



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

Кафедра метеорологии, климатологии и охраны атмосферы  
**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(бакалаврская работа)

На тему: «Анализ сложных метеорологических условий в районе аэродрома  
Юбилейный»

Исполнитель Обухова Анна Александровна  
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат физико-математических наук  
(ученая степень, ученое звание)  
Канухина Анна Юрьевна  
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»  
И.о. заведующего кафедрой

(подпись)

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

Дробжева Яна Викторовна  
(фамилия, имя, отчество)

«02»июня 2025г.

Санкт-Петербург  
2025

## Содержание

	Стр.
Введение.....	3
1. Влияние метеорологических условий на полеты самолетов.....	5
1.1 Сложные метеорологические условия.....	6
1.2 Условия полетов при метеорологических явлениях, ухудшающих видимость.....	9
1.3 Опасные для авиации явления погоды.....	11
2. Климат района аэродрома Юбилейный.....	15
2.1 Физико-географическое описание аэродрома.....	15
2.2 Климатическая характеристика района аэродрома.....	17
2.3 Циркуляция атмосферы над районом аэродрома.....	18
2.4 Краткая характеристика основных синоптических процессов.....	23
2.5 Южные циклоны.....	26
3. Сложные метеорологические условия в районе аэродрома Юбилейный.....	31
3.1 Облачность в районе аэродрома.....	31
3.2 Ограниченная видимость в районе аэродрома.....	37
Заключение.....	51
Список использованных источников.....	53
.....	

## Введение

Ограниченная видимость и низкая облачность является одной из основных помех для безопасного выполнения взлета и посадки самолетов. По значениям нижней границы облачности и видимости устанавливают минимумы погоды экипажа и аэродрома.

Наряду с этим, определенные метеорологические явления и условия также представляют угрозу для авиатранспорта. Их воздействие на самолеты и влияние на условия взлета и посадки может создавать угрозу для безопасности полетов и сохранности авиатехники на земле.

Ответственные метеорологические органы на аэродроме заблаговременно обеспечивают информацией органы управления полетами и экипажи воздушных судов о возникновении сложных метеорологических условий, а закономерности их возникновения и развития учитывают в авиационно-метеорологических описаниях аэродрома, которые обновляются каждые 5 лет (не реже).

Если видимость ухудшается до уровня ниже уставленных пределов, или возникают неблагоприятные погодные условия, такие как низкая облачность, сильный ветер или значительное усиление ветра, или другие явления, которые нарушают безопасное выполнение полетов, следует выпускать предупреждения и оповещения об опасных явлениях. К таким явлениям относятся:

- плотный туман (остается или усиливается);
- снегопад (в зависимости от интенсивности);
- дождь, включая ледяной дождь, или гололед (независимо от интенсивности);
- значительное нарушение условий видимости для текущего аэропорта, если количество баллов выше 4-х баллов;
- штормовые явления, включая сильную турбулентность и явления, связанные с грозами.

Явлениям, которые обязательно должны учитываться, относятся:

- гроза, град, ледяной дождь, гололед (без учета их интенсивности);
- штормовые или ураганные явления, повышение скорости ветра до критических уровней для эксплуатации воздушного судна;
- обледенение самолета на земле, сильная болтанка в воздухе.

Важно отметить, что каждый случай требует индивидуального рассмотрения.

Для завершения процессов исследования и оценки сложных метеорологических условий необходимо обеспечить выполнение следующих задач:

- рассмотреть метеорологические явления, снижающие видимость и усложняющие условия для полётов;
- обновить авиационно-климатическую характеристику аэродрома Юбилейный;
- провести анализ опасных явлений, которые могут повлиять на безопасность полётов в районе аэропорта на основе данных метеорологических наблюдений за период 2020-2024 гг.

В первой главе выпускной квалификационной работы рассматриваются погодные явления и их влияние на безопасность полётов самолётов.

Во второй главе выпускной квалификационной работы была составлена климатическая характеристика аэродрома Юбилейный и проведён анализ авиационно-климатических условий.

Для исследования использовались результаты метеорологических наблюдений. Повторяющимся явлением для района аэродрома Юбилейный являются низкая облачность и туман. Данные, представленные в дипломной работе, освещают частоту и продолжительность таких явлений.

Результаты выполненных исследований позволили уточнить факторы, влияющие на условия видимости и безопасность полётов в районе аэродрома. Составлены графики и диаграммы, показывающие изменение погодных условий за исследуемый период.

В заключении сделаны выводы по дипломной работе.

## 1. Влияние метеорологических условий на полеты самолетов.

Погода всегда вносила свой негативный вклад во все сферы человеческой деятельности. От погодных условий зависят экономические показатели развития страны, урожайность сельскохозяйственных культур, работа транспорта, здоровье населения и много других важных факторов жизни человека.

Сильно зависит от погодных условий воздушный транспорт, так как от параметров атмосферы и явлений погоды напрямую зависит безопасность полетов авиации. Для предупреждения негативного влияния погоды на безопасность полетов каждый аэродром имеет ответственный метеорологический орган, основной задачей которого является своевременное доведение до аэронавигационной службы, группы руководства и обеспечения полетов всех видов гидрометеорологической информации, которая необходима для планирования, организации и проведения полетов авиации с целью повышения их безопасности.

В своей работе ответственные метеорологические органы руководствуются рядом международных и национальных документов, регламентирующих работу метеорологических подразделений. К ним относятся документы Всемирной метеорологической организации (ВМО), Международной организации гражданской авиации (ИКАО) и органов Росгидромета.

Одним из таких документов является ФАП – федеральные авиационные правила производства полетов авиации в воздушном пространстве Российской Федерации. Согласно этому документу, все метеорологические условия можно разделить на две группы – простые и сложные метеорологические условия. К простым относятся такие метеоусловия, при которых весь полет, включая этапы взлета и посадки воздушного судна, может проводиться визуально, или по правилам визуальных полетов (ПВП).

К сложным метеорологическим условиям (СМУ) относятся такие условия, при которых полет воздушного судно полностью или частично осуществляется по приборам или по правилам приборных полетов (ППП). Плохие погодные условия напрямую воздействуют на пилотирование самолета и на самолетовождение, уменьшая безопасность полетов. Поэтому их учет, выявление закономерностей возникновения и эволюции таких метеоусловий является важнейшей задачей метеорологических подразделений все уровней – от метеослужб категорированных аэродромов и до метеопостов вертолетных площадок [1].

Рассмотрим, какие метеорологические условия называют сложными и как они оказывают влияние на полеты авиации.

### 1.1 Сложные метеорологические условия.

По определению, к сложным метеорологическим условиям относятся полеты в облаках или между слоями облаков при количестве облаков более 6 октантов (7 баллов), полеты под облаками в условиях ограниченной видимости, вызванных явлениями погоды, влияющими на прозрачность атмосферы.

Прохождение фронтальной облачности, низкая облачность устойчивых воздушных масс, конвективная облачность – все эти виды облачности затрудняют пилотирование и самолетовождение и напрямую влияют на безопасность полетов. Форма облачности и ее нижняя граница влияют на время принятия решения при заходе на посадку, уменьшают посадочную видимость, особенно когда из облаков выпадают различные виды осадков. От микрофизической структуры облаков зависит возможность возникновения обледенения самолета, его электризация. Поэтому вопросам измерения высоты нижней границы облачности и определения вида облаков метеорологам следует уделять повышенное внимание. На аэродромах высоту нижней границы облачности определяют над ближнеприводным

радиомаяком, над которым самолеты заходят на посадку на глиссаде.

При высоте облаков ниже установленного для аэродрома минимального значения, посадка самолетов становится невозможной и их отправляют на запасной аэродром.



Рис. 1.1 – низкая облачность в районе аэродрома.

Когда через район аэродрома перемещаются атмосферные фронты, возникает сложная метеорологическая обстановка, вызванная наличием облачных систем с большой горизонтальной и вертикальной протяженностью. Обычно прохождение фронтов сопровождается выпадением осадков различной интенсивности и наличием опасных явлений погоды, о которых поговорим ниже. Поэтому без предварительного всестороннего изучения метеорологической обстановки, особенно облачности и дальности видимости, не может осуществляться ни один полет.

Учет горизонтальной дальности видимости также является важной задачей, так как самые ответственные этапы полета самолета – взлет и посадка всегда производятся визуально. В условиях плохой видимости трудно сохранить прямолинейность разбега или пробега воздушного судна и затруднительно наблюдать за разметкой аэродрома и ограничительными

огнями взлетно-посадочной полосы. Когда дальность видимости становится ниже установленных для аэродрома значений, полеты прекращают, а самолеты в воздухе отправляют на запасной аэродром.



Рис.1.2 – Ограниченная видимость в районе аэродрома

На видимость в районе аэродрома сильно влияют такие метеорологические явления, как туман, сильная дымка или мгла, пыльные и песчаные бури, интенсивные осадки, метели, дымы искусственного или естественного происхождения.

Особенно большое влияние низкие облака и ограниченная видимость оказывают на посадку самолетов. Посадка в сложных метеорологических условиях требует высоких летных навыков и, как правило, связана со значительным эмоциональным напряжением экипажа. Многие авиационные происшествия бывают при посадке в условиях плохой видимости и низкой облачности.

Современные аэродромы оборудованы надежными посадочными системами, но их наличие не может исключить действия пилота воздушного судна, а только оказывают ему помощь при заходе на посадку и ее выполнение.

В случаях, когда полеты авиации совершаются на малых и предельно

малых высотах, влияние низкой облачности и ограниченной видимости возрастает, так как на этих высотах пилоты чаще встречаются с явлениями погоды, затрудняющими выполнение полетных заданий [2].

Рассмотрим как явления погоды ухудшают видимость и летно-метеорологические условия.

## 1.2 Условия полетов при метеорологических явлениях, ухудшающих видимость.

Все явления погоды, ухудшающие видимость, можно разделить на две группы – осадки и взвешенные в воздухе частицы искусственного или естественного происхождения.

Осадки бывают твердые и жидкие, по интенсивности – ливневые, обложные и морозящие. К жидким осадкам относятся дождь и морось.

Видимость в дожде может ухудшаться до 1-2 км. Это зависит от размера капель и скорости их выпадения из облака. Сильнее всего видимость ухудшает ливневой дождь и обложные осадки из низкой слоисто-дождевой облачности на теплых атмосферных фронтах. Морось – однородные осадки, состоящие из большого количества мелких капель диаметром меньше 0,5мм. Полет в зоне морозящих осадков опасен из-за возможного умеренного или сильного обледенения, низкой слоистой облачности, а также ухудшенной видимости. Дождь - осадки, состоящие из капель диаметром 0,5-7,0 мм. Видимость в дожде может ухудшаться до 4000м (реже до 2000м). Кроме ухудшения видимости, полет в зоне переохлажденного дождя опасен возможностью возникновения обледенения, чаще всего умеренного.

К твердым осадкам относятся снег, мокрый снег, град, снежные зерна, крупа и т.д. Видимость в твердых осадках зависит от размера снежинок или ледяных кристалликов и от интенсивности выпадения осадков. Например, при температурах около 0°С снежинки при выпадении снега могут образовывать крупные хлопья до 5 см в диаметре, что приводит к сильному ухудшению

видимости, иногда до 1000 м и менее. А такие осадки, как град – осадки в виде ледяных частиц шарообразной формы диаметром 2 – 50мм, обладают высокой скоростью выпадения (до 50 м/с). Кроме ухудшения видимости, град может повредить остекление кабины и корпус воздушного судна.

Когда снег, выпадающий из облака, переносится ветром с большой скоростью (более 7м/с), такое явление называется метелью и значительно ухудшает видимость в районе аэродрома до значений ниже 2000 м. Метели, при которых снег поднимается с земли, а не выпадает из облака, называются низовыми, а если высота подъема снега не превышает одного метра, такое явление называется поземком. Видимость в метелях зависит от скорости ветра и размера снежинок. Кроме ухудшения видимости метели опасны еще тем, что обычно они наблюдаются при сильном ветре. Следует также иметь в виду, что при метелях могут быть снежные заносы на аэродромах, что может закрыть разметку ВПП и засыпать ограничительные огни [3].



Рис. 1.3 – метель на аэродроме

Взвешенные в воздухе мельчайшие капли воды, частиц сажи, пыли

вызывают такие явления погоды, как туманы и дымки, мглу, пыльные и песчаные бури.

При тумане видимость ухудшается до значений менее 1000 метров, а если видимость лучше, то такое явление называется дымкой [3]. Туманы и дымки сильно ухудшают видимость в районе аэродрома и из-за этих явлений полеты в районе аэродрома запрещают. Туманы относятся к опасным явлениям погоды и ниже мы подробнее рассмотрим эти явления.

