



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

Кафедра «Метеорологии и природопользования»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

по направлению подготовки 05.03.05 Прикладная гидрометеорология
(квалификация – бакалавр)

На тему «Климатическая характеристика метеорологических условий, влияющих на полеты в аэропорту Ростов-на-Дону с 2007 по 2017 год»

Исполнитель Минеева Анна Васильевна

Руководитель д.г.н., профессор Сергин Сергей Яковлевич

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

СЦ

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

« 31 » *января* 2019 г.



Туапсе
2019



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

Кафедра «Метеорологии и природопользования»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

по направлению подготовки 05.03.05 Прикладная гидрометеорология
(квалификация – бакалавр)

На тему «Климатическая характеристика метеорологических условий, влияющих на полеты в аэропорту Ростов-на-Дону с 2007 по 2017 год»

Исполнитель Минеева Анна Васильевна

Руководитель д.г.н., профессор Сергин Сергей Яковлевич

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой _____

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

«____» _____ 2019 г.

Туапсе
2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Глава 1 Физико-географическая характеристика района аэропорта	
Ростов-на-Дону	6
1.1 Краткое физико-географическое описание района аэропорта	6
1.2 Общая климатическая характеристика района аэропорта	8
Глава 2 Авиационно-климатическая характеристика района аэропорта ..	16
за период 2007-2017 годы.....	16
2.1 Высота нижней границы облаков и её повторяемость	16
2.2 Дальность горизонтальной видимости	29
Глава 3 Сочетания условий погоды различной степени сложности в районе	
аэропорта	45
Заключение	53
Список использованной литературы	56
Приложения	58

Введение

Воздушный транспорт — одна из наиболее зависимых от погоды отраслей народного хозяйства. Для обеспечения стабильной работы требуется самая полная и детальная информация, как о фактическом, так и о прогнозируемом состоянии погоды.

Современное самолетное и наземное оборудование позволяет выполнять полеты в сложных метеорологических условиях. Однако даже в настоящее время эффективность работы воздушного транспорта, в частности безопасность полетов, во многом зависит от условий погоды.

Развитие авиационной техники значительно повысило требования к метеорологическому обеспечению полетов. Задачи, решаемые метеорологической службой, существенно усложнились. В последнее время возросли требования к характеристике опасных явлений погоды. Первоочередными стали вопросы надежности прогнозирования опасных для авиации явлений погоды.

Метеорологические условия оказывают влияние не только на безопасность движения, но и на экономические показатели работы транспортных средств. От состояния погоды и качества информации о ней нередко зависят жизнь и здоровье людей.

Статистические данные, имеющиеся в ИКАО (от англ. ICAO - International Civil Aviation Organization) свидетельствуют о том, что за последние 25 лет около 20% авиационных происшествий были связаны с неблагоприятными метеоусловиями. В 30% случаях они явились косвенными или сопутствующими причинами таких происшествий. При этом количество авиационных происшествий при посадке в 2-3 раза больше по сравнению с их количеством на других этапах полета. На безопасность полетов влияют следующие метеорологические условия:

- 1) на начальных этапах полетов (взлет, набор высоты)

- ограниченная видимость, сдвиг ветра в нижнем 100-метровом слое атмосферы;
- при полетах по маршруту грозовая деятельность, сильная турбулентность, град, а также низкая облачность и ограниченная видимость при выполнении полетов по ПВП в условиях горной местности, обледенение в облаках и (или) осадках;

2) на завершающих этапах полета (заход на посадку, посадка):

- низкая облачность и ограниченная видимость, характеристики ветра в сочетании с малым коэффициентом сцепления на ВПП, сдвиг ветра в нижнем 100-метровом слое атмосферы [21, с.11].

Поэтому в предлагаемой работе основное внимание уделено изучению повторяемости ограниченной горизонтальной видимости и низкой облачности, их сочетаниям, обуславливающим минимум аэродрома, а также повторяемости и продолжительности опасных для авиации явлений погоды.

Климатическая характеристика аэропорта Ростов -на-Дону представляет собой многолетнее обобщение метеорологических материалов, характеризующих условия погоды в районе аэропорта.

Актуальность исследования заключается в том, что изучение повторяемости, продолжительности атмосферных явлений в районе аэропортов служит одним из важных резервов повышения безопасности, регулярности и экономичности полетов.

Объект исследования - опасные метеорологические условия, влияющие на полеты воздушного транспорта.

Предметом исследования климатическая оценка повторяемости, продолжительности и других характеристик опасных атмосферных явлений.

Целью исследования обобщение и анализ сложных метеорологических условий, ограничивающих или затрудняющих взлет и посадку самолетов.

Задачами исследования является:

- изучить основные синоптические процессы образования опасных атмосферных явлений;

- оценить годовой и суточный ход опасных атмосферных явлений;
- рассчитать и проанализировать повторяемость опасных атмосферных явлений за исследуемый период;
- выявить тенденцию изменчивости атмосферных явлений за разный период года.

Структура работы. Работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка использованной литературы. В первой главе представлена физико - географическая и синоптическая характеристика района аэропорта Ростов -на-Дону. Во второй главе представлен анализ авиационно -климатической характеристики района аэропорта за период 2007 -2017 годы. В третьей исследованы сочетания условий погоды различной степени сложности в районе аэропорта.

Информационно-методическая база. В качестве исходного материала использовались данные электронного архива КРАМС-4, дневники АВ-6, приземные, кольцевые и карты барической топографии период с 2007 по 2017 год.

Объем работы составляет 56 страниц машинописного текста. Работа содержит 16 рисунков и 14 таблиц.

Глава 1 Физико-географическая характеристика района аэропорта Ростов-на-Дону

1.1 Краткое физико-географическое описание района аэропорта

Аэропорт Ростов-на-Дону («старый» аэропорт) расположен на северо-восточной окраине города Ростов-на-Дону, в 8 км от его центра, на высоте 85 метров над уровнем моря. Аэропорт с 3-х сторон окаймлен лесозащитной полосой, высота деревьев 5-8 метров. Расстояние до лесополосы от 800 до 1500 метров. Аэродром плотно окружён городской застройкой со всех сторон. В том числе, с севера, юго-запада, юга и востока территория аэродрома ограничена жилыми микрорайонами Ростова -на-Дону (рис. 1).



Рис. 1. Район аэропорта Ростов-на-Дону (вид сверху) [4]

Территория в районе представляет собой слабоволнистую равнину с некоторым понижением на юг к реке Дон.

Почва в районе аэропорта преимущественно черноземная, покрытая хорошо выраженным травянистым покровом, весной и осенью при обильных

осадках подвержена размоканию [25, с. 126].

Основным линейными ориентирами являются: шоссейная дорога Ростов - Новочеркасск, пролегающая в 800 метрах к северу от аэропорта, на западе - железная дорога на расстоянии 1000 метров, на юго-западе от аэродрома располагается пойма реки Дон.

Весной летное поле с самолета выглядит однотонным, зеленого цвета и не отличается от окружающей местности. Летом и осенью оно приобретает бурую окраску. Зимой летное поле имеет преимущественно серую окраску с разбросанными местами снеговыми пятнами. Во всех случаях бетонированная полоса достаточно хорошо выделяется на общем фоне.

Аэродром Ростов-на-Дону международный, относится к классу В-II (аэропорт 1 класса) и принадлежит ОАО «Аэропорт Ростов -на-Дону».

Допущен к круглосуточной эксплуатации по установленным минимумам и предназначен для выполнения рейсовых и контрольно-испытательных полетов, тренировочных работ. Используется, как запасной для воздушных судов (ВС) Гражданской авиации (ГА) и ВС других ведомств.

Имеет одну искусственную взлетно-посадочную полосу (ИВПП) с магнитными курсами посадки (МКп) 038° и 218° .

Истинные азимуты ИВПП $45^{\circ}37'$ и $225^{\circ}37'$.

Размер ИВПП равен 2501×45 м, летной полосы – 2801×300 м.

Высота (Н абс) ИВПП у порога (торца) $04^{\circ} = +72,34$ м, БПРМ = $+75,3$ м, у порога (торца) $22^{\circ} = +85,44$ м, БПРМ = $+94,9$ м.

Пороги (торцы) совпадают с началом ИВПП, ИВПП понижается с СВ на ЮЗ.

Летное поле многоугольной формы, размером $3300 \times 260 \times 1900 \times 1000 \times 1800$ м.

На аэродроме имеется одна разлетно-посадочная площадка для вертолетов, расположена в начале ИВПП04 с сектором взлета $38^{\circ} - 218^{\circ}$ (ограничительный сектор $218^{\circ} - 38^{\circ}$).

Используемое светосигнальное оборудование:

Светосигнальная система TRANSCON ОВИ–II с МК 038°

ОВИ-I с МК 218°

ИВПП04 обеспечивает посадку ВС по минимуму II категории (30х350м).

