снег слабой интенсивности продолжался до 17:00 ВСВ (05:00 местного времени 1 апреля). В 19:30 началось усиление осадков, ухудшающих видимость уже до минимума аэродрома. Ветер слабый, его направление неустойчивое.

METAR UHPP 311930Z VRB01MPS 0650 R16/0900N +SHSN BKN008 OVC020CB M01/M02 Q1001 R16R/390031 NOSIG RMK MT OBSC QFE748/0997= (преобладающая видимость – 650 м, на полосе 16 – 900 м)

1 апреля в 01:00 ВСВ (13: местного времени), при смещении циклональной системы на восток погодные условия улучшились, соответственно, видимость также улучшилась.

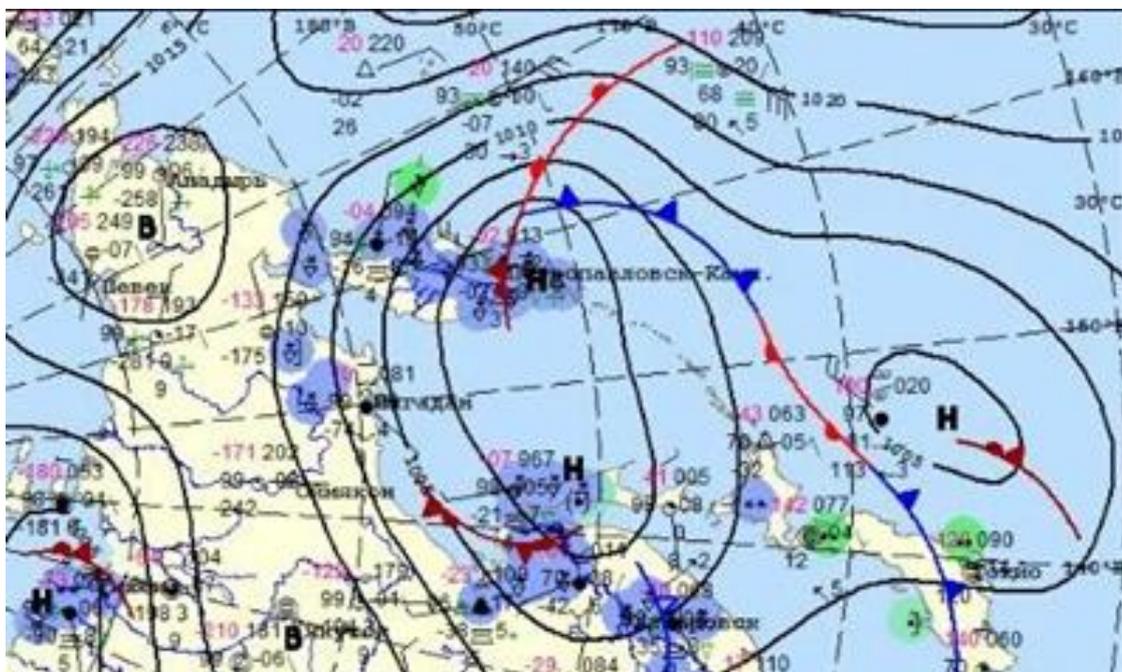


Рисунок 50 – Синоптическая карта 01.04.2024 г. 00 ч

Ливневые осадки при окклюзии наблюдаются при малых скоростях ветра в стационарирующих циклонах в стадии заполнения. В части случаев выпадение осадков наблюдается совместно с низовой метелью (то есть общая метель), такого рода явления наблюдаются в глубоких циклонах, зона действия которых может оказывать влияние на полуостров в течение нескольких суток. В случаях выпадения осадков совместно с большими скоростями ветра, выпавшие осадки переносятся с поверхности земли, тем самым еще сильнее ухудшая дальность видимости.

4.10 Ливневый снег в ложбине циклона

При такой синоптической обстановке ливневый снег наблюдался в 10% от общего числа случаев.

На территорию аэродрома свое влияние оказывала ложбина циклона, в котором располагался фронт окклюзии 27 декабря 2023 года (рис. 51). Сам циклон зародился в районе восточного побережья полуострова Камчатка и смещался в восточном направлении, усиливаясь у берегов Северной Америки. Наблюдался ливневый снег умеренной интенсивности, при увеличении скорости ветра начала формироваться низовая метель.