### 1.3 Опасные для авиации явления погоды.

Опасными называют такие метеорологические явления, которые сильно влияют на безопасность полетов, ухудшая ее. Все опасные явления погоды можно разделить на следующие группы: опасные явления в районе аэродрома и опасные явления на маршруте полетов.

В районе аэродрома опасными явлениями погоды считают следующие явления:

- грозу, град, шквалистый ветер, мощно-кучевую и кучево-дождевую облачность в районе аэродрома, смерч;

- туман, сильную дымку, мглу, метель, интенсивные осадки и другие явления погоды, ухудшающих видимость ниже установленных для аэродрома критериев;

- сильный ветер, особенно боковую составляющую к ВПП скорость ветра, превышающая критические значения для аэродрома;

- гололед на взлетно-посадочной полосе.

- закрытие облаками, осадками и туманами вершин гор, сопков и других естественных или искусственных препятствий.

На маршруте полетов опасными явлениями считаются:

- гроза, град, шквалистый ветер, мощно-кучевая и кучево-дождевая облачность, если эти явления нельзя обойти;

- сильная болтанка и оледенение воздушного судна;

-сдвиг ветра.

Наиболее опасными явлениями являются грозы и сопутствующие им явления погоды.

Грозы представляют собой атмосферное явление, сопровождающееся акустическим эффектом-громом и электрическими разрядами – молниями. Гроза характеризует максимальную стадию развития кучево-дождевых облаков и по условиям возникновения бывает внутримассовой или фронтальной. Внутримассовые грозы имеют хорошо выраженный суточный ход и образуются в теплое время года в неустойчивой воздушной массе днем.

Фронтальные грозы образуются чаще всего на холодных фронтах второго рода, на фронтах окклюзии и теплых фронтах в стадии обострения и могут наблюдаться в любое время суток.



Рис.1.4 – гроза в районе аэродрома

Грозы часто сопровождаются ливневыми осадками, шквалистым ветром, иногда градом. Особую опасность представляет шкваловый вихрь – горизонтальный вихрь перед кучево-дождевым облаком, а также смерчи. В

грозовых облаках наблюдается сильная болтанка, обледенение, электризация, высока вероятность поражения самолета молнией. Преднамеренно залетать в кучево-дождевые облака запрещено [4].



Рис. 1.5 – Туманы в района аэродрома

Туманы и дымки образуются в результате конденсации водяного пара в непосредственной близости от земной поверхности. Если за счет взвешенных в воздухе продуктов конденсации водяного пара видимость уменьшается до 1000м и менее, то такое явление называется туманом. По условиям своего образования, туманы бывают радиационными, адвективными и радиационно-адвективными. Частными случаями радиационных туманов являются туманы испарения и морозные туманы. Для авиации основная опасность туманов заключается в значительном ухудшении видимости в них. Возникновение туманов зачастую приводит к закрытию аэропортов по погодным условиям. Наибольшую опасность для авиации представляют адвективные туманы, как наиболее продолжительные, имеющие наибольшую вертикальную мощность и способные возникать в любое время суток.

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

Мгла – помутнение воздуха взвешенными частичками пыли, дыма или гари. В отдельных случаях видимость во мгле может уменьшаться до сотен метров, хотя обычно не бывает меньше 1000 – 2000м. Основная опасность мглы для авиации – значительное ухудшение видимости [4].

## 2. Климат района аэродрома Юбилейный.

### 2.1 Физико-географическое описание аэродрома.

Аэродром Юбилейный находится на территории космодрома Байконур и является внеклассным аэродромом, который входит в состав аэроузла «Байконур». Аэродром обладает уникальной взлетно-посадочной полосой, единственной в регионе, способной принимать тяжелые и сверхтяжелые летательные аппараты. Его эксплуатация ведется в интересах испытания космической техники, доставки на аэродром негабаритных грузов и технического персонала различных министерств, ведомств и авиакомпаний, в том числе и иностранных, задействованных в сопровождении космических программ

Аэродром находится в пустынной, малонаселенной местности Приаральских Каракумов, с небольшими возвышенностями, с небольшим травяным покровом, в 45 км севернее города Байконур (рис.2.1).

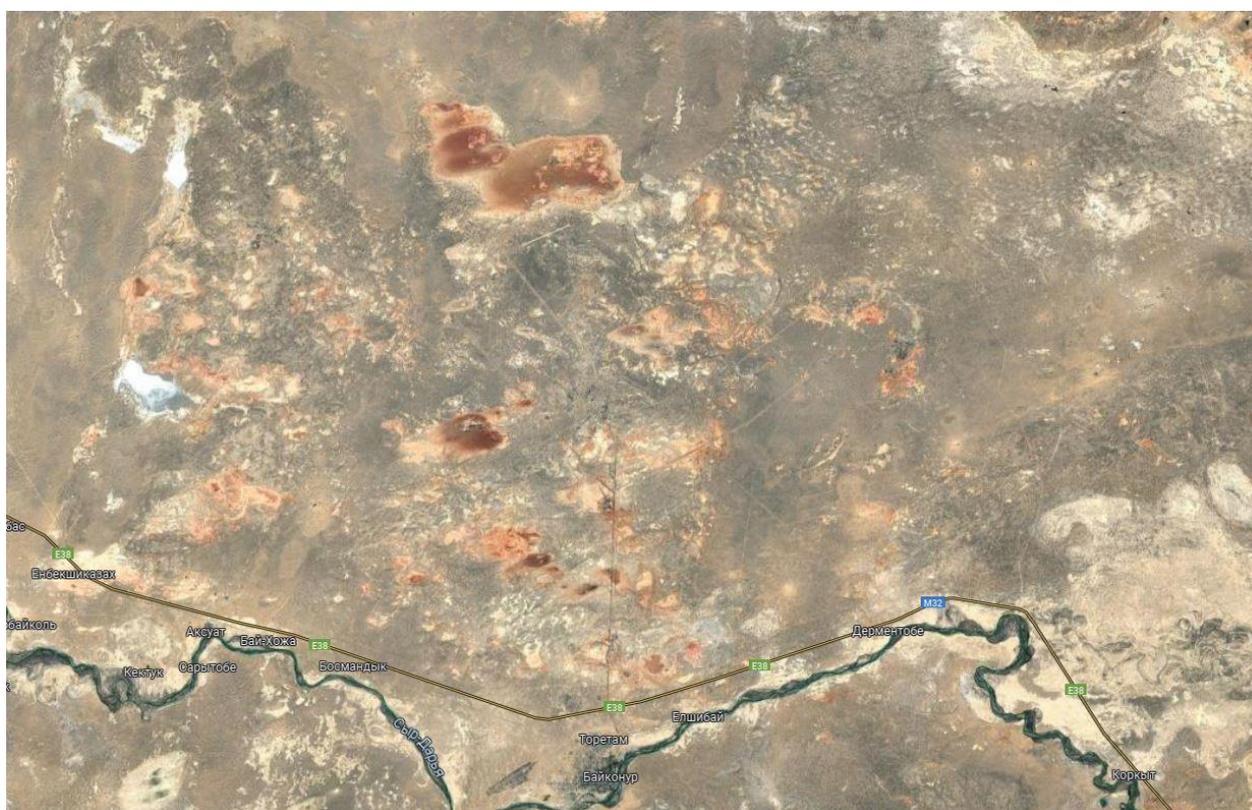


Рис. 2.1 – Район космодрома Байконур.

Взлетно-посадочная полоса аэродрома сделана из сверхпрочного бетона толщиной 30 см и имеет длину 4,5 км (рис 2.2).

Почва в районе аэродрома суглинистая или песчаная. Возвышенности могут достигать 300 м над уровнем моря, но в целом рельеф однообразный, характерный для полупустынь. Верхний слой почвы - светлый, мелкий песок с сероземом. Грунт преимущественно сыпучий, неустойчивый. Сыпучесть почв и их пылевидная структура приводит к образованию большого количества пыли при движении транспорта, а также создает исключительные трудности при инженерном оборудовании местности.

При сильных ветрах (более 12-15 м/сек) в сухую погоду возникают пыльные бури, ухудшающие горизонтальную видимость до 1 км и менее.



Рис. 2.2 – ВПП аэродрома Юбилейный

Растительность района скудная. Встречаются песчаная осока, солянка, гребенщик, полынь, редкая колючка и саксаул. Все растения хорошо приспособляются к особенностям климата пустыни. Вегетационный период продолжается около одного месяца и приходится на конец апреля и

начала мая. Зеленый покров держится до середины июня, после чего выгорает.

Снежный покров образуется в последней декаде декабря и разрушается в первой декаде марта. Средняя высота снежного покрова составляет 7 мм. В отдельные зимы снежный покров неустойчивый.

В течение года в районе аэродрома, в среднем выпадает 114 мм осадков. Наибольшая годовая сумма составляет 190 мм, наименьшая - 70 мм. В период с мая по сентябрь в среднем выпадает около 30 мм. Грунтовые воды находятся на глубине 25-30 м и до 200 м [8].

## 2.2 Климатическая характеристика района аэродрома.

Район аэродрома Юбилейный находится в зоне резко континентального климата. Это подтверждается наличием больших значений суточных и сезонных перепадов температур воздуха, очень малым его влагосодержанием и небольшим количеством осадков.

По многолетним данным метеорологических наблюдений, континентальность климата характеризуется:

- большими различиями между температурой самого теплого месяца (июль, средняя месячная температура 26.9°C) и самого холодного месяца (январь, средняя месячная температура –10.7°C);
- средним годовым количеством осадков, которое составляет 114 мм, причем около 60 % осадков выпадает в период с января по май, а на август приходится в среднем около 4.5 мм
- относительная влажность воздуха, составляющей в среднем 57 % при наибольших значениях с ноября по март ( 75-85 % ) и наименьших значениях (около 30 % ) в летние месяцы.

Наибольшее число пасмурных дней приходится на зимние месяцы. Максимум их 13.6 отмечается в декабре-январе, а в летние месяцы

преобладает малооблачная погода, когда количество пасмурных дней в июле-августе близко к нулю.

В течение большей части года преобладают ветры северо-восточного направления (25 % случаев). Зимой наибольшая повторяемость (25%) приходится на ветры восточного направления, а летом на ветры северо-западного направления (19 %).

Средняя годовая скорость ветра составляет 5.3 м/с. Наибольшие значения средней месячной скорости ветра приходятся на февраль-май (5.5-6.0 м/с), а наименьшая на октябрь - 4.9 м/с. Максимальное значение скорости ветра 37 м/с отмечалось в июне.

Число дней в году с явлениями погоды, ухудшающими горизонтальную видимость до 2-4 км, составляет 49.2, причем с декабря по март их 27.4.

Основными явлениями, ухудшающими видимость в зимние месяцы, являются осадки и туманы, в летние – пыльные бури.

Среднее число дней в году с грозой 9.6, при этом 7.7 дня приходится на май-июнь [8].

Основные черты климата формируются под влиянием циркуляционных процессов в атмосфере, а также под влиянием подстилающей поверхности. Для выявления закономерностей возникновения сложных метеорологических условий в районе аэродрома рассмотрим основные синоптические процессы, проходящие над районом аэродрома.

### 2.3 Циркуляция атмосферы над районом аэродрома.

Характеристики циркуляции атмосферы над рассматриваемым районом складываются под влиянием атмосферной циркуляции над Западной Европой, европейской территорией страны (ЕТС), Западной Сибирью и Средней Азией. На характер циркуляции в тропосфере большое значение оказывает орография прилегающих к району территорий.

С западной стороны находятся Кавказские горы, на юге – горные системы Памира, Тянь-Шаня и Копетдага. С севера примыкают Уральские горы с южными отрогами, а на востоке находится обширное всхолмленное плато. Все они оказывают существенное влияние на направление воздушных потоков на высотах, перемещение воздушных масс, барических образований и атмосферных фронтов. От горных систем зависит и положение тропосферных высотных фронтальных зон (ПВФЗ)

Кавказские горы способствуют возникновению волновых возмущений на южной ветви Полярной ПВФЗ. Это приводит к резким перепадам атмосферного давления над западными частями Казахстана, регенерации циклонов и фронтальных разделов при Западных вторжениях, что особенно заметно в холодную половину года.

Уральские горы с отрогами влияют на волновую деятельность Арктической ПВФЗ и северной части Полярной ПВФЗ, усиливая ее. Это вызывает слияние этих ПВФЗ, изменяет направление их осей и определяет развитие северных и северо-западных холодных вторжений на Центральный Казахстан. Эти процессы активнее в холодный период года.