ИВПП22 обеспечивает посадку ВС по минимуму I категории (60х800м).

Географические координаты КТА:

Широта (φ)	47°15,5' северная
Долгота (λ)	39° 49,1' восточная
Абсолютная высота аэродрома (Н аэр)	+ 85.44м
Абсолютная высота КТА (Н кта)	+ 83.60м
Номер часового пояса	III
Магнитное склонение (ΔM)	+ 7° восточное (2012)

Во всех видах метеорологической информации указывается всемирное скоординированное время (BCB), местное время – московское (BCB+3 часа).

Метеорологическое обеспечение полетов на аэродроме «Ростов -на-Дону» (Индекс ИКАО **URRR**) осуществляет Ростовский авиаметеорологический центр (далее РАМЦ) обособленное подразделение Северо -Кавказского филиала ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета».

РАМЦ назначен Росгидрометом в качестве аэродромного метеорологического органа по метеорологическому обеспечению международной аэронавигации, а также в качестве органа метеорологического слежения (далее - ОМС) по обслуживанию воздушного движения Ростовского зонального центра ЕС ОрВД на воздушных трассах, маршрутах, местных воздушных линиях и районах авиаработ [10, с.3].

Режим работы круглосуточный.

1.2 Общая климатическая характеристика района аэропорта

Географическое положение района внутри континента способствует преобладанию континентального воздуха умеренных широт. Свободно проникают холодные воздушные массы из Арктики, нередко вторжения резко

континентального воздуха из Сибири и Казахстана, с Атлантики приходят морские воздушные массы, имеют место выносы тропического воздуха со Средиземного моря и Ирана. Однако, все воздушные массы поступают в наш район в значительной мере трансформированными [22, с. 143].

В течение всего года преобладает широтная циркуляция, но каждый сезон имеет свои особенности. В первой половине осени еще сохраняется летняя циркуляция – малые градиенты давления и большая инерция атмосферных процессов, преобладают малоподвижные антициклоны. Во второй половине осени возрастают температурные и барические градиенты, в свободной атмосфере усиливается интенсивность западно-восточного переноса. Увеличивается циклоническая деятельность, которая зимой имеет свое максимальное развитие и способствует нарушению зонального переноса. К весне, как у земли, так и в свободной атмосфере резко уменьшаются градиенты давления и температуры. Однако, для начала весны (март) еще характерна быстрая смена меридионально движущихся теплых и холодных воздушных масс, циклонов и антициклонов. Положение, которое занимает наш регион по отношению к Черному и Азовскому морям на западе и Каспийскому – на востоке, оказывающим смягчающее и увлажняющее влияние, определяет своеобразие метеорологических условий. Горы Кавказа являются естественным препятствием для проникновения холодных масс воздуха к югу [6, с. 143].

Выделяют следующие процессы циклонической деятельности:

- выход южных циклонов наблюдается наиболее часто в январе, марте, апреле. С ними связаны наиболее резкие изменения погоды в нашем районе: в переходные периоды – обильные дожди, низкая облачность, туманы, зимой – сильное потепление, значительные осадки, метели, нередко гололеды, вблизи центра циклона могут отмечаться даже грозы;

- выход Каспийских циклонов возможен в любое время года, но чаще всего происходит в холодный период и сопровождается усилением ветра до 12 – 15 м/с, а нередко и до 20 м/с и более с изменением направления с восточного на северо-восточное. В конце зимы, ранней весной эти циклоны вызывают

обильные снегопады, метели, реже ливневые дожди с большим количеством осадков;

- под частным циклогенезом в восточной части Предкавказья подразумевается возникновение частных барических минимумов, вызванное возмущающим влиянием Большого Кавказа на южные потоки в средней тропосфере. Возникают они с октября по март. В них устанавливается пасмурная погода с морозящими осадками. Высота нижней границы облаков понижается до 300-100м и может переходить в туман. Ветры неустойчивые, слабые, иногда умеренные;

- частный циклогенез над восточной частью Черного моря и Краснодарским краем обычно возникает при наличии у южного или юго-западного побережья Малой Азии заполняющегося циклона. Чаще всего эти частные циклоны образуются во второй половине дня. В холодное время года после их образования над Черным морем появляется широкая зона обложных осадков, которая постепенно охватывает весь Северный Кавказ и юг Ростовской области [1, с.26];

- ныряющие циклоны смещаются на юго-восточные районы Европейской территории России с севера Атлантики или Скандинавии. Скорость их перемещения 50-60км/ч и более. Прохождение таких циклонов вызывает усиление западного ветра, максимум отмечается на момент прохождения холодного фронта, также наблюдаются интенсивные осадки. В случае особо активных ныряющих циклонов суточное количество осадков может достигать 50 мм. Зимой бывают интенсивные метели, но они носят кратковременный характер. С этими циклонами связано резкое понижение температуры, иногда до -28° - -33°C ;

- с теплыми верхними фронтами связано выпадение обложных осадков. Возникают они чаще всего при южном или юго-западном потоке, вызывающем интенсивный вынос тепла в слоях выше 1500 - 3000 м, и характеризуются наличием глубоких инверсий. Зона обложных осадков образуется на территории Ставропольского и Краснодарского краев и с юго-западными или

южными потоками перемещается до северных районов Ростовской и Волгоградской областей. У поверхности земли такие фронты выражены только в поле осадков;

- продолжительные обложные осадки над нашим районом связаны со стационарным холодным фронтом, расположенным над Кавказом. Когда антициклон уходит к юго-востоку, над Северным Кавказом устанавливается юго-западный поток, фронт поднимается к северу, как теплый, и дает продолжительные осадки;

- волнообразование на холодном фронте, который медленно смещается с запада и северо-запада, происходит над районами Азовского моря и Керченским проливом и вызывает продолжительные интенсивные осадки и метели над нашим районом [23, с.152].

Антициклональное воздействие на Северный Кавказ проявляется чаще всего осенью (сентябрь-ноябрь) и в начале весны (март):

- наиболее часто это обширные отроги Азиатского антициклона, центры которого находятся над Казахстаном и Западной Сибирью. Адвекция холодного воздуха усиливает температурный контраст, существующий между воздухом, находящимся над Черным морем, и воздухом над прилежащими районами суши, что активизирует Черноморскую депрессию. Это является основным зимним климатообразующим процессом, когда наблюдается пасмурная погода с морозящими осадками, туманами, гололедами, низкой облачностью. Взаимодействие обширных гребней восточных антициклонов с Черноморской депрессией приводит к увеличению барических градиентов, что вызывает продолжительные сильные ветры восточного направления почти по всему Северному Кавказу. Характерной особенностью этого процесса является то, что периоды с сильным восточным ветром в большинстве случаев заканчиваются выпадением осадков. Возвраты тепла в холодный период также определяются адвекцией тепла с юга, которая осуществляется по западной периферии Азиатского антициклона;

- реже наблюдаются антициклоны, которые первоначально

сформировались в массах арктического воздуха и смещаются с северо -запада на юго-восток и с северо-востока (Карские вторжения). Отличительной особенностью этих процессов является частое стационарирование арктических антициклонов над юго-востоком ЕТР, так как холодный плотный воздух Азиатского антициклона оказывается препятствием для дальнейшего движения этих антициклонов на восток. Они обуславливают малооблачную погоду с умеренными (-10° -20°C), реже сильными (ниже -20°C) морозами. Арктические антициклоны являются причиной первых заморозков в нашем районе;

- при Азорском воздействии атлантический воздух первоначально проходит на наш район в виде гребня – центральной частью или северной периферией. Северо-западные ветры в этом случае переходят в западные. Прохождение таких антициклонов обуславливает слабо морозную погоду, иногда с морозящими осадками, выпадающими из инверсионной низкой облачности, гололедами;

- в ряде случаев Азорский антициклон смыкается с гребнем Азиатского антициклона и вдоль широты $45-50^{\circ}$ создается сплошная полоса высокого давления [13, с.12].

Температура воздуха имеет резко выраженный годовой ход. Годовая амплитуда экстремальных температур составляет $62,8^{\circ}\text{C}$. Средняя многолетняя годовая температура воздуха равна $11,0^{\circ}\text{C}$. Максимальная температура $+40,1^{\circ}\text{C}$, минимальная $-22,8^{\circ}\text{C}$.

Среднее годовое количество осадков в аэропорту Ростов-на-Дону составляет 555 мм. Около 65% годовой нормы осадков выпадает за период с апреля по октябрь. По количеству осадков холодный период года кажется сухим, практически же зима влажная и сырая, с осадками в виде дождя, мокрого снега и мороси. В среднем наблюдаются 126 дней с осадками в год.

Влажность воздуха относительно высокая. Среднегодовая относительная влажность достигает 73%, наибольшая отмечается в холодное время года, особенно в декабре-феврале (86-87%).