METAR UNPP 270200Z 35006G11MPS 1700 1000SE R34/1000U SHSN BLSN SCT013 OVC024CB M08/M11 Q0997 R34L/420160 NOSIG RMK MT OBSC QFE744/0993=
(преобладающая видимость – 1700 м, минимальная – 1000 м к юго-востоку от КТА, на полосе 34 – 1000 м)

При увеличении интенсивности выпадения осадков уменьшалась видимость до минимума аэродрома.

METAR UNPP 270600Z 36004MPS 0700 R34/1100U +SHSN VV007 M08/M09 Q0995 R34L/490334 NOSIG RMK QFE743/0990= (преобладающая видимость – 700 м, на полосе 34 – 1100 м)

При повторном увеличении скорости ветра, выпавшие осадки начинали переноситься с поверхности земли, тем самым также ухудшая видимость на аэродроме. Ветер был преимущественно северной четверти.

METAR UHPP 271600Z 33007MPS 0800 0700SE R34/0700N SHSN BLSN BKN006 OVC020CB M07/M08 Q0992 R34L/490332 NOSIG RMK QFE740/0987= (преобладающая видимость – 800 м, минимальная – 700 м к юго-востоку от КТА, на полосе 34 – 700 м)

При смещении фронта, и циклона в целом, интенсивность осадков уменьшалась, падала скорость ветра и дальность видимости увеличивалась в значениях. Зона действия циклона смещалась на восток (рис. 52).



Рисунок 51 – Синоптическая карта 27.12.2024 г. 12 ч

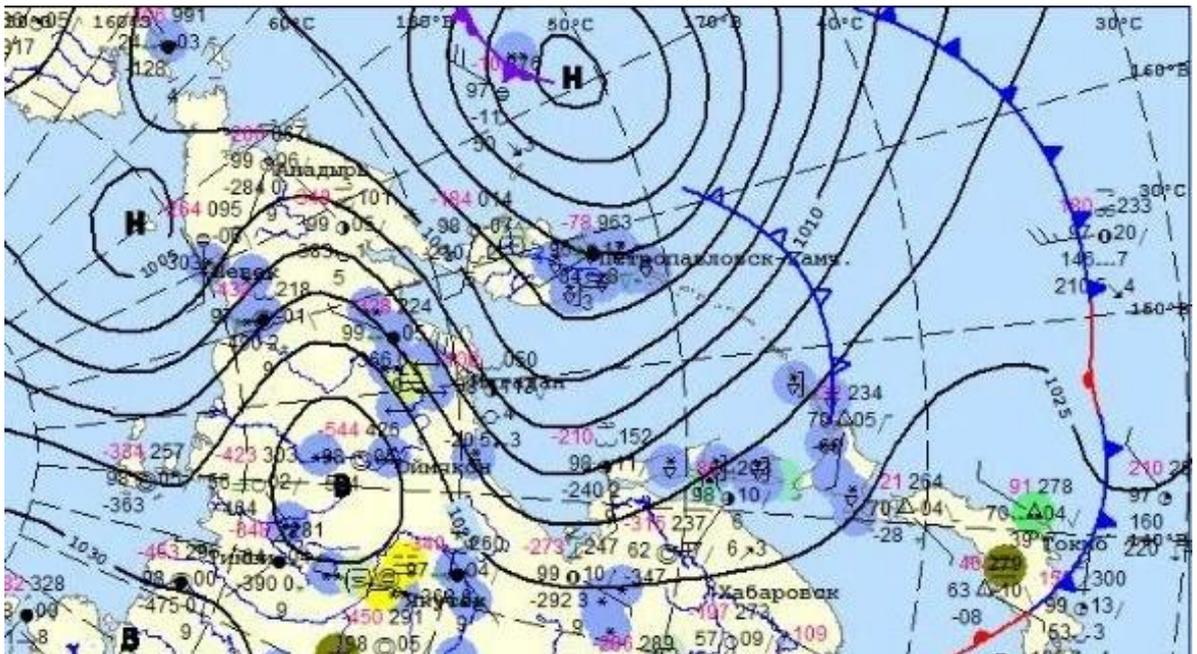


Рисунок 512 – Синоптическая карта 28.12 2024 г 00 ч

4.11 Метель при окклюзии

Метель в окклюдированном циклоне наблюдалась почти в половине от общего числа случаев данного явления (48%).