Обширное плато с сильно всхолмленной поверхностью, занимающее весь Центральный Казахстан, способствует распространению на район аэродрома континентального воздуха арктических и умеренных широт в системе Сибирского максимума, распространяющегося с востока на запад до Урала и Волги. Препятствие в виде Урала и его южных отрогов усиливает и расширяет по площади мощный гребень Сибирского антициклона, который определяет условия погоды на обширной территории Казахстана в течение большей части года.

Памир, Тянь-Шань и Копетдаг, которые находятся на юге Казахстана, усиливают волновую деятельность Тропической ПВФЗ, что обуславливает вторжения Южных циклонов, которые вызывают наиболее резкие изменения погодных условий в районе аэродрома.

ПВФЗ, оказывающие влияние на циркуляционные процессы в атмосфере над районом аэродрома, располагаются в основном в широтном направлении над ЕТС, Западной Сибирью, Казахстаном и Средней Азией.

Из основных типов циркуляции атмосферы можно выделить пять типов, определяющих перенос воздушных масс и барических образований на район аэродрома. Эти типы циркуляции тесным образом связаны с положением ПВФЗ:

1. широтные процессы;
2. северо-западные европейские вторжения;
3. ультраполярные европейские вторжения;
4. северо-западные азиатские вторжения;
5. ультраполярные азиатские вторжения.

Эти основные типы циркуляции имеют ряд разновидностей. Наибольшую повторяемость в среднем за год имеют 1 и 2 типы, наименьшую – 3 и 5 типы.

Положение ПВФЗ, ее характер и основные типы циркуляции определяют направление перемещения барических образований, проходящих через район аэродрома.

Повторяемость циклонов различных типов достигает в районе аэродрома Юбилейный 30-40 в течение года. Средняя месячная повторяемость колеблется от 2 до 5 циклонов в месяц. Наибольшая повторяемость циклонов отмечается с октября по май, достигая максимальных значений в январе, марте и апреле, что объясняется активизацией фронтального раздела в холодную часть года, связанного с ПВФЗ, с Субтропической ПВФЗ над районами Южного Казахстана и Средней Азии. Наименьшее число циклонов бывает в августе, что связано с отходом Полярной ПВФЗ в более высокие широты и слабой активностью субтропического фронта.

Скорость перемещения циклонов через район аэродрома в среднем составляет около 30 км/час, повышаясь в холодную часть года до 35-40

км/час и снижаясь летом до 23-26 км/час. Скорость южных циклонов может достигать за небольшие промежутки времени 80-90 км/час, особенно на участках траектории от юга Каспийского моря до нижнего течения р. Сыр - Дарья.

Повторяемость антициклонов за год достигает в среднем 30 случаев .В месяц отмечается прохождение 1-3 антициклонов через район аэродрома . Антициклоны чаще всего носят характер вторжений вслед за заключительным циклоном циклонической серии. Наименьшее количество антициклонов отмечается в августе, а наибольшее – в октябре.

Скорость перемещения антициклонов в 1.5 –2 раза выше скорости циклонов и достигает в среднем 45-50 км/час. В холодную часть года скорость перемещения антициклонов достигает 60 км/час, а в теплую –35-40 км/час. Большинство антициклонов при выходе на территорию района аэродрома имеют скорость несколько меньшую, чем при уходе с неё.

Характер барического поля у земли, траектории перемещения барических образований отражают лишь один из факторов динамического формирования климата района аэродрома. Другим важным фактором является характеристика воздушных масс, приходящих на район аэродрома при холодных вторжениях или циклонических прорывах [7].

В зависимости от типа воздушной массы и характера переноса её на район аэродрома можно выделить несколько наиболее типичных синоптических процессов, оказывающих решающее влияние на формирование климата в районе аэродрома:

1. Юго-западная периферия антициклона.
2. Холодные вторжения.
3. Южные циклоны.
4. Малоподвижный циклон над Западным Казахстаном.
5. Термическая депрессия над Средней Азией.

Второй и третий типы включают в себя по несколько разновидностей, подтипов, обладающих характерными особенностями и по разному влияющими на формирование климата района аэродрома. Кроме того, существует ряд других типов синоптических процессов, хоть и оказывающих некоторое влияние на климат района, но имеющих незначительную повторяемость в течение года.

В таблице 2,1 приводятся данные о средней повторяемости типов синоптических положений независимо от их продолжительности.

Таблица 0.1 - Средней повторяемости типов синоптических положений

Месяц	T.1	T.2	T.3	T.4	T.5	T.6	T.7	T.8	T.9
ХII	7	3,3	2,4	2,3	2	2,6	1,2	0,5	0
I	6,2	3	2	2,5	3,4	2,2	1,1	0,4	0
II	5,6	2,7	1,5	2,4	3	2,4	1,3	0,6	0
III	6,3	3,6	1,5	4,8	2,4	0,4	0,9	0,8	6,3
IV	6,2	3	1,5	3,4	2,4	0,4	1,1	0,4	6,2
V	5,1	4,2	2,1	5,6	2,5	0,9	0,9	0,4	5,1
VI	3,4	5,7	1,5	5,3	0,8	0	0,2	0,1	1,7
VII	2,6	4,3	3,9	5,7	0,1	0	0	0	4,7
VIII	4,4	3,8	3,2	4,5	0,4	0	0	0,1	5,2
IX	5,6	3,8	1,9	4	0,5	0,1	0,6	0	0
X	6,1	3,7	1,8	3,4	1,7	0,2	0,8	0,3	0
XI	6,3	3,2	2,1	2,8	2,5	1,6	0,5	0,3	0
период	25	17,4	10,5	18,4	8,6	4,3	3,2	1,3	11,5

Где:

тип 1- юго-западная периферия антициклона;

тип 2 – северо-западное холодное вторжение;

тип 3 – северное холодное вторжение;

тип 4 – западное холодное вторжение;

тип 5 – южно-каспийский циклон;

тип 6- Мургабский циклон;

тип 7 – Верхне-амударьинский циклон;

тип 8 – малоподвижный циклон над Западным Казахстаном;

тип 9 - термическая депрессия.

В дальнейшем будем пользоваться этим обозначением процессов.

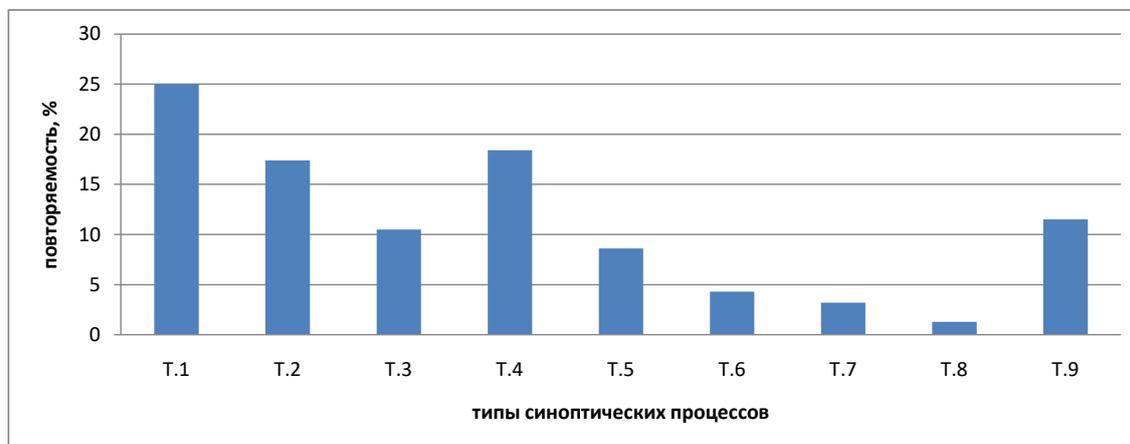


Рис.2.3 – Повторяемость (%) типов синоптических процессов за рассматриваемый период

Из графика видно, что район аэродрома чаще всего находится под влиянием юго-западной периферии антициклона, холодных вторжений с севера и северо-запада и термической депрессии. Рассмотрим влияние этих процессов на погоду в районе аэродрома.

## 2.4 Краткая характеристика основных синоптических процессов.

### 2.4.1 Юго-западная периферия антициклона.

Юго-западной периферией антициклона называется синоптическое положение, при котором над Казахстаном в нижних слоях атмосферы господствует мощный отрог Сибирского антициклона, ориентированный с востока на запад.

Этот тип синоптического процесса устанавливается при интенсивной зональной циркуляции вдоль Северной ветви Полярной ПВФЗ, располагающейся на широте 50-60° с.ш.

Над Казахстаном на картах АТ-500 образуется гребень с самостоятельным центром над районом Джезказгана, а над ЕТС располагается глубокая ложбина с осью, направленной от Белого моря на Кавказ.

Над средней Азией располагается область тепла, а над ЕТС ложбина холода, направленная со Скандинавии на Крым.

При Юго-западной периферии антициклона над районом аэродрома преобладает малооблачная погода. Зимой образуется мощная инверсия, под которой нередко образование тонкой слоистой облачности и тумана радиационного характера. Весной (апрель) и летом (июнь) прослеживается широкая полоса сильных северо-восточных и восточных ветров, проходящая от Семипалатинска на Караганду, Джезказган и Аральское море. В отдельные годы устойчивые северо-восточные ветры со скоростями 15-20 м/сек. Наблюдаются в апреле и июне на протяжении 10-15 дней и сопровождаются пыльными бурями [7].

#### 2.4.2 Холодные вторжения

Вторжения холодных воздушных масс на район аэродрома имеют три основных направления: северное, северо-западное и западное. Каждое из них имеет свои особенности как по типу воздушной массы, вторгающейся по этому направлению, так и по характеру условий погоды, обусловленных этой воздушной массой.

Северные холодные вторжения - это такие синоптические процессы, при которых арктический воздух или холодный умеренный воздух проникает на район аэродрома с севера – через Урал, Западную Сибирь и Казахстан.

При развитии северного вторжения над ЕТС располагается высотный гребень, направленный на Карское море или Новую Землю, а над Восточным

Казахстаном находится высотный циклон, регенерирующий на арктическом фронте. ПВФЗ имеет Г-образную форму, огибая от Скандинавии на Новую Землю, затем вдоль Урала на Западный Казахстан высотный гребень, а далее идет на Байкал. Южная часть ПВФЗ представляет собой широкую фронтальную зону, образовавшуюся от слияния арктической и северной полярной ПВФЗ. Вместо гребня над ЕТС может располагаться высотный антициклон с центром на широте около 60°с.ш., занимающей не только ЕТС, но и Западную Европу.

Под северо-восточной частью высотного гребня формируется антициклон вторжения, который смещается к югу до широты 50-45°с.ш. В системе этого антициклона на район аэродрома за холодным фронтом приходит холодный арктический воздух. Траектория вторжения может проходить как от Сыктывкара, так и от Таймыра, в зависимости от положения центра высотного циклона над Казахстаном.

Вторжение проходит, как правило, без резких фронтальных явлений, но часто при усилении северо-восточного и восточного ветра до 15-20 м/с.

Облачность резко обрывается за линией фронта, осадки обычно не наблюдаются. Понижение температуры достигает 15-20°С. Продолжительность вторжения, в среднем, не превышает 2-3 суток.

Повторяемость вторжений летом и зимой около 10%.

Северо-западные холодные вторжения - это такие синоптические процессы, при которых арктические или умеренные воздушные массы, ограничиваемые холодным фронтом, проникают на район аэродрома с северо-запада, через юго-восточную часть ЕТС.

Характер высотного термобарического поля при этих вторжениях аналогичен полю северных холодных вторжений, но высотный гребень ориентирован через Балканы, Центральную Европу на Скандинавию, а высотный циклон расположением центра занимает Западную Сибирь, вблизи Северного Урала.

Ось ПВФЗ ориентирована от Белого моря на среднюю Волгу, юг Урала и далее на северо-восток. Иногда ось ПВФЗ опускается до Кавказа.

На холодном фронте, расположенном над Западным Казахстаном, часто развиваются волновые возмущения, замедляющие фронта к юго-востоку.

Северо-западные вторжения чаще наблюдаются в теплую половину года-до 23% случаев.

Продолжительность вторжений около 2 суток, в отдельных случаях –до 4 суток.

Северо-западным вторжениям зимой предшествует выход чаще всего выход Южных циклонов, а летом - западные вторжения.

Вторжения сопровождаются в холодное время сложными условиями погоды: сплошной многоярусной облачностью слоистых форм, обложными осадками, усилением северо-западного ветра, гололедными явлениями, туманами перед началом вторжения, а при его развитии понижением температуры.

В теплую половину года чаще всего вторжение развивается при малооблачной погоде. Лишь в отдельных случаях на холодном фронте развиваются грозы, кратковременные ливни. Усиление ветра и поворот его с северо-западного на северо-восточное направление сопровождает большинство холодных вторжений.