Наибольшее число пасмурных дней по низкой облачности приходится на

декабрь-январь (15-16 дней), наименьшее – на май – сентябрь (1 день). Наименьшее число ясных дней наблюдается зимой в декабре -феврале (3-4 дня).

Наибольшая повторяемость видимости менее 4000м приходится на декабрь-февраль, с максимумом в декабре. В переходные месяцы (март, октябрь, ноябрь) повторяемость видимости менее 2000 м около 10%. В суточном ходе видимость менее 2000 м отмечается чаще всего в утренние часы: зимой – около 09 мск, в переходные месяцы – в 07-08 мск. Ухудшение видимости менее 1000 м в течение всего года наблюдается за счет туманов. В зимний период около 30% таких ухудшений происходит из-за снегопадов и метелей [19, с.96].

Метели с видимостью 1000 м и менее отмечаются чаще всего в феврале (51%) и январе (38%). Метели наблюдаются преимущественно в светлое время. Наибольшую повторяемость имеют метели продолжительностью около двух часов (33%), по 15% приходится на метели с продолжительностью 2 -3, 3-6, 6-10 часов. Редко отмечаются метели с продолжительностью более 20 часов. Наиболее интенсивные общие метели возникают при выходе южных циклонов. При взаимодействии гребня Азиатского антициклона с Черноморской депрессией, при сильном восточном ветре и рыхлом снежном покрове возникают низовые метели, которые могут быть длительными, и зависят от сохранения барического градиента. Кратковременные метели отмечаются в случаях перемещения циклона или глубокой ложбины с районов Украины или при нырянии циклонов.

В зимнее время низкая облачность может переходить в туман и, наоборот, туман в дневные часы может переходить в низкую облачность. Такой процесс может наблюдаться несколько дней подряд, при этом отмечается мощная инверсия температуры, рост удельной влажности и скорости ветра с высотой. Туманы наиболее часто наблюдаются с ноября по март. Радиационные туманы в условиях Ростовского аэропорта редки, чаще возникают адвективные и адвективно-радиационные:

- максимальная повторяемость в суточном ходе приходится на утренние

часы, а именно: ноябрь- 08-10 мск, декабрь-февраль- 09-10 мск, март-07-08 мск;

- в первую половину холодного периода туманы, как правило, образуются при западных и юго-западных ветрах, а во вторую - при юго-восточных, восточных. Реже туманы наблюдаются при северо-восточных и северных ветрах, не наблюдаются при южных;
- максимальную повторяемость туманы имеют при скорости ветра 3 -6 м/с;
- большинство туманов (40%) образуются при температуре около 0 °С, преимущественно при температуре +3 °С –3 °С и относительной влажности 94-100%. При температуре выше 2 °С туманы образуются при относительной влажности выше 90%, при температуре от –2 °С до -12 °С при 80-100%, а при температуре ниже –12 °С при относительной влажности 75-85%;
- в годовом ходе наибольшая повторяемость туманов отмечается в декабре (более 30%), а с апреля по сентябрь – по 1%. В среднем за год наибольшую повторяемость имеют туманы продолжительностью менее 1 часа, но в холодный период (ноябрь - март), наряду с большой повторяемостью кратковременных туманов, значительна повторяемость и более продолжительных туманов (3-6 и 6-10 часов). В холодную половину года туманы могут быть в любое время суток, но наибольшая их повторяемость – в момент восхода Солнца. С апреля по октябрь туманы наблюдаются преимущественно в часы, соответствующие восходу Солнца и в ближайшие 1-2 часа после его восхода [11, с.139].

Наибольшую повторяемость, как в среднем за год, так и по месяцам, имеет ветер с восточной составляющей. 6.3м/с – средняя годовая скорость ветра в аэропорту Ростов-на-Дону. Повторяемость перпендикулярных ВПП северо-западных и юго-восточных ветров со скоростью более 12м/с в среднем за год невелика и составляет 1-2%.

Пыльные бури чаще всего отмечаются днем, с максимумом в 15-18 мск. Наибольшую повторяемость имеют пыльные бури с продолжительностью 2 -3

часа (44%) и 3-6 часов (22%).

В осенне-зимний период выполнение полета в сложных метеоусловиях связано с опасностью обледенения воздушных судов и осложнением взлет а и посадки на обледеневшей ВПП [2, с.132]. Степень опасности обледенения зависит от количества и характера отложения льда, которые определяются рядом метеофакторов, а также аэродинамическими характеристиками ВС:

- наибольшее число случаев образования гололеда наблюдается при температуре от 0°C до –10°C;
- гололед может отмечаться в любое время суток, но наиболее часто во второй половине ночи и утром.

В единичных случаях в наших районах ежегодно отмечаются зимние грозы. Они могут быть в любое время суток, преимущественно при температуре воздуха от плюс 3°C до плюс 10°C, реже при отрицательной (до -4°C), наблюдаются на холодных фронтах, смещающихся с запада и севера - запада, а также при выходе южных циклонов. Верхняя граница зимних гроз не превышает 5 км.

Глава 2 Авиационно-климатическая характеристика района аэропорта за период 2007-2017 годы

2.1 Высота нижней границы облаков и её повторяемость

Облака – это скопления взвешенных в атмосфере капель воды и (или) ледяных кристаллов, возникших в результате конденсации (сублимации) водяного пара. Непосредственной причиной конденсации водяного пара и образования облаков является охлаждение воздуха, которое происходит чаще всего при его подъеме [1, с.126].

Облака являются одним из важнейших метеорологических элементов, оказывающих влияние на полеты. С облаками связаны многие явления, усложняющие полет.

К ним относятся: турбулентность, вызывающая болтанку самолета, вертикальные потоки, вызывающие сильные броски самолета, грозовые явления, шквалы, обледенение, град, ливневые осадки и т. д. Важную роль играет также и низкая облачность, значительно ухудшающая видимость и усложняющая посадку самолетов [8, с.113] .

Современные транспортные самолеты производят полеты при любых метеорологических условиях на эшелоне, однако, посадка самолетов до сих пор находится в большой зависимости от высоты облаков [16, с.36].

При оценке метеорологических условий на аэродроме, в районе аэродрома и по маршруту полета пилоты и диспетчеры УВД должны знать фактическую и прогностическую информацию о количестве облаков, высоте их нижней и верхней границ, форме облаков, явлениях погоды, связанных с облаками и влияющих на полеты ВС [18, с.17].

Необходимость информации об облачности обусловлена тем, что облака ухудшают наклонную видимость (рис. 2).

От облачности зависит приток солнечной энергии к поверхности земли и дневная освещенность. Из облаков выпадают атмосферные осадки,

ухудшающие горизонтальную видимость.

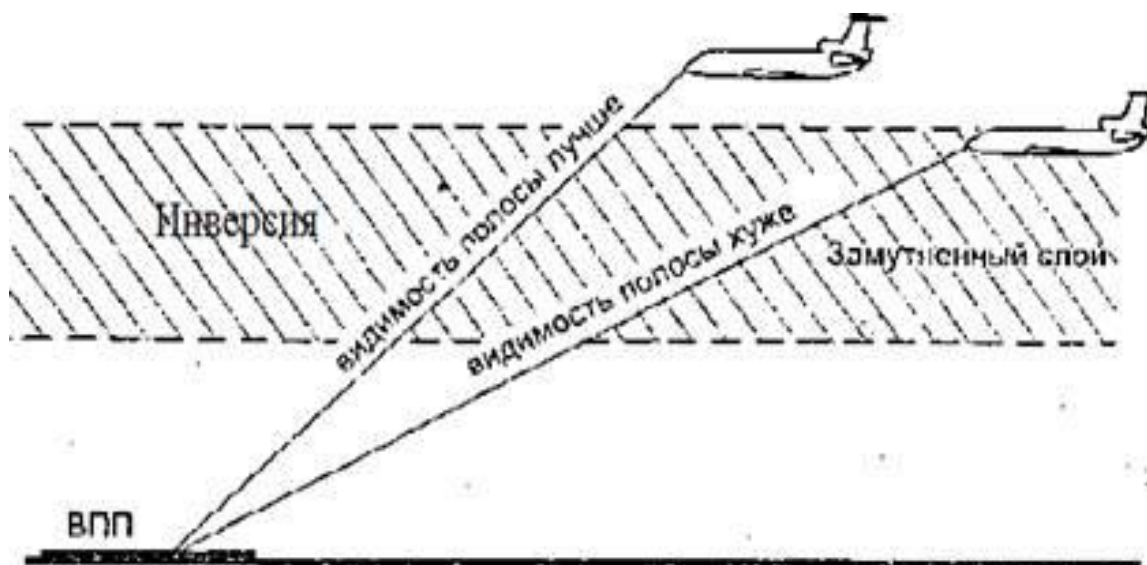


Рис. 2. Влияние помутнения в атмосфере на наклонную видимость [17]

2.1.1 Годовой ход повторяемости различных пределов высоты нижней границы облаков

Годовой ход повторяемости (%) высоты нижней границы облаков менее 450 м представлен в табл. 1 и на рис. 3. Наибольшая повторяемость всех пределов облачности отмечается в холодную половину года (с ноября по март) с максимумом в декабре (менее 90 м – 11%, менее 150 м – 22%, менее 300 м – 48%, менее 450 м – 58%).