Глубокий окклюдированный циклон подошел к берегам Камчатки 25 января 2023 года с южной стороны полуострова (рис. 53 и рис. 54). Как и в большинстве случаев, он образовался в акватории Японских островов. Видимость начала постепенно ухудшаться с появлением низовой метели на территории аэродрома, которая, в свою очередь, образовалась из-за усиления ветра. Ветер восточного направления, сильный и порывистый (порывы до 15 м/с). Отмечался сдвиг ветра в пределах восточной четверти.

METAR UNPP 250400Z 0800G15MPS 030V110 8000 BLSN BKN030CB BKN066 M04/M12 Q0994 R34L/CLRD65 NOSIG RMK MT OBSC QFE742/0990= (преобладающая видимость – 8000 м).

Значения видимости ниже минимумов аэродрома фиксировались при явлении общая метель. Однако уменьшение дальности видимости было спровоцировано именно переносом осадков на поверхности земли, так как интенсивность

выпадения осадков была умеренной. На полосе, при свете огней, видимость достигала пороговых значений для аэродрома.

METAR UHPP 250630Z 07012G17MPS 1300 0500N R16/0800N SHSN BLSN BKN014 OVC033CB M04/M08 Q0991 R16R/190060 NOSIG RMK MT OBSC QFE740/0987= (преобладающая видимость – 1300 м, минимальная – 500 м к северу от КТА, на полосе 16 – 800 м).

Постепенно, при прекращении осадков, видимость улучшилась, однако на ВПП дальность видимости регистрировалась меньше минимума аэродрома. Видимость ухудшалось из-за переноса выпавших осадков сильным ветром (порывы до 17 м/с, средняя скорость – 10 м/с).

METAR UHPP 251900Z 36010G17MPS 290V080 9000 0800N R16/0800U BLSN BKN020CB BKN045 01/M07 Q0966 R16R/390131 NOSIG RMK QFE721/0962= (преобладающая видимость – 9000 м, минимальная – 800 м к северу от КТА, на полосе 16 – 800 м).

При повторном выпадении осадков видимость также оставалась ниже минимумов.

METAR UHPP 252100Z 31011G20MPS 0700 0350N R34/0900U SHSN BLSN SCT013 OVC020CB M02/M03 Q0961 R34L/390131 NOSIG RMK QFE717/0957= (преобладающая видимость – 700 м, минимальная – 350 м к северу от КТА, на полосе 34 – 900 м).

В 23:00 ВСВ (11:00 26 января местного времени) наблюдалась самая минимальная видимость за рассматриваемый срок.

METAR UHPP 252300Z 30015G20MPS 0150 0050N R34/0350N SHSN BLSN BKN005 OVC019CB M02/M02 Q0954 R34L/390127 NOSIG RMK MT OBSC QFE712/0950= (преобладающая видимость – 150 м, минимальная – 50 м к северу от КТА, на полосе 34 – 350 м).

Такая барическая обстановка наблюдалась до 06:00 26 января ВСВ до тех пор, пока интенсивность осадков не уменьшилась и циклон окончательно не сместился от зоны аэродрома.

METAR UHPP 260600Z 09007MPS 1000 0900SE R16/1300N SHSN BLSN BKN012 OVC020CB M02/M04 Q0965 R16R/850235 NOSIG RMK MT OBSC QFE721/0961= (преобладающая видимость – 1000 м, минимальная – 900 м к юго-востоку от КТА, на полосе 16 – 1300 м)

Можно сделать вывод, что ухудшение видимости, однозначно связано с сильным ветром, который переносил выпавшие осадки по территории,

наибольшее ухудшение видимости наблюдалось при выпадении осадков в виде ливневого снега и одновременным их переносом с поверхности сильным порывистым ветром.