Западным вторжением называют такой синоптический процесс, при котором воздух умеренных широт, вторгается на район аэродрома с Запада через Кавказ и Черное море за меридиональным холодным фронтом.

Вторжение развивается при наличии обширного высотного циклона с центром над Уралом или ЕТС. ПВФЗ окаймляет южную периферию циклона примерно на широте 45°с.ш.. Чаще всего ПВФЗ искривлена слабо, имеет несколько циклогенических участков, на которых развиваются волновые возмущения и довольно глубокие циклоны, быстроперемещающиеся с запада на восток.

Вторжение обычно происходит за холодным фронтом второго рода. Особенно интенсивным бывает процесс при вторжении арктического воздуха, проникшего на юг ЕТС в теплую половину года.

В этих случаях на меридиональном полярном фронте возникает частный циклон, который интенсивно углубляется и со скоростью 50-60 км/ч смещается со среднего течения Волги на район аэродрома. При интенсивном затоке арктического холодного воздуха в тыл циклона, фронт обостряется и в нашем районе дает мощную конвективную облачность, грозы, ливневые осадки, шквалы и пыльные бури. Происходит заметное понижение температуры воздуха.

При развитии процесса на малоактивной ПВФЗ в летнее время развивается кучевая и мощная кучевая облачность, происходит усиление ветра, наблюдаются пыльные бури. Осадки в летнее время отмечаются редко.

В зимнее время преобладает сплошная облачность типа As-Ns высотой 100-150 м, продолжительные осадки обложного характера, туманы (адвективные). Зимой вторжение может сопровождаться частным повышением температуры при переходе на район аэродрома воздушной массы с Атлантического океана.

Повторяемость западных вторжений зимой 2-3 в месяц, летом – до 6 случаев в месяц. Средняя продолжительность одного вторжения не превышает 3 суток [7].

## 2.5 Южные циклоны

Формирование южных циклонов происходит при сильно развитой меридиональности высотного термобарического поля. Циклоны возникают в передней части высотных ложбин с циклонической кривизной дивергирующих изогипс. ПВФЗ, под которой осуществляется выход южных циклонов, располагается в среднем между меридианами 40-60 °в.д. Положение ПВФЗ определяет траекторию движения циклонов.

По виду траектории и влиянию на формирование условий погоды в нашем районе можно выделить следующие основные типы южных циклонов:

1. Южно-каспийский;
2. Мургабский;
3. Верхне-амударьинский.

Рассмотрим подробнее эти барические образования.

#### 2.5.1 Южно-каспийский циклон.

Прорывом Южно-каспийского циклона называется такой процесс, при котором циклон появляется над южной частью Каспийского моря или несколько восточнее и быстро смещается в северо-восточном направлении на район аэродрома.

Тропический воздух со Средиземного моря сильными потоками под ПВФЗ переносится с юго-запада на северо-восток, переваливает хребты Иранского, Азербайджано-Армянского нагорья и образует тёплый фронт над Западной Туркменией. Одновременно происходит адвекция холодного воздуха в тыл образующегося на юге Каспийского моря циклона из районов Северного Кавказа и Украины, что приводит к образованию холодного фронта.

При благоприятной для Южно-каспийского циклона синоптической ситуации после появления 1-2 циклонических изобар на приземной карте через 4-6 часов появляются замкнутые изобары и чётко виден тёплый сектор молодого циклона.

Если до появления замкнутых изобар скорость перемещения циклона не превышает 20-25 км/час, то после их появления скорость резко возрастает до 80-90 км/час и более.

При выходе на район аэродрома Южно-каспийского циклона перед тёплым фронтом окклюзии появляется за 9-12 час. Облачность Ci, Cs, Ac, As, Ns. Осадки перед тёплым фронтом наблюдаются редко и не имеют

интенсивного характера. Перед тёплым фронтом падение давления достигает значений 4-5 мб за 3 часа.

Циклон при подходе к Аральскому морю обычно регенерирует на холодном фронте северо-западного холодного вторжения и продолжает смещаться на северо-восток с большой скоростью.

При подходе холодного фронта к нашему району наблюдается резкое усиление юго-восточного ветра, пыльные бури. На холодном фронте развивается мощная конвективная облачность, наблюдаются грозы, ливневые осадки, шквалы. За фронтом ветер изменяет своё направление на западное и северо-западное, после чего стихает (после прохождения кучево-дождевой облачности). После прохождения холодного фронта погода быстро улучшается. В тылу циклона в течение 2-3 суток развивается кучевая и мощно-кучевая облачность, редко переходящая в кучево-дождевую. Осадки наблюдаются редко и носят кратковременный характер.

#### 2.5.2 Мургабский циклон.

Мургабским называется циклон, появляющейся на юге Туркмении над бассейном реки Мургаб и Теджен и движущийся в северо-восточном направлении. Циклон возникает на полярном фронте под южной ветвью полярной ПВФЗ, проходящей в меридиональном направлении через ЕТС, на Чёрное море, Турцию и далее на восток северо-восток.

На высотных картах появлению циклона предшествует глубокая ложбина с осью от Новой Земли до Кавказа, а над Западной Европой располагается высотный гребень.

Тёплый сектор циклона обычно проходит вдоль широты 40°с.ш. Фронтальные разделы непосредственно через район аэродрома не проходят, но широкая зона осадков на тёплом фронте может распространиться на район аэродрома.

Признаками выхода циклона на район аэродрома являются:

- интенсивное падение давления в районе Нукуса;

- устойчивый юго-западный перенос на высотах до 500 мб;
- появление плотной перистой облачности, переходящей в систему As-Ns.

Зона облачности и осадков прослеживается чётко на приземных картах и прогнозирование их не представляет сложности. Осадки носят обложной характер, редко бывают ливневыми, а так как Мургабские циклоны отмечаются в подавляющем числе случаев только в холодное время года, то с их появлением в районе аэродрома отмечаются интенсивные гололёдные явления и туманы большой продолжительности. Обычно Мургабскому циклону предшествует юго-западная периферия антициклона.

### 2.5.3 Верхне-амударьинский циклон.

Верхне-амударьинским циклоном называется процесс развития циклонической деятельности в горных районах Средней Азии и Южного Казахстана. Процесс развивается при наличии высотной ложбины с осью от Целинограда до Южного Ирана. По периферии ложбины происходит интенсивный заток холодного воздуха на Среднюю Азию, где под субтропической ПВФЗ происходит формирование малоподвижного циклона, смещающегося от Центрального Ирана на северо-восток и восток.

Влияние Верхне-амударьинского циклона на район аэродрома проявляется при хорошо выраженных южных потоках в нижней и средней тропосфере от предгорий Копетдага на район аэродрома. В этом случае в нашем районе наблюдаются туманы, низкая облачность. Эти циклоны отмечаются в основном зимой, и вынос тёплого воздуха на район аэродрома сопровождается гололёдными явлениями. Повторяемость циклонов не более 1-2 случаев в зимние месяцы.

### 2.5.4 Малоподвижный циклон над Западом Казахстана.

Малоподвижным циклоном над Западом Казахстана называется синоптическое положение, при котором над Средней Азией и Западным

Казахстаном возникает малоподвижный циклон, захватывающий своей циркуляцией всю тропосферу; приземный центр его чаще всего располагается в низовьях Сыр-Дарьи либо над Аральским морем.

В большинстве случаев малоподвижный циклон образуется в результате окклюдирования одного из южных циклонов (Южно-Каспийского) и последующей его регенерацией на фронте холодного вторжения.

Процесс развивается при наличии хорошо выраженной меридиональности полярной ПВФЗ [7].

### 3. Сложные метеорологические условия в районе аэродрома Юбилейный.

Проведем анализ повторяемости сложных метеорологических условий по данным метеорологических наблюдений за 2020-2024 гг. на АМСГ «Юбилейный» [8]. Как уже рассматривалось ранее, к сложным метеорологическим условиям относятся низкая облачность и ограниченная видимость.

#### 3.1 Облачность в районе аэродрома.

Рассмотрим повторяемость различного состояния неба по общей и нижней облачности в процентах от общего числа наблюдений за месяц. Вероятность покрытия неба облаками даётся как с учётом облаков всех форм без подразделения по высоте, так и с учётом облаков только нижнего яруса. В таблице также выделена повторяемость 10-бальной облачности только нижнего яруса.

Таблица 3.1 - Повторяемость пасмурного (8-10) состояния неба по общей и нижней облачности.

кол-во обл. б.		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
8-10	Общ	54	46	58	48	32	24	19	12	16	38	48	55
	Ниж	38	26	30	15	8	6	6	5	5	16	25	40
10	Ниж	32	24	26	12	3	2	2	1	3	11	21	37

Из таблицы видно, что максимальная повторяемость низкой облачности наблюдается холодный период года, с ноября по март. Это связано с выходом в район аэродрома Южно-Каспийского, Мургабского и Южно-амударьинского циклонов в зимний период. На атмосферных фронтах возникает низкая облачность. Приносят низкую облачность и Западные вторжения. Они хоть и носят кратковременный характер, но всегда сопровождаются низкой облачностью.



Рис. 3.1 – Повторяемость пасмурного (%) неба по общей и нижней облачности.

Данные таблицы 3.2 представляют собой среднее месячное число пасмурных дней по общей и нижней облачности.

Таблица 3.2 - Число пасмурных дней по общей и нижней облачности.

КОЛ-ВО обл. б.		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
8-10	Общ	12,6	9,4	11,2	9,5	4,2	2,0	1,8	0,6	1,0	5,6	7,6	12,5
	Ниж	6,6	3,5	4,1	2,0	0,3	0,05	0,2	0,05	0,4	1,9	3,0	7,4

В таблице 3.3 представлена повторяемость основных форм облачности по месяцам нижнего яруса (St, Ns, Sc, Cu, Cb, Fr nb) в процентах к числу наблюдений. Следует иметь в виду, что повторяемость всех форм облаков не равна 100%, т к возможны случаи полностью ясного неба, наличие форм облачности 2-х или 3-х ярусов одновременно или облачности нескольких форм одного яруса. В табл. 3.3 также указана повторяемость состояния неба, когда форму облачности определить невозможно из-за плохой видимости, связанной с пыльной бурей, туманом, метелью.

Таблица 3.3 - Повторяемость основных форм облачности.

Форма облачности	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Cu	1,0	0,3	16,2	32,2	48,9	61,9	68,0	49,5	27,8	19,7	5,7	1,5
Cb	1,6	1,2	5,3	13,2	26,4	26,8	25,6	15,3	10,0	9,5	2,3	0,8
St	40,0	33,0	27,2	9,0	3,2	1,7	2,4	1,1	1,5	7,6	23,4	38,4
Sc	35,6	34,2	48,0	40,0	28,9	26,3	27,1	17,6	22,4	41,6	47,9	47,4
Ns	24,4	16,6	19,4	16,4	8,7	3,5	4,7	4,4	5,2	15,6	19,2	25,0
Fr	20,5	20,4	21,2	15,3	6,1	2,5	2,7	3,6	4,0	13,7	16,8	22,9
FG. ↔.S	16,1	16,0	12,4	1,2	0,2	0	0	0,2	0	1,1	10,7	18,4

Из таблицы видно, что облака слоистых форм преобладают, в основном, в холодный период года, а кучевых форм – в теплый период года, что говорит об их внутримассовом происхождении.

Таблица 3.4 – Повторяемость форм облаков нижнего яруса и вертикального развития за год

форма	Cu	Cb	St	Sc	Ns	Fr	FG. ↔.S
%	27,7	11,5	18,1	34,5	13,5	12,4	6,3

Из данных таблицы видно, что наибольшая повторяемость у слоисто-кучевых облаков, кучевых и слоистых.