Таблица 1

Повторяемость пределов высоты нижней границы облаков, годовой ход (2007-2017 гг.)¹

Мес./высота, м	<30	<60	<90	<150	<300	<450	Число наблюдений
январь	0,02%	2%	9%	22%	47%	58%	8183
февраль		2%	7%	16%	34%	42%	7449

¹ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

март	0,11%	1,11%	4%	8%	20%	29%	8183
апрель	0,01%	0,06%	0,23%	1,11%	7%	13%	7915

Продолжение таблицы 1

май	0,01%	0,16%	0,23%	1,31%	7%	10%	8176
июнь		0,03%	0,10%	0,39%	2%	4%	7919
июль			0,02%	0,18%	2%	3%	8184
август				0,06%	0,92%	2%	8174
сентябрь		0,09%	0,27%	0,81%	4%	7%	7902
октябрь		0,54%	2%	5%	13%	13%	6694
ноябрь	0,05%	2%	4%	10%	26%	29%	6477
декабрь		4%	11%	22%	48%	56%	7438

В теплую половину года (с апреля по октябрь) повторяемость всех пределов облачности невелика и колеблется от 0 до 13%. Облачность высотой менее 30 м за рассматриваемый период наблюдалась только с ноября по март и её повторяемость не превышала 0,1%.

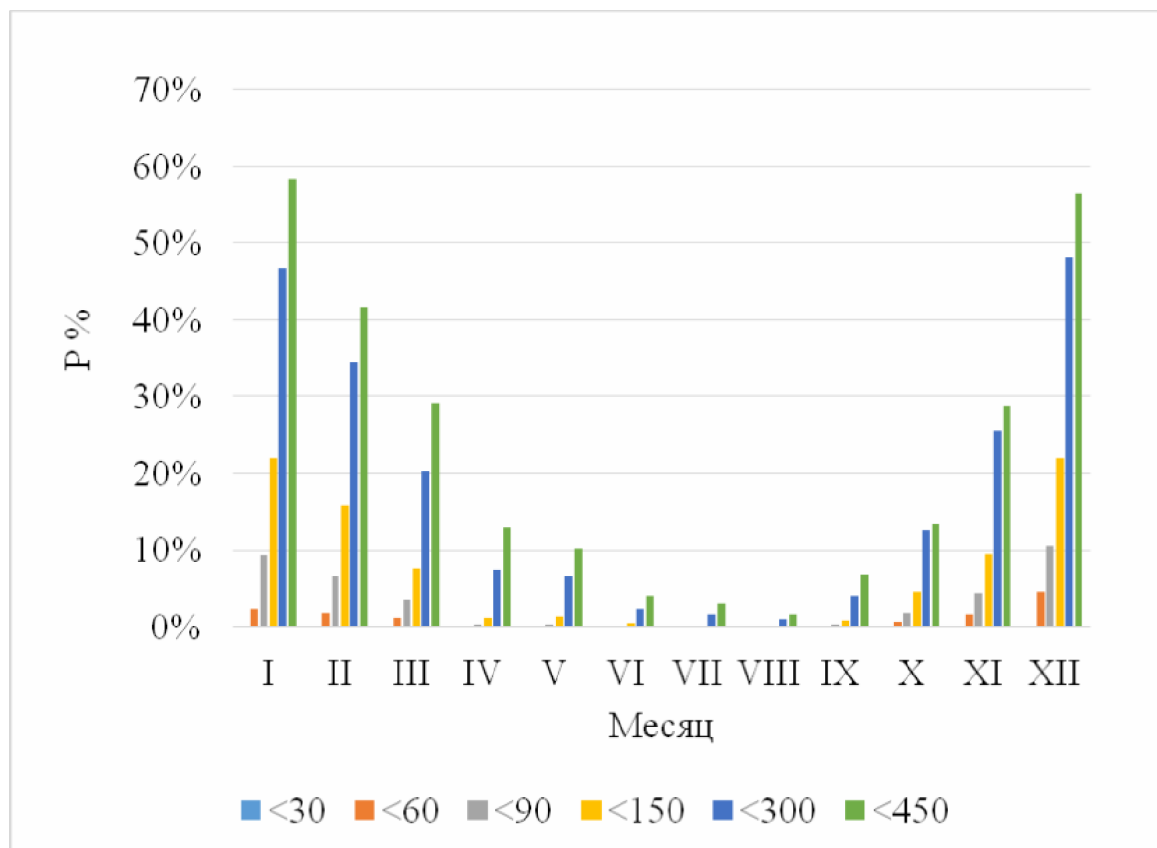


Рис. 3. Годовой ход повторяемости (%) высоты нижней границы облаков

менее 450 м²

2.1.2 Суточный ход повторяемости высоты нижней границы облаков для различных сезонов

Кривые суточный ход повторяемости, %, различных пределов нижней границы облаков (для менее 30, менее 60 и менее 90 м, менее 150 м, менее 300 м, менее 450 м) построены отдельно по авиационно-климатическим сезонам: холодного (декабрь, январь, февраль), теплого (май, июнь, июль, август, сентябрь) и переходных периодов: марта, апреля, октября и ноября и представлены на рис. 4-9, построенных по посчитанным данным табл. 2-7 соответственно.

В холодный период года повторяемость низкой облачности велика, однако, облачность высотой менее 90 м имеет более сглаженный ход и колеблется от 3 % в дневные часы до 10% в ночные и утренние часы.

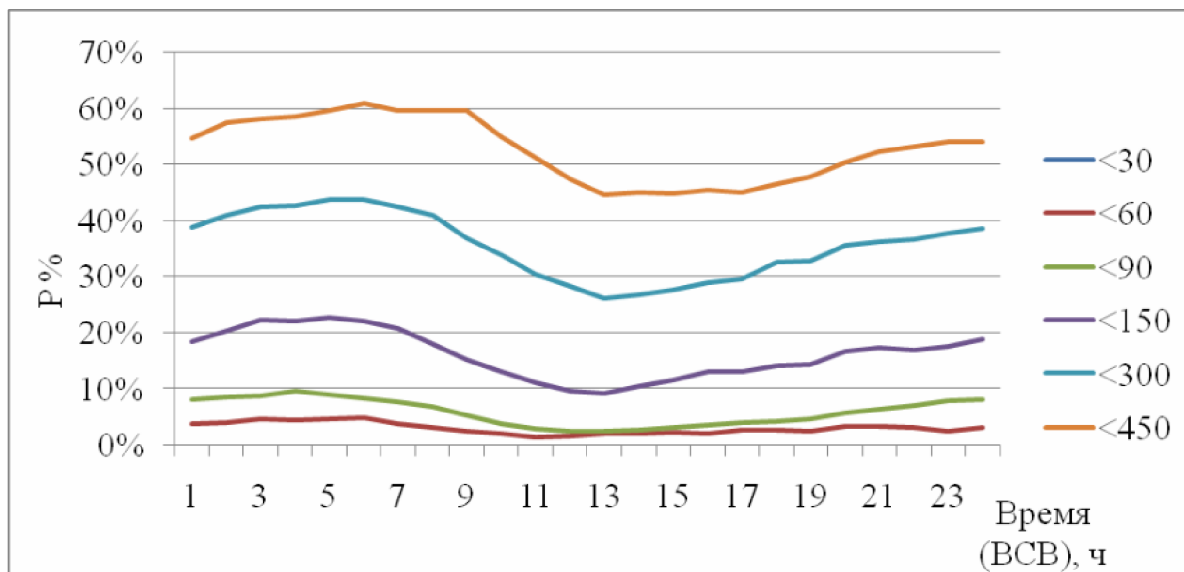


Рис. 4. Суточный ход повторяемости, %, различных пределов ВНГО за холодный период (декабрь, январь, февраль)³³

Более четкий суточный ход имеет облачность высотой менее 300 м с максимальной повторяемостью в 4 - 5 часов - 44% и минимальной в 12 часов -

² Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

³ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

26% (рис. 4, табл. 2).