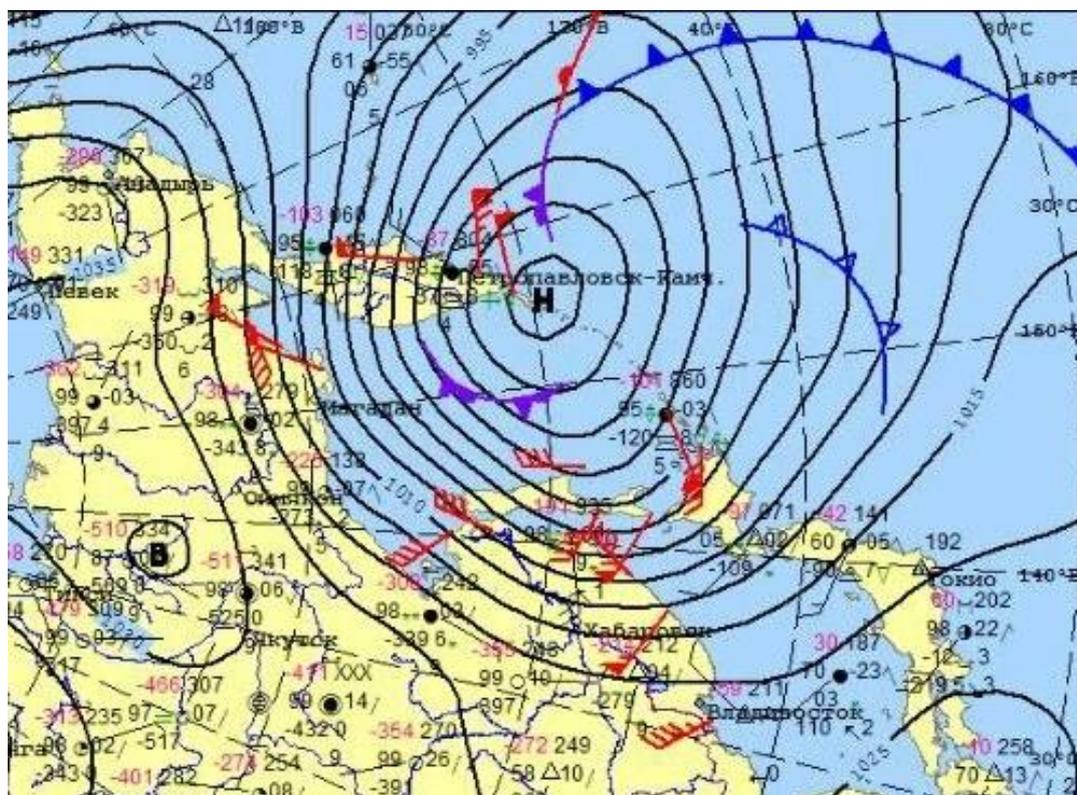


Рисунок 53 – Синоптическая карта 25.12.2023 г. 12 ч

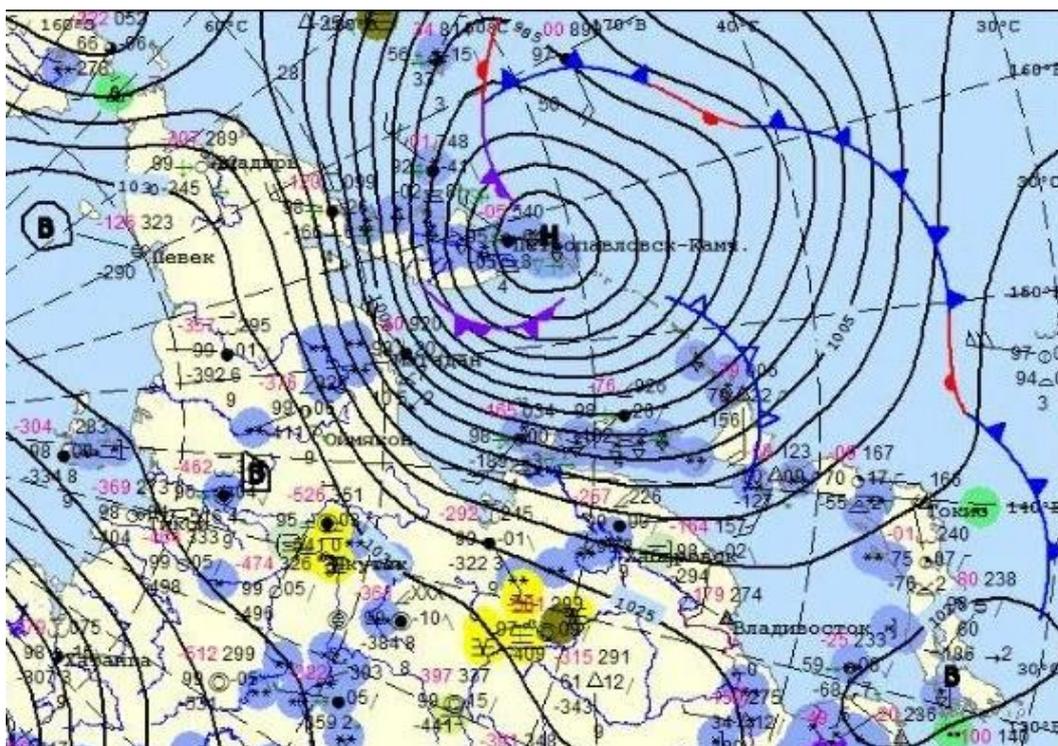


Рисунок 54 - Синоптическая карта 26.01.2023 г. 00 ч

Рассмотрим иной случай метели при атмосферном фронте окклюзии, расположенном в ложбине циклона. Метель наблюдалась с 20:00 до 05:00 ВСВ (08:00 – 17:00 местного времени 2 февраля 2022 года) (рис. 55). Видимость ухудшалась с усилением ветра и выпадением ливневого снега умеренной интенсивности.

METAR UNPP 012000Z 31013G18MPS 1100 0750N R34/1300D SHSN BLSN OVC020CB M01/M03 Q0975 R34L/390132 NOSIG RMK QFE728/0970= (преобладающая видимость – 1100 м, минимальная – 750 м к северу от КТА, на полосе 34 – 1300 м).

По мере смещения фронта и при появлении более низкой облачности видимость ухудшалась сильнее. На полосе, при свете огней, она регистрировалась меньше минимума аэродрома, что говорит об ограничениях в его работе. При этом скорость ветра немного уменьшалась в значениях, но все также оставалась сильной (средняя скорость – 11 м/с). Дальность видимости ухудшалась при переносе осадков с поверхности земли, так как выпадение осадков было слабой интенсивности.

METAR UHPP 012230Z 31011MPS 0600 R34/0800D -SHSN BLSN BKN007 OVC021CB M01/M01 Q0972 R34L/490335 NOSIG RMK MT OBSC QFE726/0968= (преобладающая видимость – 600 м, на полосе 34 – 800 м).

При заполнении и смещении ложбины, наблюдались менее интенсивные осадки, ветер также наблюдался сильный и порывистый. Видимость постепенно улучшалась.

METAR UHPP 020500Z 11009G15MPS 0900 0750N R16/1000D -SHSN BLSN SCT008 OVC032CB M00/M00 Q0985 R16R/850231 NOSIG RMK MT OBSC QFE736/0981= (преобладающая видимость – 900 м, минимальная – 750 к северу от КТА, на полосе 16 – 1000 м).