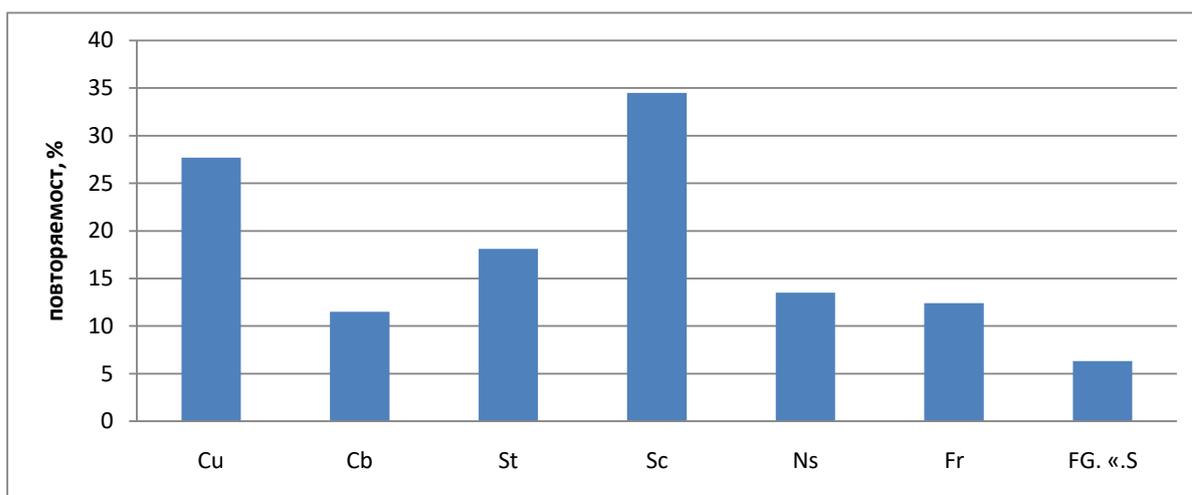


Рис.3.2 – Повторяемость форм облаков нижнего и среднего яруса

Как опасное для авиации явление погоды, отдельный интерес вызывает кучево-дождевая облачность (Cb). В таблице 3.5 представлено среднее и максимальное число дней с кучево-дождевой облачностью в районе аэродрома за рассматриваемый период.

Таблица 3.5 - Число дней с кучево-дождевой облачностью

Число дней	месяцы												За год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
среднее	0,40	0,25	1,70	3,90	7,70	7,90	8,20	4,25	2,15	2,90	0,75	0,25	40,4
наибольшее	2	3	5	9	17	16	13	6	9	9	3	2	60

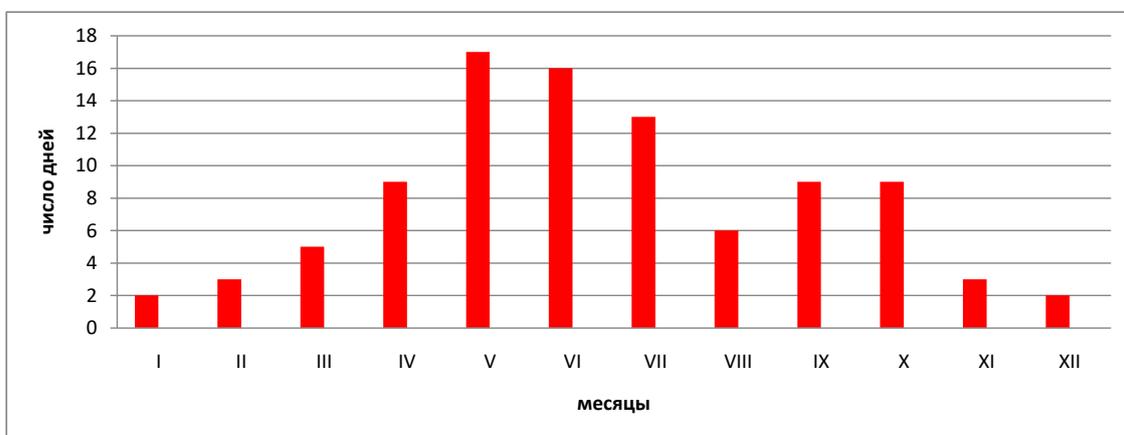


Рис. 3.3 – Наибольшее число дней с кучево-дождевой облачностью

Из таблицы и гистограммы видно, что наибольшее число дней с кучево-дождевой облачностью наблюдается с мая по июль. В основном это внутримассовые облака, которые в своей максимальной стадии развития сопровождаются грозами, с ливневыми осадками и шквалистым ветром. К 16 часам местного времени такие облака начинают разрушаться. Остальные случаи Cb связаны с прохождением холодных атмосферных фронтов, особенно в осенний период, когда на территорию Казахстана приходят холодные западные вторжения.

В таблице 3.6 представлена повторяемость ВНГО по градациям в процентах для месяцев и года от общего числа наблюдений нижней облачности за месяц и год.

Таблица 3.6 - Повторяемость высоты нижней границы облаков (%) по градациям.

Высота	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
50 и менее	8	8	4	1	0	0	0	0	0	1	5	10
50-100	27	23	13	5	1	0	0	0	0	3	11	26
101-200	29	27	25	11	1	0	0	0.2	2	9	18	25
201-300	15	18	20	12	5	1	1	1	4	10	20	15
301-600	14	17	22	29	17	7	4	7	11	22	23	14

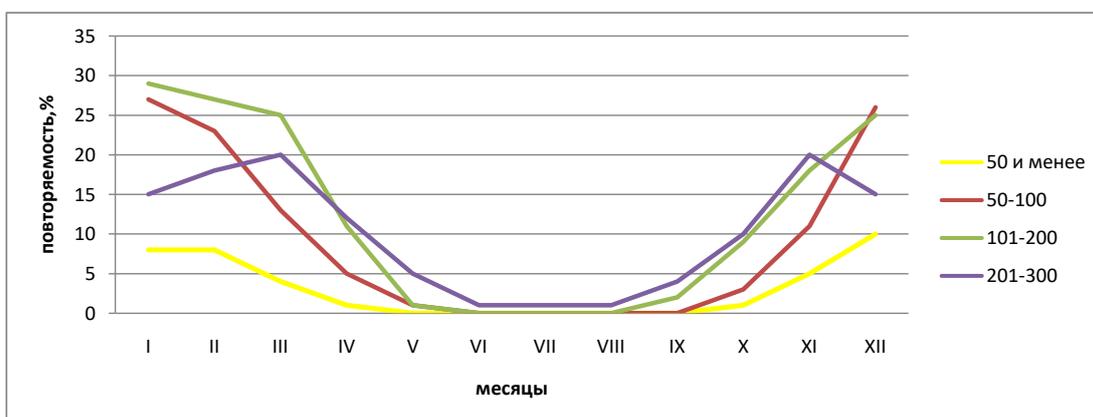


Рис. 3.4 – Повторяемость ВНГО по градациям.

Из таблицы и графика видно, повторяемость облаков с высотой нижней границы менее 300 м больше в холодный период года, что связано с прохождением циклонов и холодных вторжений. Вертикальная видимость менее 50 метров наблюдается в туманах, мгле и при песчаных бурях в холодный период года.

Мургабский циклон в зимние месяцы приносит с собой в районы Средней Азии и Казахстана тропический воздух. Теплый фронт характеризуется верхней и средней облачностью, которая может уплотняться,

местами появляются осадки. В начале окклюдирования циклона осадки усиливаются, а в дальнейшем они ослабевают.

Холодный фронт характеризуется низкой облачностью (Cb, Ns) и сопровождается осадками. Особенно обильные осадки могут наблюдаться в случае регенерации циклона на прежнем арктическом фронте.

Траектория Мургабского циклона обычно проходит южнее района аэродрома Юбилейный, лишь в очень редких случаях, захватывая его центр. Основное влияние связано с теплым фронтом, который приносит с собой зоны осадков. При смещении Мургабского циклона на восток осадки прекращаются. Наблюдается небольшое повышение температуры.

Холодный фронт на район аэродрома существенного влияния не оказывает, так как его траектория лежит южнее.

Теплая воздушная масса, которую приносит с собой Мургабский циклон в районы Средней Азии и Казахстана, при юго-восточных ветрах вызывает понижение облачности до 100 м и ниже в нашем районе. Очень часто возникают адвективные туманы, связанные с адвекцией теплого воздуха на более холодную поверхность района базирования. На дорогах часты случаи образования гололедицы и слабого гололеда.

Выход Верхне-амударьинского циклона не приносит с собой существенных изменений температуры. Так как траектории выхода Верхне-амударьинского циклона являются самыми восточными, то непосредственного влияния на район аэродрома циклон не оказывает. Влияние сказывается в адвекции теплого воздуха Средней Азии, который приносит с собой циклон, на более холодную поверхность Казахстана. Как и в случае Мургабских циклонов наблюдается возникновение низкой облачности (до 100 м и ниже), часты адвективные туманы. Возможно возникновение гололедицы и слабого гололеда.

Рассмотрим случаи ограниченной видимости в районе аэродрома Юбилейный.

### 3.2 Ограниченная видимость в районе аэродрома.

Ограниченная видимость в районе аэродрома связана с наличием в атмосфере примесей искусственного или естественного происхождения, а также атмосферных явлений.

Между тем, такие атмосферные явления как грозы и гололёд, не влияя на видимость, также существенно влияют на работу авиации, автотранспорта, эксплуатацию линий электропередач и на другие отрасли народного хозяйства.

В данном разделе представлены данные о среднем числе дней с туманом, дымкой, дождём, снегом, моросью, метелью, и пыльной бурей по различным градациям видимости и о среднем числе дней с этими явлениями не зависимо от того, как они влияют на ухудшение видимости.

Число дней с градациями видимости ниже 4 км представлены в таблицах 3.7 -3.9

Таблица 3.7 – Число дней с явлениями погоды, ухудшающими видимость до 1000 метров и менее.

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Число дней	9	7	5	3	1	1	2	1	1	1	6	8	45
%	20	16	11	6	2	2	4	2	2	2	13	18	100

Из таблицы видно, что в среднем за год наблюдается 45 дней с ухудшением видимости до значений 1000м и менее. Причиной такого ухудшения являются туманы в холодный период года. В теплый период года туманы, в основном, радиационные и их количество невелико.

Сильные песчаные бури и густые дымки уменьшают видимость до 1000-2000м. В таблице 3.8 представлено число дней с явлениями, ухудшающими видимость до указанных пределов.

Таблица 3.8 – Число дней с явлениями погоды, ухудшающими видимость до 1000-2000 метров.

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Число дней	4	3	2	2	1	2	1	1	1	1	2	3	24
%	17	13	8	8	4	8	4	4	4	4	8	13	100

Таблица 3.9 – Число дней с явлениями погоды, ухудшающими видимость в пределах 2-4 км.

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Число дней	8	7	6	3	3	2	3	2	2	3	4	7	50
%	16	14	12	6	6	4	6	4	4	6	8	14	100

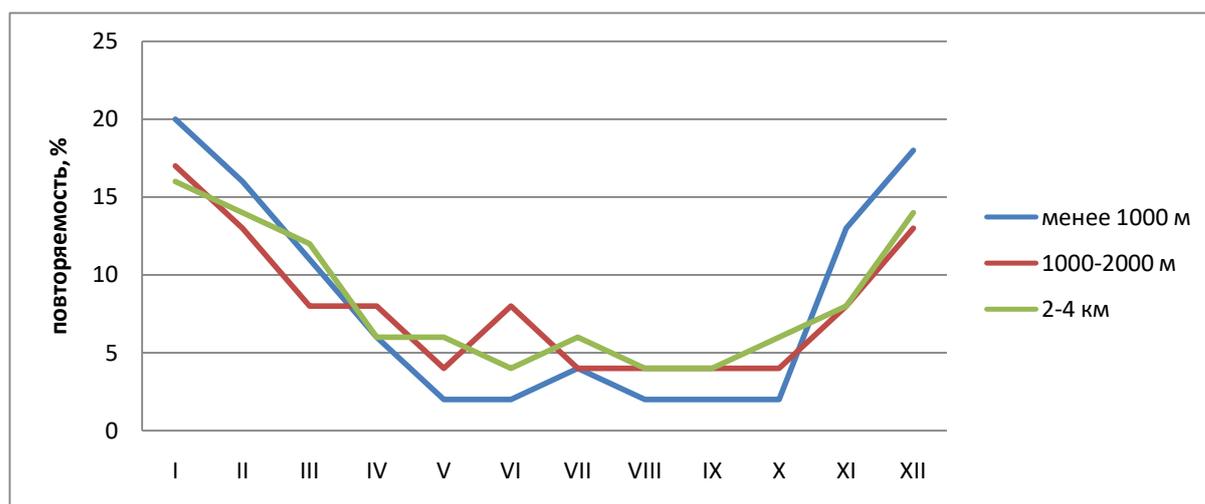


Рис. 3.5 – Повторяемость градаций видимости в районе аэродрома

График годового хода повторяемости различных градаций горизонтальной видимости даёт наглядное представление об увеличении числа дней со сложными метеорологическими условиями в холодное полугодие, с октября по март представлен на рисунке 3.5.

В практической работе важно знать повторяемость опасных явлений погоды в различные часы суток, а также их среднюю непрерывную продолжительность в различные месяцы и даже в день с явлением. Эти данные приведены для некоторых явлений (для гроз, туманов и метелей).

В таблице «число дней с грозой» представляется среднее число дней с близкими и отдалёнными грозами по месяцам и за год.