Таблица 2

**Повторяемость градации ВНГО по срокам наблюдений в холодный период
(декабрь, январь, февраль)⁴**

Время (ВСВ), ч	Число набл.	Н , s					
		<30	<60	<90	<150	<300	<450
00	173	0,1%	4%	8%	18%	39%	55%
01	176		4%	8%	20%	41%	57%
02	180		5%	9%	22%	43%	58%
03	173		4%	10%	22%	43%	59%
04	177		5%	9%	23%	44%	60%
05	179		5%	8%	22%	44%	61%
06	178		4%	8%	21%	43%	60%
07	166		3%	7%	18%	41%	60%
08	158		2%	5%	15%	37%	60%
09	146		2%	4%	13%	34%	55%
10	132		1%	3%	11%	31%	51%
11	125		2%	3%	10%	28%	47%
12	118		2%	3%	9%	26%	45%
13	123		2%	3%	10%	27%	45%
14	124		2%	3%	12%	28%	45%
15	130		2%	4%	13%	29%	45%
16	129		3%	4%	13%	30%	45%
17	143	0,1%	3%	4%	14%	33%	47%
18	147		2%	5%	14%	33%	48%
19	159		3%	6%	17%	36%	50%
20	165		3%	6%	17%	36%	52%
21	162		3%	7%	17%	37%	53%
22	171		2%	8%	17%	38%	54%
23	173		3%	8%	19%	39%	54%

⁴ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

Повторяемость облачности менее 450 м в течение суток колеблется в пределах от 45% в период с 12 до 16 (включительно) часов до 61% около 5 часов. Облачность менее 30 м в зимний период отмечается крайне редко и её повторяемость не превышает 0,1%.

В холодный период наиболее благоприятным временем для работы авиации является период с 10 до 17 часов.

В первом месяце весны, марте, повторяемость низкой облачности ещё значительна, однако, по сравнению с холодным периодом года, в суточном ходе более четко выражен минимум, который отмечается в период с 10 до 19 часов.

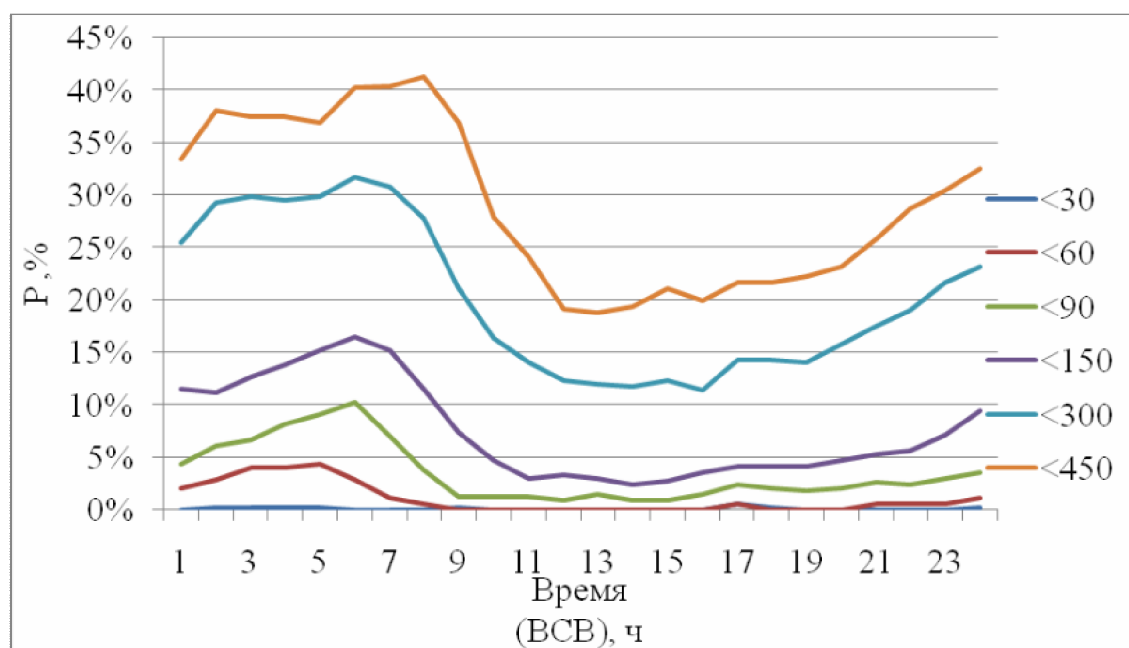


Рис. 5. Суточный ход повторяемости, %, различных пределов ВНГО за март⁵

Максимальная повторяемость различных пределов облачности отмечается в разное время, так для высоты менее 30 м повторяемость не превышает 1 %, менее 60 м в 2-4 часа (4%), менее 90 м (10%), менее 150 м (16%) и менее 300 м (32%) в 5 часов, менее 450 м в 5-7 часов (40-41%) (рис. 5,

⁵ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

табл. 3).

Таблица 3

Повторяемость градации ВНГО по срокам наблюдений в марте ⁶

Время, ВСВ,ч	К-во набл.	Н , s					
		<30	<60	<90	<150	<300	<450
00	341		2%	4%	11%	26%	33%
01	341		3%	6%	11%	29%	38%
02	341		4%	7%	13%	30%	38%
03	341		4%	8%	14%	30%	38%
04	341		4%	9%	15%	30%	37%
05	340		3%	10%	16%	32%	40%
06	341		1%	7%	15%	31%	40%
07	341		1%	4%	11%	28%	41%
08	341			1%	7%	21%	37%
09	341			1%	5%	16%	28%
10	341			1%	3%	14%	24%
11	341			1%	3%	12%	19%
12	341			1%	3%	12%	19%
13	341			1%	2%	12%	19%
14	341			1%	3%	12%	21%
15	341			1%	4%	11%	20%
16	341	1%	1%	2%	4%	14%	22%
17	341			2%	4%	14%	22%
18	341			2%	4%	14%	22%
19	341			2%	5%	16%	23%
20	341		1%	3%	5%	18%	26%
21	341		1%	2%	6%	19%	29%
22	341		1%	3%	7%	22%	30%
23	341		1%	4%	9%	23%	33%

Таким образом, в начале весны наиболее благоприятен для работы авиации период с 8 до 22 часов.

⁶ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

В апреле повторяемость всех пределов высоты облаков резко уменьшается и не превышает 21%, но четко выраженный максимум прослеживается в период 4 – 5 часов только для облачности высотой менее 450, 300 и 150 м. Облачность 90 м и менее имеет очень сглаженный суточный ход и не превышает 2% (рис. 6, табл. 4).

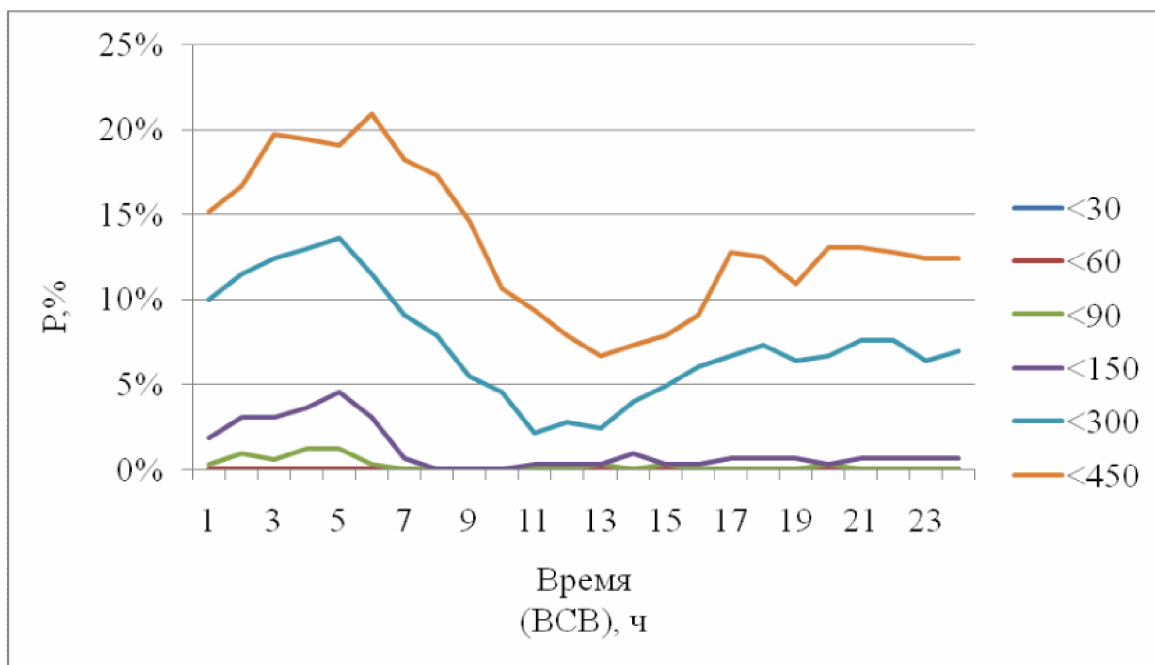


Рис. 6. Суточный ход повторяемости, %, различных пределов ВНГО за апрель⁷

Таблица 4

Повторяемость градации ВНГО по срокам наблюдений в апреле⁸

Время (ВСВ), ч	К-во набл.	Н, s					
		<30	<60	<90	<150	<300	<450
00	330				2%	10%	15%
01	330			1%	3%	12%	17%
02	330			1%	3%	12%	20%
03	330			1%	4%	13%	19%
04	330			1%	5%	14%	19%
05	330				3%	12%	21%

⁷ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

⁸ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

06	330				1%	9%	18%
07	329					8%	17%

Продолжение таблицы 4

08	329					5%	15%
09	330					5%	11%
10	330					2%	9%
11	330					3%	8%
12	330					2%	7%
13	330				1%	4%	7%
14	329					5%	8%
15	330					6%	9%
16	330				1%	7%	13%
17	329				1%	7%	12%
18	330				1%	6%	11%
19	329					7%	13%
20	330				1%	8%	13%
21	330				1%	8%	13%
22	330				1%	6%	12%
23	330				1%	7%	12%

Апрель, как и летние месяцы, является благоприятным для работы авиации в любое время суток.