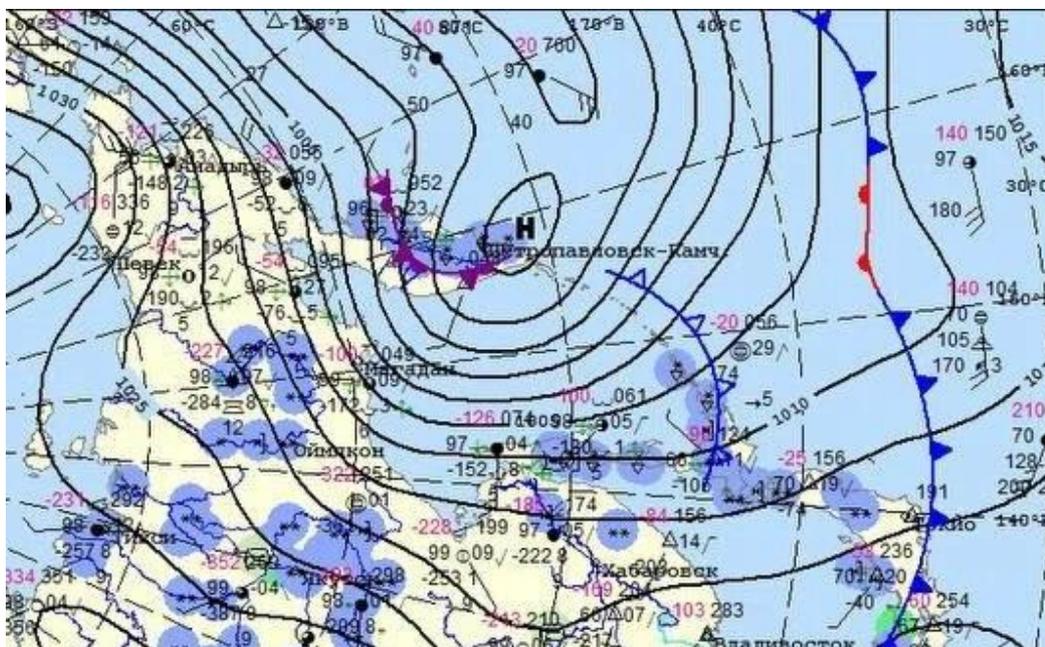


Рисунок 55 - Метель 02.02.2022 года 00 ч

Ухудшению видимости при переносе выпавших осадков при прохождении фронта окклюзии связано с высокими барическими градиентами, которые являются причиной высоких скоростей ветра. Одновременное появление явлений осадков и сильного ветра вызывает общую метель.

ВЫВОДЫ

Все поставленные задачи в ходе работы были выполнены. За период 2020 – 2024 гг. был проведен анализ синоптических данных на аэродроме Петропавловск-Камчатский (Елизово) и были определены явления, ухудшающие видимость до минимума аэродрома (800 м). Можно выделить явления и предикторы их появления на рассматриваемом аэродроме:

1. Туманы наблюдаются в течение всего года, зимой регистрируются замерзающие туманы. Явление наблюдается преимущественно в устойчивых воздушных массах (малоградиентное поле повышенного давления (15%), антициклон (13%) и его гребень (12%)), а также в стационарирующих окклюдированных циклонах (15%). В основном, наблюдаются радиационные туманы, которые связаны с ночным выхолаживанием поверхности земли при малых скоростях ветра или же штиле.
2. Ливневый снег наблюдается в зимний период года в виде снежных зарядов или продолжительного снегопада. Преимущественно в окклюдированном циклоне (51 %) при малых скоростях ветра.
3. Метель на аэродроме наблюдается в большинстве случаев в виде общей метели в глубоких окклюдированных циклонах (47%) при больших барических градиентах, которые являются причиной сильных скоростей ветра, которые переносят выпавшие осадки вдоль поверхности земли.
4. В случае ухудшения видимости в дожде нельзя сделать точный вывод о конкретной синоптической обстановке из-за небольшого количества случаев (7 случаев за период). Причина этому – низкий порог значения видимости.
5. Морось наблюдается совместно с другими, более опасными погодными явлениями, и не является основной причиной ухудшения видимости на аэродроме.

Результаты исследования можно использовать как при обновлении климатического описания аэродрома, так и в оперативной работе синоптиков прогнозистов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богаткин О.Г. Основы авиационной метеорологии. – Учебник. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2009. – 339 с.;
2. Инструктивные материал по кодам METAR, SPECI, TAF. – Москва. – 2015. – 66 с.;
3. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. – Учебник. – Гидрометиздат Ленинград.: Изд. второе, 1977. – 700 с.;
4. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. – Учебник. – СПб.: Гидрометиздат, 2000. – 770 с.;
5. Meteoinfo.ru [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://meteoinfo.ru>, свободный;
6. Ogimet.com [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ogimet.com/index.phtml.en>, свободный;
7. Wikipedia.org [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Елизово_\(аэропорт\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Елизово_(аэропорт)), свободный.
8. University of Wyoming [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.shtml>, свободный