### 3.2.1 Метели в районе аэродрома.

Средняя Азия и Казахстан не защищены горами ни с севера, ни с запада и поэтому в большей степени подвержены вторжениям холодных масс, с которыми в зимний период связаны случаи осадков и похолоданий.

При северо-западных и северных вторжениях в Средней Азии и Казахстане начинается обычно предшествующие вторжению, потепление, связанное с выносом теплого воздуха из южных широт; затем, по мере продвижения холодного фронта вторжении вперед погода резко меняется: умеренные теплые западные или юго-западные ветры сменяются сильными и порывистыми северо-западными, небо заволакивается облаками, температура резко падает, начинаются осадки. Северо-западное вторжение всегда сопровождается осадками; при северных вторжениях осадков может не быть. Усиление ветра сопровождается метелью и ухудшением видимости.

В таблице 3.10 представлено среднее число дней с метелями в районе аэродрома.

Таблица 3.10 - Число дней с метелями и повторяемость (%)

Месяц	I	II	III	IV	IX	X	XI	XII	год
Число дней	2,4	2,0	0,1	0	0	0,3	0,4	0,8	6,0
%	40	33	2	0	0	5	7	13	100

Метели в районе аэродрома наблюдаются с октября по март, максимум метелей наблюдается в январе и феврале. Средняя продолжительность метелей в часах представлена в таблице 3.11

Таблица 3.11 - Средняя продолжительность метелей (часы)

месяц	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	год
часы	0.2	2	6	11	12	7	0.03	-	39

Таблица 3.12 - Повторяемость различных направлений ветра при метелях.

направление ветра	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
%	8	6	18	5	5	28	19	11

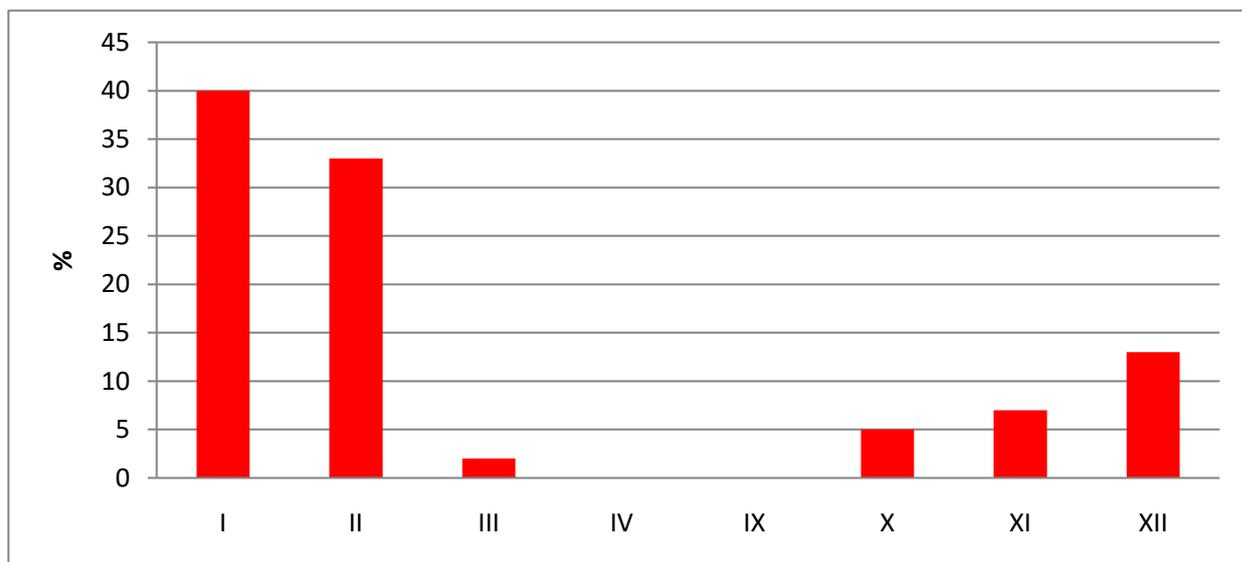


Рис. 3.6 – Повторяемость метелей в районе аэродрома

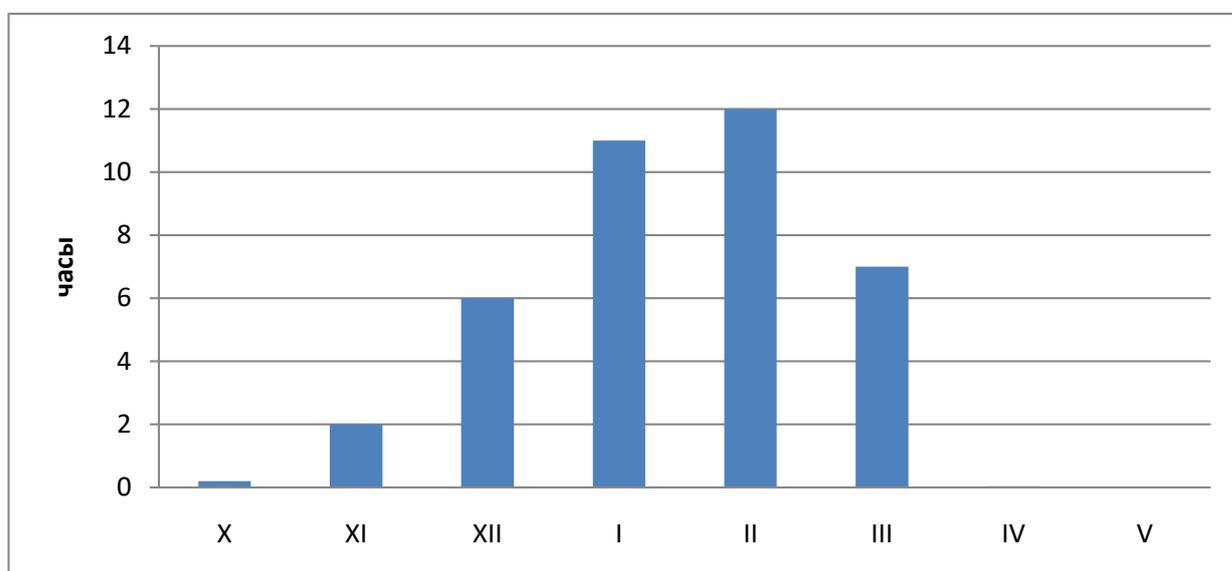


Рис. 3.7 – Продолжительность метелей в районе аэродрома.

В среднем продолжительность метелей достигает 6 часов. Максимальная продолжительность наблюдается в январе и феврале - 11 и 12

часов соответственно. В таблице 3.12 представлена повторяемость направлений ветра при метелях в районе аэродрома. Из таблицы видно, что метели чаще возникают ветрах западных направлений, но в случае выхода Мургабского циклона метели могут возникать при ветре восточных направлений.

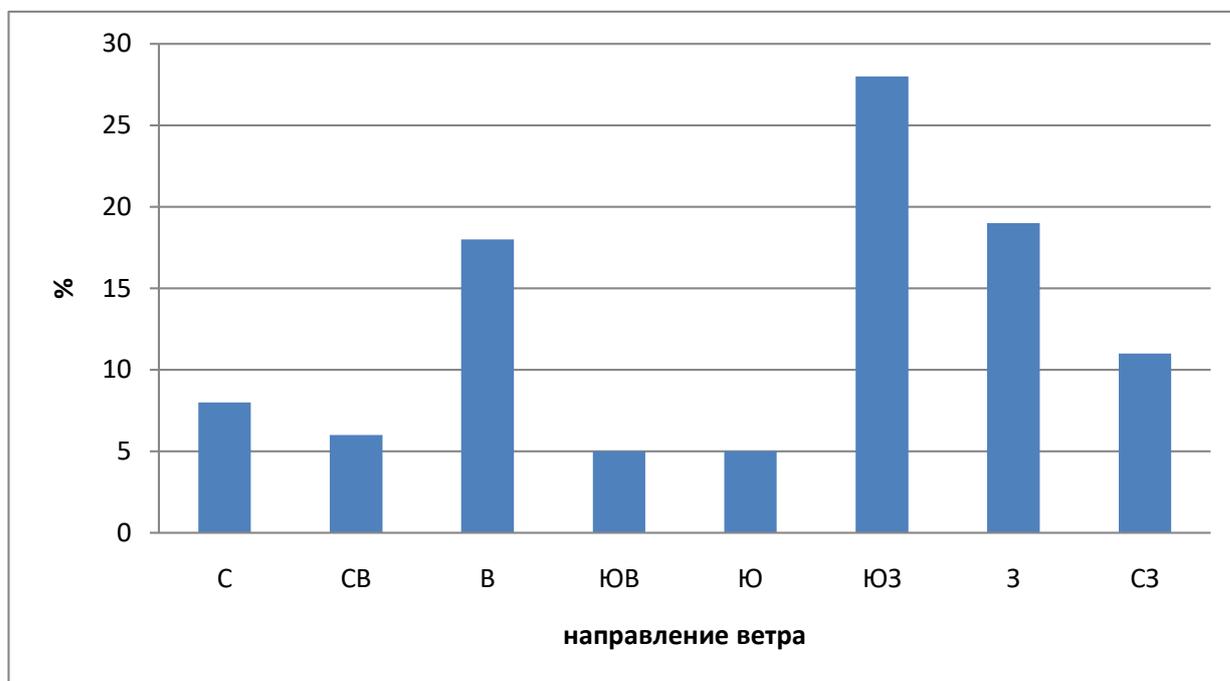


Рис. 3.8 – Направление ветра при метелях в районе аэродрома.

### 3.2.2 Туманы, дымки и осадки.

Рассмотрим такие явления погоды, как туманы и дымки и их влияние на ухудшение видимости в районе аэродрома.

Туманы в районе аэродрома носят радиационный и адвективный характер и наблюдаются чаще в холодный период года. Это напрямую связано с прохождением циклонов над районом аэродрома.

Мургабский циклон осенью проявляется редко, несколько больше его повторяемость в декабре. Влияние его в основном связано с прохождением тёплого фронта, т к холодный фронт из-за южной траектории перемещения циклона влияния на район аэродрома не оказывает.

Тёплый фронт характеризуется натеканием облачности, иногда возможны осадки. В конце ноября в связи с юго-восточным выносом тёплого воздуха на относительно холодную поверхность района аэродрома образуется низкая облачность и возможны туманы адвективного типа.

Западные вторжения зимой дают лишь небольшие похолодания, значительно менее интенсивные, но всегда сопровождаются осадками. Наблюдается большое число пасмурных дней (50-95%). Основной вид осадков – мокрый снег, изредка переходящий в дождь. Возможен гололед и очень часты туманы, нередко с моросью.

В теплый период года туманов мало, что связано с небольшим влагосодержанием в атмосфере.

В таблице 3.13 представлено число дней с туманом в районе аэродрома.

Таблица 3.13 – Число дней с туманом в районе аэродрома Юбилейный

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Число дней	6	5	4	0,6	0,1	0	0	0,1	0,1	1,0	4	7	27
%	22	19	15	2	0,4	0	0	0,4	0,4	0,4	15	26	100

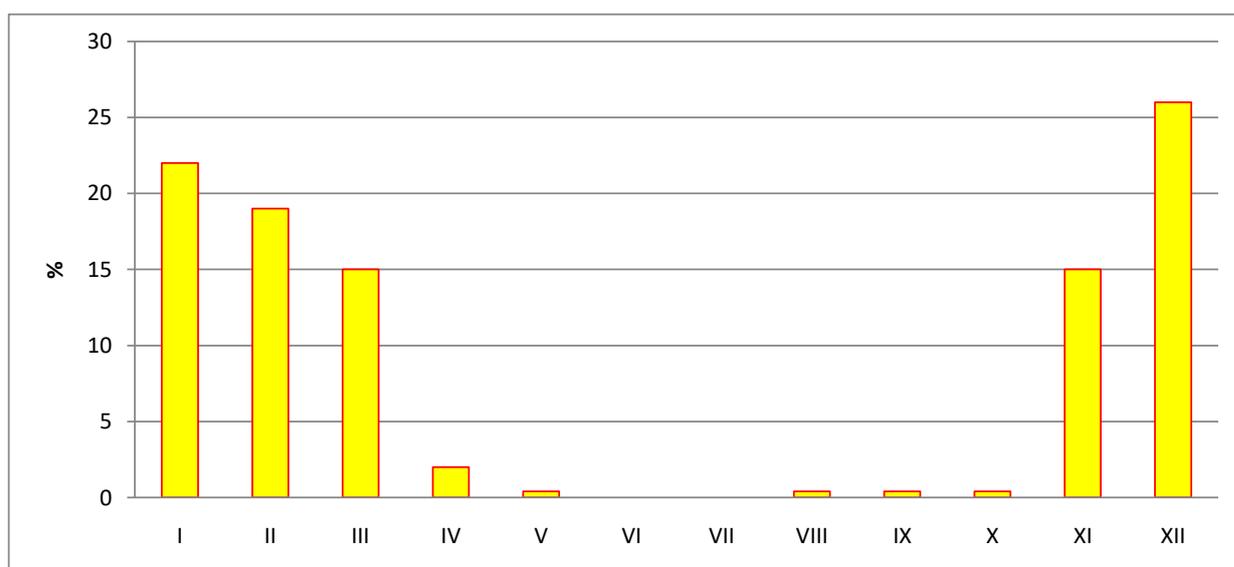


Рис.3.9 – Повторяемость туманов в районе аэродрома

Хорошо выраженного суточного хода у туманов в районе аэродрома нет. Адвективные туманы наблюдаются в любое время суток, а радиационные туманы возникают в ночные часы и с рассветом рассеиваются.