В летние месяцы низкая облачность имеет четко выраженный суточный ход (рис. 7, табл. 5) и наблюдается преимущественно в период с 22 до 7 часов с максимумом в 4-5 часов, однако, повторяемость её, в целом, невелика и не превышает 10% для высоты менее 450 м.

Для высоты менее 300 м и менее 150 м повторяемость в целом невелика, однако, некое увеличение наблюдается с 22 до 7 часов.

Облачность высот 90 м и менее отмечается крайне редко её повторяемость не более 1%.

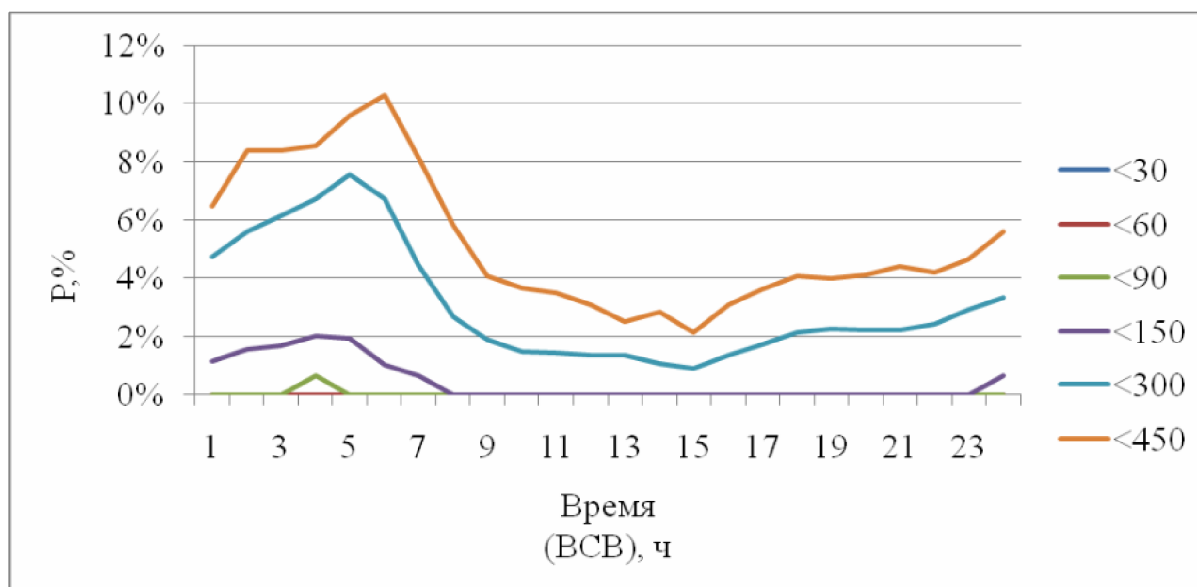


Рис. 7. Суточный ход повторяемости, %, различных пределов ВНГО за теплый период⁹

Таблица 5

Повторяемость градации ВНГО по срокам наблюдений за теплый период (май, июнь, июль, август, сентябрь)¹⁰

Время (ВСВ),ч	К-во набл.	Н , s					
		<30	<60	<90	<150	<300	<450
00	1341				1,13%	5%	6%
01	1341				1,55%	6%	8%
02	1341				1,66%	6%	8%
03	1341			0,65%	2,00%	7%	9%
04	1342				1,90%	8%	10%
05	1341				1,01%	7%	10%
06	1341				0,65%	4%	8%
07	1341					3%	6%
08	1341					2%	4%
09	1341					1,49%	4%
10	1341					1,43%	4%
11	1341					1,37%	3%

⁹ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

¹⁰ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

12	1341					1,37%	2%
13	1341					1,07%	3%
14	1341					0,89%	2%

Продолжение таблицы 5

15	1341					1,37%	3%
16	1341					2%	4%
17	1340					2%	4%
18	1339					2%	4%
19	1340					2%	4%
20	1340					2%	4%
21	1340					2%	4%
22	1340					3%	5%
23	1341				0,65%	3%	6%

Таким образом, летний сезон благоприятен для работы авиации в любое время суток.

В переходный месяц **октябрь** повторяемость облачности менее 450 м, по сравнению с летом, возрастает, однако, всё ещё невелика.

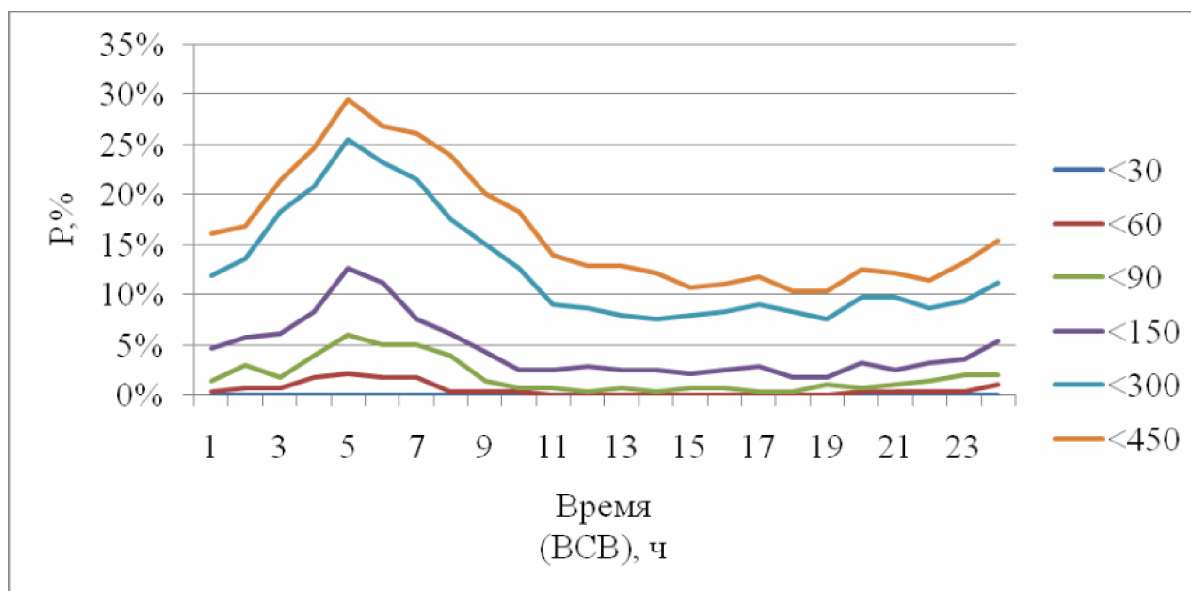


Рис. 8. Суточный ход повторяемости, %, различных пределов ВНГО за октябрь¹¹

Значительное увеличение повторяемости облачности всех пределов

¹¹ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

высоты, наблюдается в период с 02 до 09 часов с максимумом в 4 часа и составляет 6%, 13%, 26% и 29 % соответственно для высоты облачности менее 90, 150, 300 и 450 метров (рис. 8, табл. 6).