Продолжительность туманов представлена в таблице 3.14. Из таблицы видно, что чаще всего продолжительность туманов в районе аэродрома не превышает 6 часов, но было три случая тумана с продолжительностью 21, 19 и 20 часов.

Таблица 3.14 - Продолжительность туманов

часы	0 - 6	6 -12	12 –18	18 -24
%	57	28	12	3

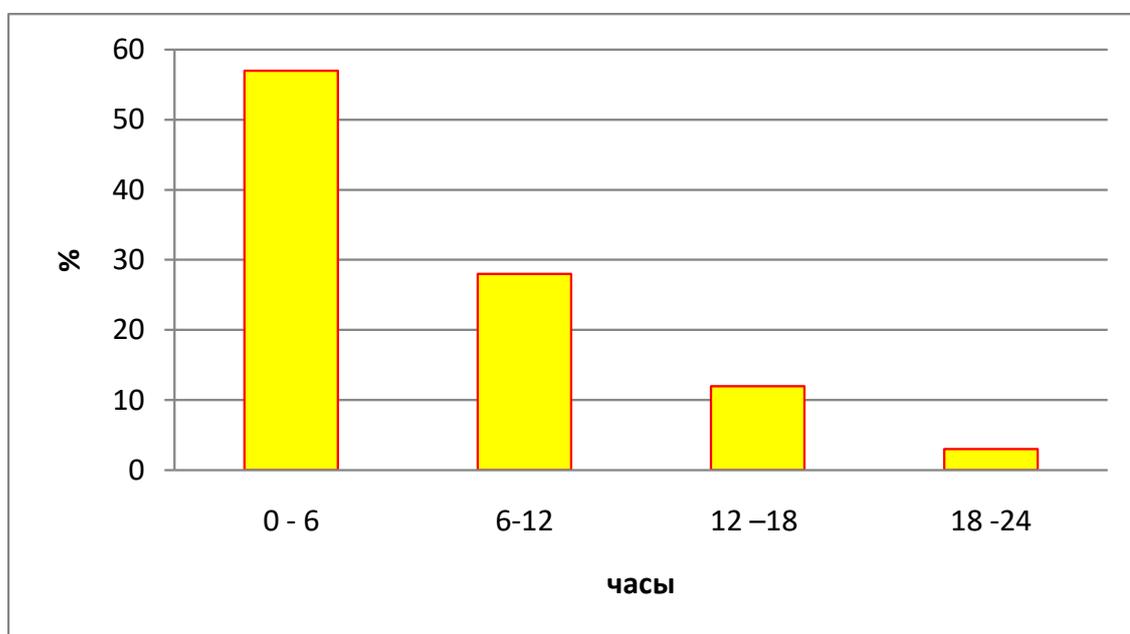


Рис. 3.10 – Продолжительность туманов в районе аэродрома

Наряду с туманами свой вклад в ухудшение видимости до значений менее 2000 метров вносят дымки и осадки. Эти явления так же связаны с прохождением циклонов и западных вторжений. Число дней с дымками представлено в таблице 3.15.

Таблица 3.15 – Число дней с дымками, ухудшающими видимость до 2000 м и менее.

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Число дней	11	9	7	3	0,4	0,5	0,1	0,3	0,8	4	8	12	56
%	19	16	13	4	0,7	0,9	0,2	0,5	1,4	7	14	21	100

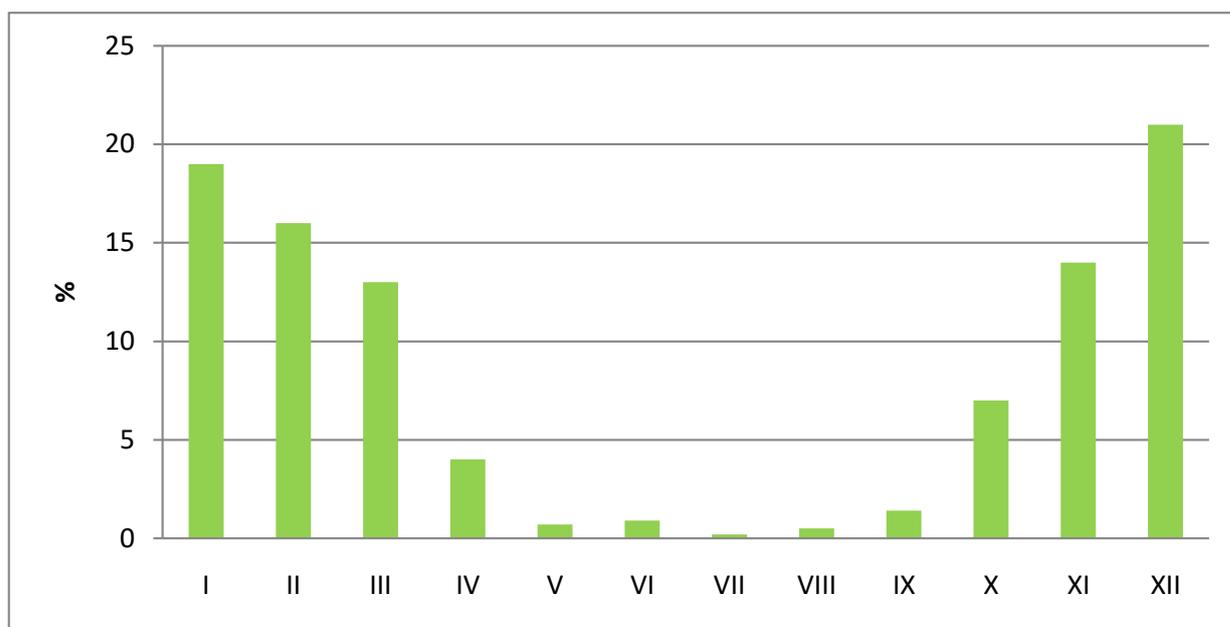


Рис. 3.11 – Повторяемость дымки в районе аэродрома.

Из гистограммы видно, что дымки чаще всего наблюдались в холодный период года, ноября по март, максимум наблюдался в декабре и январе.

Число дней с осадками, так же ухудшающими видимость в районе аэродрома до значений 2000 м и менее представлено в таблице 3.16

Таблица 3.16 – Число дней с осадками, ухудшающими видимость до 2000 м и менее.

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Число дней	10	8	10	8	6	6	6	4	3	7	8	11	87
%	11,4	9,2	11,4	9,2	6,9	6,9	6,9	4,6	3,4	8	9,2	12,6	100

Из таблицы видно, что в течении года осадки преобладают так же в холодный период года, что связано с прохождением атмосферных фронтов.

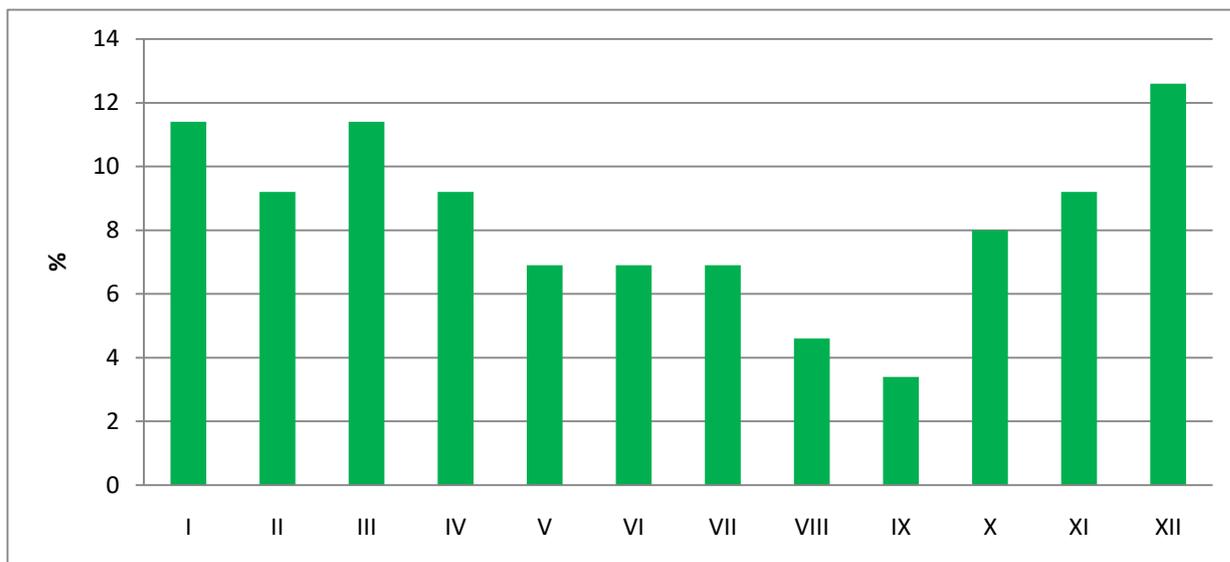


Рис.3.12 – Повторяемость осадков в районе аэродрома.

### 3.2.3 Грозы в районе аэродрома Юбилейный

Грозы характерны для района аэродрома в весенний и летний периоды и наблюдаются на атмосферных фронтах и в неустойчивых воздушных массах – с марта по сентябрь.

Характерной особенностью весенних месяцев является то, что ранний период характеризуется сохранением зимы над Сибирью и Казахстаном, тогда как в Иране и Афганистане короткая субтропическая зима в самом разгаре. Благодаря этому температурные контрасты фронтальной зоны оказываются наибольшими, и в связи с этим циклоническая деятельность проявляется наиболее энергично. С хорошо развитыми циклонами приносится тропический воздух, создающий периоды резких колебаний, которые могут сменяться редкими, но непродолжительными холодами.

В апреле потепление становится более интенсивным и продолжительным за счет ослабления холодных вторжений, так как к этому времени в северных широтах весенний период находится в самом разгаре.

Весной изменяется характер осадков: вместо продолжительных обложных дождей или снегопадов появляются кратковременные ливневые дожди и грозы. В этот период наблюдается максимум грозовой деятельности, что обусловлено приходом холодных масс на прогретую подстилающую поверхность, развитием мощных конвективных потоков.

Для малоподвижного циклона над районом аэродрома характерна облачная пасмурная погода, связанная с осадками, которые в начале периода проявляются в смешанном виде. Обычное фронтальное ухудшение погоды в переходные сезоны, в частности весной, усугубляются явлениями конвективной неустойчивости. Холодный воздух в верхней части при прогреве нижних слоёв обуславливает большие температурные градиенты и относительно низкий уровень конденсации. Поэтому, могут развиваться кучево-дождевая облачность, грозы и ливневые дожди.

В неустойчивой воздушной массе в теплый период года могут возникать внутримассовые грозы. Как правило, развитие кучевой облачности начинается в 9 часов утра местного времени и к 12-13 часам вырастают кучево-дождевые облака с возникновением гроз. К 14-15 часам грозы прекращаются. Летом часто возникают сухие грозы, когда осадки не достигают земной поверхности. Число дней с грозой представлено в таблице 3.17

Таблица 3.17 – Число дней с грозами в районе аэродрома Юбилейный

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Число дней	-	-	1	2	7	6	8	4	3	-	-	-	31
%	0	0	3,2	6,5	22,6	19,4	25,8	12,9	9,7	0	0	0	100

Таблица 3.18 – Средняя продолжительность гроз

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
часы	-	-	0,1	0,3	2,3	2,0	2,9	2,3	0,9	-	-	-	1,2

Средняя продолжительность гроз представлена в таблице 3.18. Из таблицы видно, что средняя продолжительность гроз не превышает 3 часов.

За весь период наблюдений был зафиксирован только один случай града при грозе.