Таблица 6

Повторяемость градации ВНГО по срокам наблюдений за октябрь¹²

Время (ВСВ,ч)	К-во набл.	Н , s					
		<30	<60	<90	<150	<300	<450
00	279		0,36%	1,43%	5%	12%	16%
01	279		0,72%	3,00%	6%	14%	17%
02	279		0,72%	1,79%	6%	18%	22%
03	279		1,79%	4,00%	8%	21%	25%
04	278		2,16%	6,00%	13%	26%	29%
05	279		1,79%	5,02%	11%	23%	27%
06	279		1,79%	5,00%	8%	22%	26%
07	279		0,36%	4,00%	6%	18%	24%
08	279		0,36%	1,43%	4%	15%	20%
09	279		0,36%	0,72%	3%	13%	18%
10	279			0,72%	3%	9%	14%
11	279			0,36%	3%	9%	13%
12	279			0,72%	3%	8%	13%
13	279			0,36%	3%	8%	12%
14	279			0,72%	2%	8%	11%
15	279			0,72%	3%	8%	11%
16	278			0,36%	3%	9%	12%
17	279			0,36%	2%	8%	10%
18	279			1,08%	2%	8%	10%
19	279		0,36%	0,72%	3%	10%	13%
20	279		0,36%	1,08%	3%	10%	12%
21	279		0,36%	1,43%	3%	9%	11%
22	279		0,36%	2,00%	4%	9%	13%
23	279		1,08%	2,00%	5%	11%	15%

Период с 10 до 22 часа характеризуется наименьшими значениями повторяемости низкой. Этот период наиболее благоприятен для работы

¹² Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

авиации. В ночные часы повторяемость всех пределов облачности несколько увеличивается.

Поздней осенью (**в ноябре**) повторяемость низкой облачности резко увеличивается, причем, в её распределении в течение суток хорошо просматривается максимум, который для всех пределов высоты приходится на 5 часов (табл. 7, рис. 9).

Таблица 7

Повторяемость градации ВНГО по срокам наблюдений за ноябрь¹³

Время (ВСВ),ч	К-во набл.	Н , s					
		<30	<60	<90	<150	<300	<450
00	270		2%	4%	10%	30%	38%
01	270		2%	6%	14%	32%	42%
02	270		3%	6%	13%	34%	46%
03	269		3%	6%	15%	36%	46%
04	270		3%	8%	15%	35%	46%
05	270		4%	8%	14%	38%	49%
06	269		4%	7%	12%	32%	46%
07	270		3%	7%	11%	33%	48%
08	269		1%	6%	12%	30%	45%
09	270		1%	4%	10%	25%	40%
10	270			1%	6%	21%	34%
11	270			2%	5%	17%	31%
12	270			1%	5%	16%	27%
13	270			1%	5%	15%	28%
14	270			2%	6%	17%	28%
15	270			2%	4%	17%	24%
16	270		1%	4%	7%	16%	28%
17	270		1%	4%	8%	17%	27%
18	270		1%	3%	6%	19%	30%
19	270		2%	5%	9%	22%	31%
20	270		2%	4%	9%	26%	32%
21	270		2%	3%	10%	26%	34%

¹³ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

22	270		2%	5%	11%	29%	37%
23	270		2%	5%	11%	30%	38%

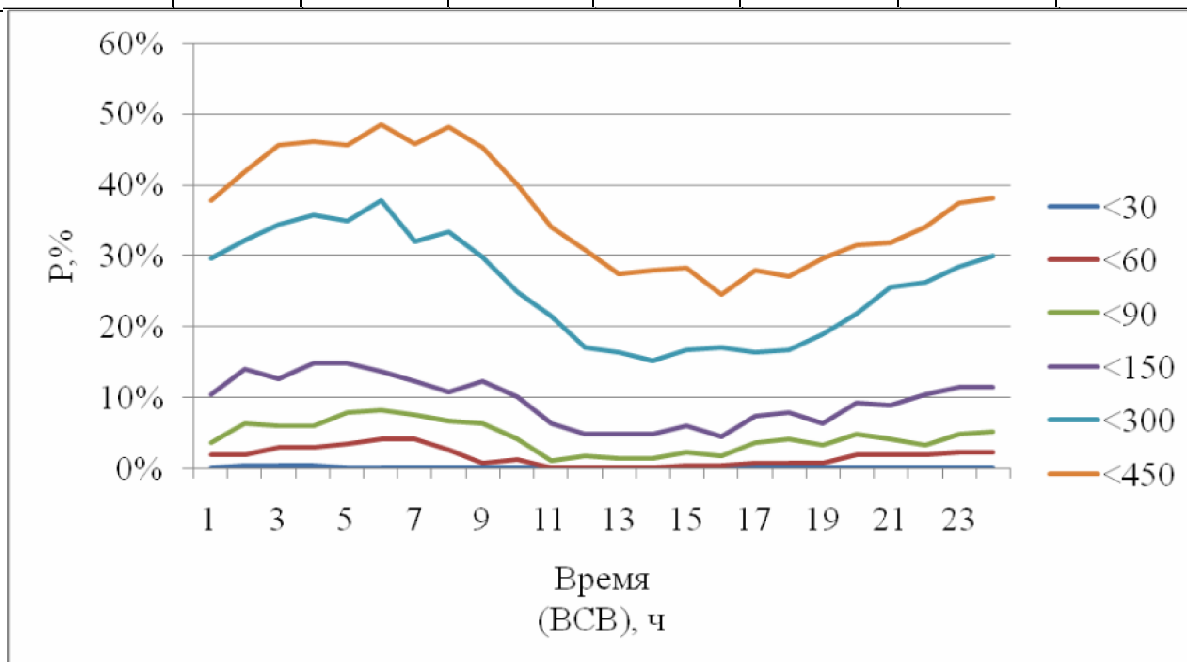


Рис. 9. Суточный ход повторяемости, %, различных пределов ВНГО за ноябрь¹⁴

Минимальная повторяемость для пределов высоты менее 450 м приходится на 15 часов и составляет 24%, для высоты менее 300 м – 15% в 13 часов, менее 150 м – 5% в период с 11 до 13 часов, менее 90 м с 10 до 15 часов и не превышает 2%. Облачность высотой менее 60 м в период с 10 до 13 часов и высоты менее 30 м в с 4 до 24 часов не наблюдается. В ноябре период с 10 до 18 часов наиболее благоприятен для работы авиации.

2.2 Дальность горизонтальной видимости

Горизонтальная видимость, наряду с нижней границей облаков, определяет возможность взлета и посадки самолетов.

Видимость – это зрительное восприятие объектов, обусловленное существованием яркостных и цветовых различий между объектами и фоном, на

¹⁴ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

котором они проектируются. Видимость характеризуется дальностью видимости (как далеко видно) и степенью видимости (как хорошо видно) . При метеорологическом обеспечении авиации используют дальность видимости, которую называют обычно видимостью. Видимость зависит от геометрических размеров объекта, его освещенности, контрастности объекта и фона, прозрачности атмосферы.

Метеорологическая дальность видимости (МДВ) – это максимальное расстояние, на котором виден и опознается в светлое время суток абсолютно черный объект больших угловых размеров (не более 15 '), проектирующийся на фоне неба вблизи горизонта (или на фоне воздушной дымки).

При инструментальных наблюдениях за видимостью принимается **метеорологическая оптическая дальность видимости (MOR)** , под которой понимают длину пути светового потока в атмосфере, на котором он ослабевает до 0,05 от своего начального значения.

МДВ (MOR) зависит только от прозрачности атмосферы, является первичным элементом при оценке условий видимости для авиационных пользователей, включается в сводку фактической погоды на аэродроме.

Дальность видимости на ВПП (RVR) – это расстояние, в пределах которого пилот воздушного судна, находящегося на осевой линии ВПП, может видеть маркировку покрытия ВПП или огни, ограничивающие ВПП или обозначающие ее осевую линию. Расчет RVR проводится только на аэродромах, оборудованных системами огней высокой (ОВИ) или малой интенсивности (ОМИ), при максимальной видимости на ВПП менее 2000 м. При видимости более 2000 м видимость отождествляется с МДВ (MOR).

Видимость наряду с высотой облаков является тем важнейшим элементом, по которому устанавливается минимум метеоусловий, позволяющих производить взлет и посадку, ориентировку экипажа в полете и выполнение специальных работ авиацией. Если видимость во время полета хорошая, летчик легко ориентируется в воздухе, видит все препятствия, поэтому нет опасности столкновения с ними. Полет при плохой видимости

значительно усложняется, так как летчик вынужден пилотировать самолет только по приборам.

2.2.1 Годовой ход повторяемости различных градаций дальности горизонтальной видимости менее 5 км.

Годовой ход повторяемости различных градаций дальности горизонтальной видимости (рис. 10, табл. 8) сходен с годовым ходом повторяемости низкой облачности. Наибольшая повторяемость всех пределов видимости приходится на холодный период года с максимумов в декабре (менее 0,2 км - 14%, менее 0,4 км - 15%, менее 0,6 км - 16%, менее 0,8 км - 17%, менее 1 км - 19%, менее 1,5 км - 21%, менее 3 км - 29%, менее 5 км - 44%).

В летний период, с апреля по сентябрь, повторяемость всех пределов ограниченной видимости минимальна и не превышает 15%.

В переходные месяцы повторяемость видимости всех пределов увеличивается, и не превышает 17%, за исключением марта и ноября, когда повторяемость видимости менее 4 км составляет 24 -32%.