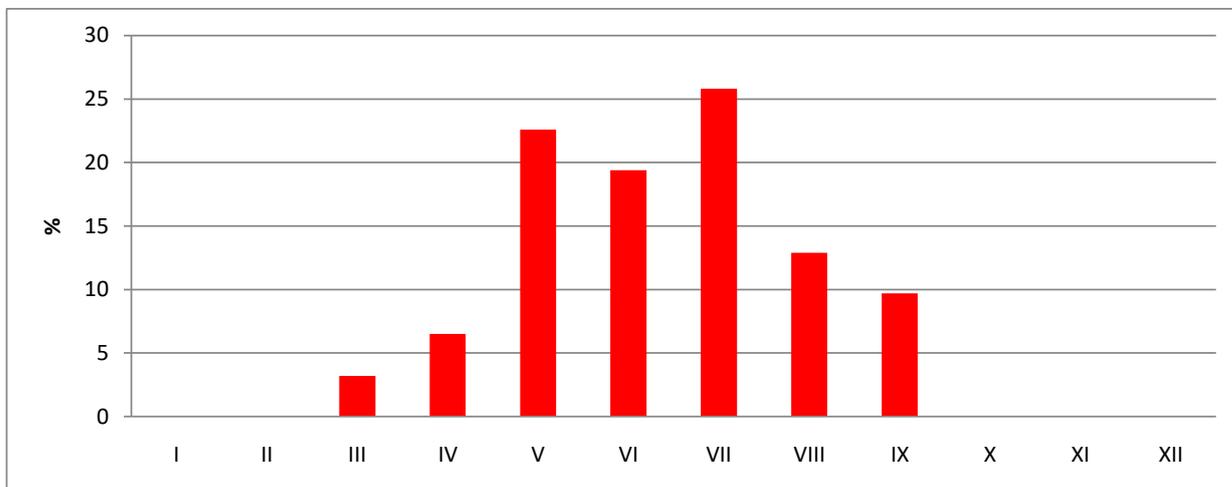


Рис.3.13 – Повторяемость гроз в районе аэродрома

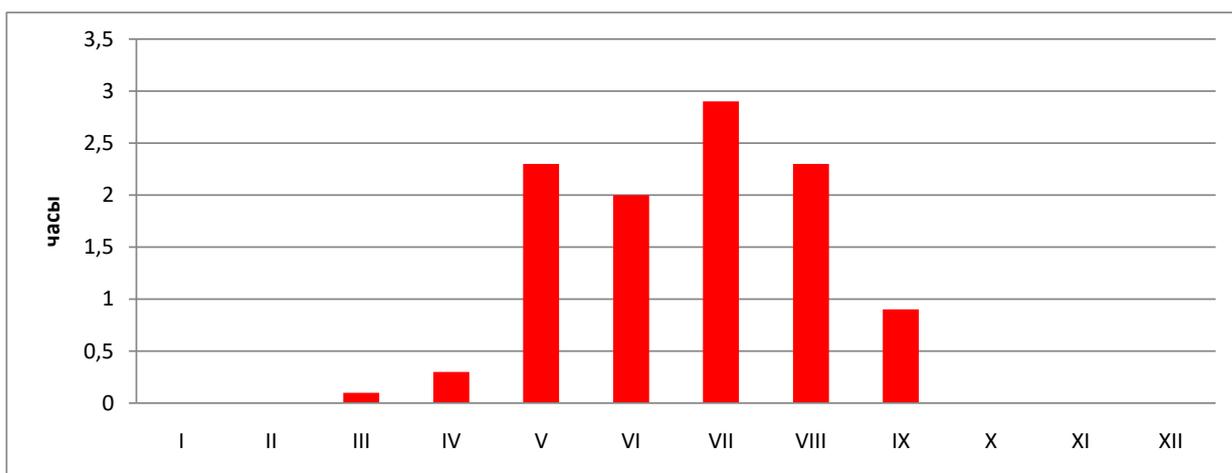


Рис.3.14 – Продолжительность гроз

#### 3.2.4 Пыльные бури в районе аэродрома.

Для возникновения пыльных бурь в районе аэродрома Юбилейный характерными синоптическими процессами являются термические депрессии, западные вторжения и выход Южно-каспийского циклона.

Каждое развитие термической депрессии продолжается 3-5 дней и характеризуется непрерывным изо дня в день нарастанием температуры. Периоды наибольшей жары в Средней Азии и Казахстане всегда связаны с развитием термической депрессии. От обычных циклонов она отличается отсутствием фронтов, малоподвижностью. Кроме того, для депрессии характерен суточный ход – углубление и расширение по площади в дневные часы и ослабление ночью.

Термическая депрессия возникает при развитии теплого высотного гребня над Западной частью Средней Азии, ориентированного с юго-запада на северо-восток и глубокой ложбины справа от гребня, вытянутой с Западной Сибири на Памир.

Главным в прогнозе погодных условий в термической депрессии является прогноз максимальных температур, локальных пыльных бурь и мглы.

При северо-западных вторжениях теплая и малооблачная погода сменяется значительным похолоданием. Резкие погодные явления типичны для отчетливо выраженных вторжений. В частных случаях, когда процесс протекает недостаточно интенсивно, что характерно именно для летних месяцев, облачность холодного фронта, а также облака внутримассового развития не получают интенсивного развития и осадки могут отсутствовать. Зачастую прохождение холодного фронта протекает при безоблачном небе, сопровождаясь усилением ветра и пыльными бурями. Вероятность выхода южно-каспийского циклона очень низка, однако, те случаи, когда этот период наблюдается, связан с существенным влиянием холодного фронта. Наблюдается значительное усиление ветра, пыльные бури. Осадки кратковременны, но большой интенсивности.

При осенних западных вторжениях после сухого лета даже небольшие усиления ветра сопровождаются пыльными бурями, поднимающими массы пыли. Вследствие вертикальной неустойчивости вторгающейся массы, конвективные движения быстро замутняют мглой всё пространство под

поверхностью фронта вторжения. При мощных западных вторжениях сильные ветры в тропосфере, начинающиеся с 500мб и связанные со струйным течением, разносят пыльную мглу на большие расстояния.

Северное холодное вторжение из всех типов холодных вторжений является наиболее редко повторяющимся. Существенных различий в ходе температуры в сентябре-октябре от температурного режима северо-западных вторжений не наблюдается. В ноябре минимальные температуры несколько ниже. Большинство вторжений проходит при слабом развитии облаков и небольших осадках. В 89% случаев наблюдается ясная погода, в 11%-облачная. Довольно редко возникновение тумана. В районе с большой вероятностью возможны северо-восточные ветры большой интенсивности. С ними связаны пыльные бури, ухудшающие видимость до 1000 м.

Повторяемость пыльных бурь представлена в таблице 3.19.

Таблица 3.19 – Число дней с грозами в районе аэродрома Юбилейный

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Число дней	1,5	1,8	3,3	7	6	5	5	4	4	2	1,3	1,2	42
%	3,5	4,3	7,9	16,7	14,3	11,9	11,9	9,5	9,5	4,8	3,1	2,8	100

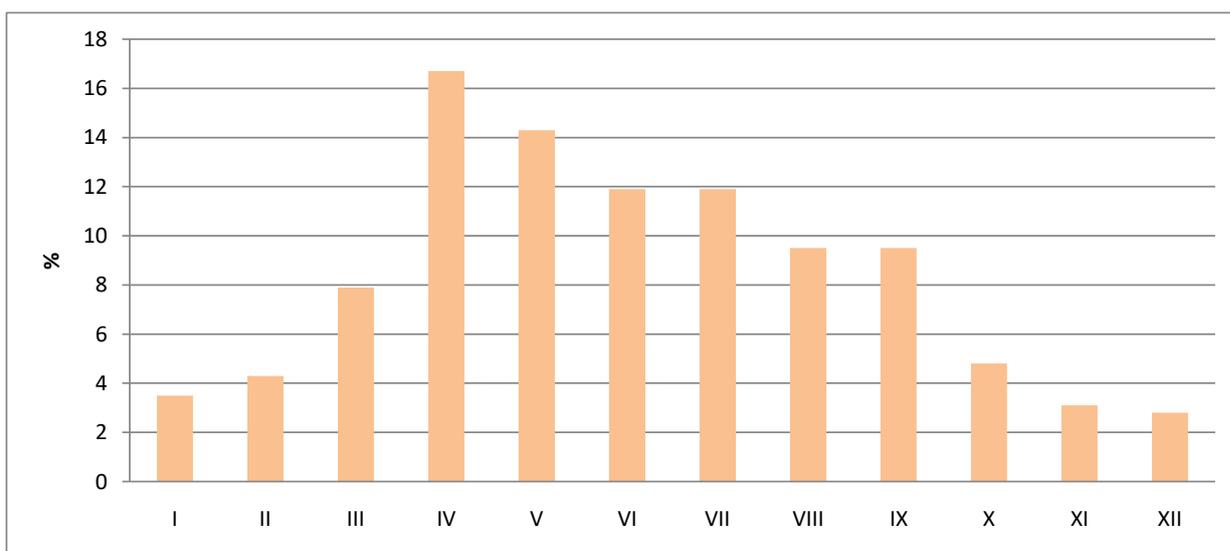


Рис.3.15 – Повторяемость пыльных бурь

Максимум повторяемости пыльных бурь приходится на апрель и май, минимум – на зимние месяцы. Это связано с тем, что для возникновения пыльных бурь необходимо нарастание температур, сухая подстилающая поверхность и большие горизонтальные градиенты атмосферного давления, что характерно для теплого периода года.

## Заключение

В результате работы можно сделать следующие выводы. Анализ полученных результатов показал, что за рассматриваемый период с 2020 по 2024г. сложные метеорологические условия в районе аэродрома Юбилейный чаще всего наблюдаются с ноября по март, с максимумом в январе (когда число дней с явлениями погоды ухудшающими видимость менее 1км равно 8,6 и повторяемость высоты облаков менее 100м составляет 10 %). В этот период сложные погодные условия чаще всего наблюдаются в период с 00 до 12 часов.

Туманы чаще всего бывают с ноября по март с максимумом в декабре-январе (6-7дней).

С ноября по март туманы наблюдаются во все часы суток , чаще всего в сроки с 00 до 12 часов. В остальные месяцы максимум туманов, чётко выраженный, приходится на 6 часов, а в период с 12 до 24 часов с апреля по октябрь туманов не бывает.

Пыльные бури наблюдаются в течение всего года. Минимум их приходится на ноябрь-январь (1,2-1,5 дней), максимум – на апрель- июнь (5-6,5).

Метели наблюдаются в период с октября по март, наиболее часто в январе (2.4 дня). Наибольшая продолжительность их (11-12 часов) в январе-феврале и чаще всего при юго-западных ветрах (28%), восточных и западных (18-19%).

Грозы наблюдаются с марта по сентябрь. С мая по июнь число дней с грозой составляет 2-3 дня.

Суточный ход гроз имеет максимум в период 18-24 часа. Средняя продолжительность гроз с мая по август составляет 2-3 часа.

Таким образом, с ноября по март основные опасные явления – это туманы и низкая облачность, а с мая по июнь – грозовая деятельность. В эти периоды при обеспечении полетов авиации следует уделять большее

внимание прогнозам этих явлений. В целом большую часть года в районе преобладают простые метеоусловия.

Наиболее безопасное время проведения авиационных работ в теплый период года – утренние часы, в холодный период – в светлое время суток.

## Список использованных источников

1. Федеральные авиационные правила «Подготовка и выполнение полётов в гражданской авиации Российской Федерации» ФАП-128, с изменениями 2015 г.
2. Федеральные авиационные правила «Предоставление метеорологической информации для обеспечения полетов воздушных судов» ФАП-60, 2014
3. Пособие по синоптической метеорологии / Ю. В. Ефимова, О. Н. Топтунова, И. А. Иванова [и др.] ; Российский государственный гидрометеорологический университет. Санкт-Петербург : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2022. - 94 с.
4. Богаткин О.Г. Основы авиационной метеорологии.- СПб.: РГГМУ, 2009.-338 с.
5. Баранов А.М., Лещенко Г.П., Л.Ю. Белоусова Авиационная метеорология и метеорологическое обеспечение полетов. Москва: изд. Транспорт, 1993.
6. Расследование авиационных происшествий и инцидентов, связанных с метеорологическими факторами. Методическое пособие. - Издание третье, переработанное и дополненное.
7. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Часть II, выпуск 3. Средняя Азия. Л: Гидромеоиздат, 1986 г.- с.4-17.
8. Архивные материалы АМСГ «Юбилейный» за 2020-2024 гг.
9. Всемирная метеорологическая организация [Электронный ресурс]: – Режим доступа: [http://www.wmo.int/pages/index\\_ru.html](http://www.wmo.int/pages/index_ru.html) - Загл. с экрана.