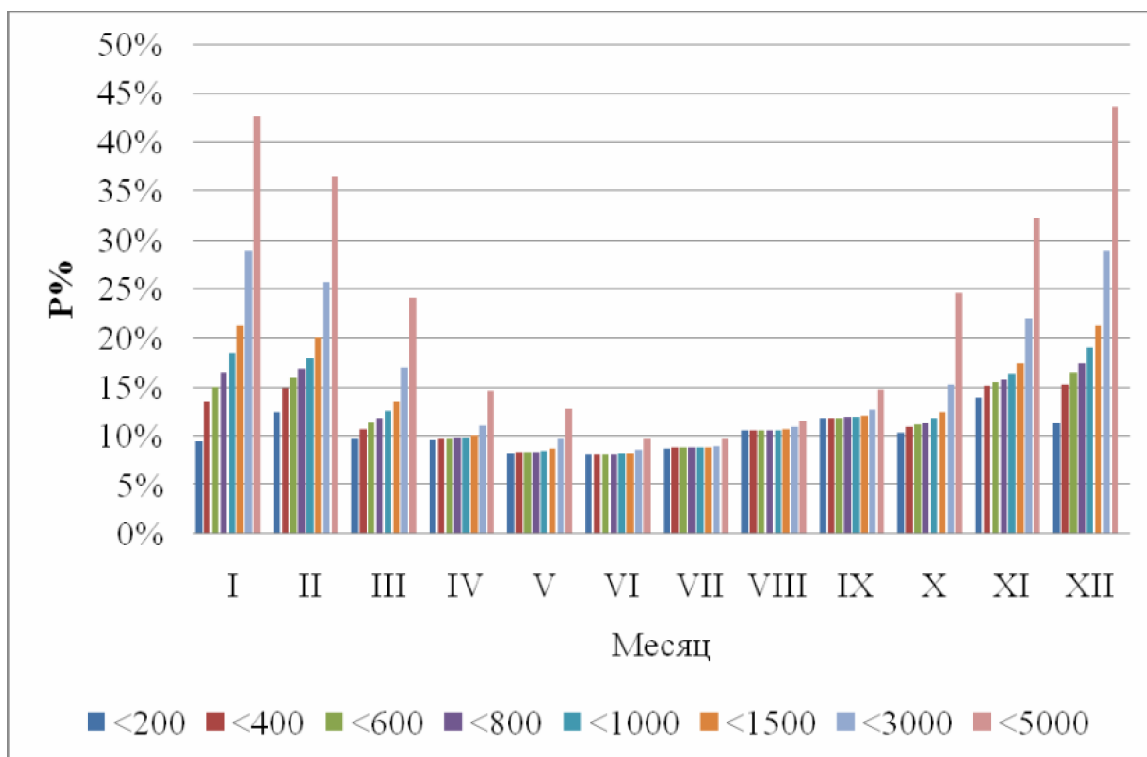


Рис. 10. Годовой ход повторяемости (%) дальности горизонтальной

видимости менее 5 км¹⁵

Таблица 8

Годовой ход повторяемости (%) дальности зонтальной видимости
менее 5 км¹⁶

месяц	Видимость, м							
	<200	<400	<600	<800	<1000	<1500	<3000	<5000
январь	9%	14%	15%	17%	18%	21%	29%	43%
февраль	12%	15%	16%	17%	18%	20%	26%	36%
март	10%	11%	11%	12%	13%	13%	17%	24%
апрель	10%	10%	10%	10%	10%	10%	11%	15%
май	8%	8%	8%	8%	9%	9%	10%	13%
июнь	8%	8%	8%	8%	8%	8%	9%	10%
июль	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	10%
август	11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%	12%
сентябрь	12%	12%	12%	12%	12%	12%	13%	15%
октябрь	10%	11%	11%	11%	12%	12%	15%	25%
ноябрь	14%	15%	15%	16%	16%	17%	22%	32%
декабрь	11%	15%	16%	17%	19%	21%	29%	44%

2.2.2 Суточный ход повторяемости дальности горизонтальной видимости различных пределов менее 5 км

Кривые суточного хода повторяемости дальности горизонтальной видимости для менее 200 м, менее 400 м, менее 600 м, менее 800 м, менее 1 км, менее 1,5 км, менее 3 км и менее 5 км построены отдельно для холодного (декабрь-февраль), теплого (май-сентябрь) и переходных периодов года: марта, апреля, октября, ноября.

В летние месяцы ограниченная видимость имеет четко выраженный суточный ход и наблюдается преимущественно в период с 17 до 2 часов, с максимумом в 00-01 часов, её повторяемость не превышает 29 %. Для видимости 1500 км и менее повторяемость составляет 24 - 25 % и наблюдается

¹⁵ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

¹⁶ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

в период с 18 до 01 часа (табл. 9, рис. 11).

Таблица 9

**Повторяемость дальности горизонтальной видимости по срокам
наблюдений за теплый период времени
(май, июнь, июль, август, сентябрь) ¹⁷**

Время (ВСВ,ч)	Видимость, м								Число случаев
	<200	<400	<600	<800	<1000	<1500	<3000	<5000	
00	24%	24%	25%	25%	25%	25%	26%	29%	1683
01	24%	24%	24%	24%	24%	25%	26%	29%	1682
02	10%	11%	11%	11%	11%	11%	13%	17%	1682
03	2%	3%	3%	3%	3%	3%	4%	8%	1682
04	0,1%	0,2%	0,3%	0,4%	0,5%	0,6%	2%	5%	1682
05	0,2%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%	1,0%	3%	1683
06	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,6%	2%	1682
07						0,1%	0,2%	2%	1682
08							0,2%	0,7%	1682
09					0,1%	0,1%	0,2%	1,1%	1682
10						0,1%	0,2%	0,9%	1682
11					0,1%	0,1%	0,2%	0,9%	1682
12						0,1%	0,4%	0,6%	1682
13						0,1%	0,2%	0,6%	1682
14							0,2%	0,4%	1682
15					0,1%	0,1%	0,2%	0,5%	1682
16	4%	4%	4%	4%	4%	4%	5%	5%	1681
17	14%	14%	14%	14%	14%	14%	15%	15%	1682
18	25%	25%	25%	25%	25%	25%	26%	26%	1679
19	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	26%	1679
20	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	27%	1680
21	24%	24%	24%	24%	25%	25%	25%	27%	1680
22	24%	24%	24%	24%	24%	25%	25%	27%	1680

¹⁷ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

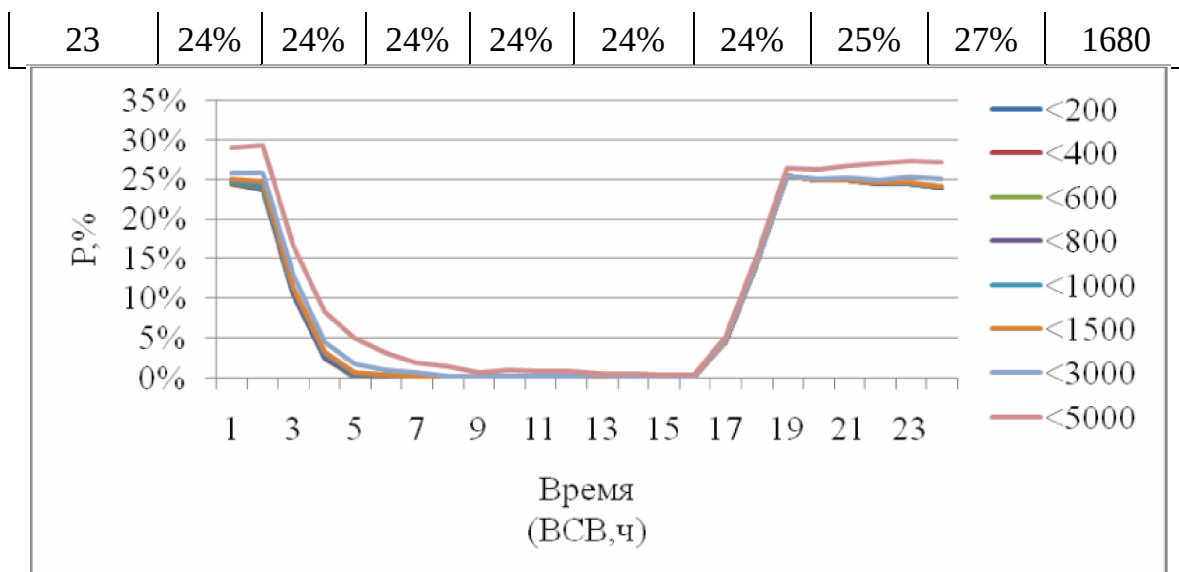


Рис. 11. Суточный ход повторяемости (%) дальности горизонтальной видимости менее 5 км (май, июнь, июль, август, сентябрь)¹⁸

В остальное время суток ограниченная видимость отмечается крайне редко. Таким образом, летний сезон благоприятен для работы авиации в любое время суток.

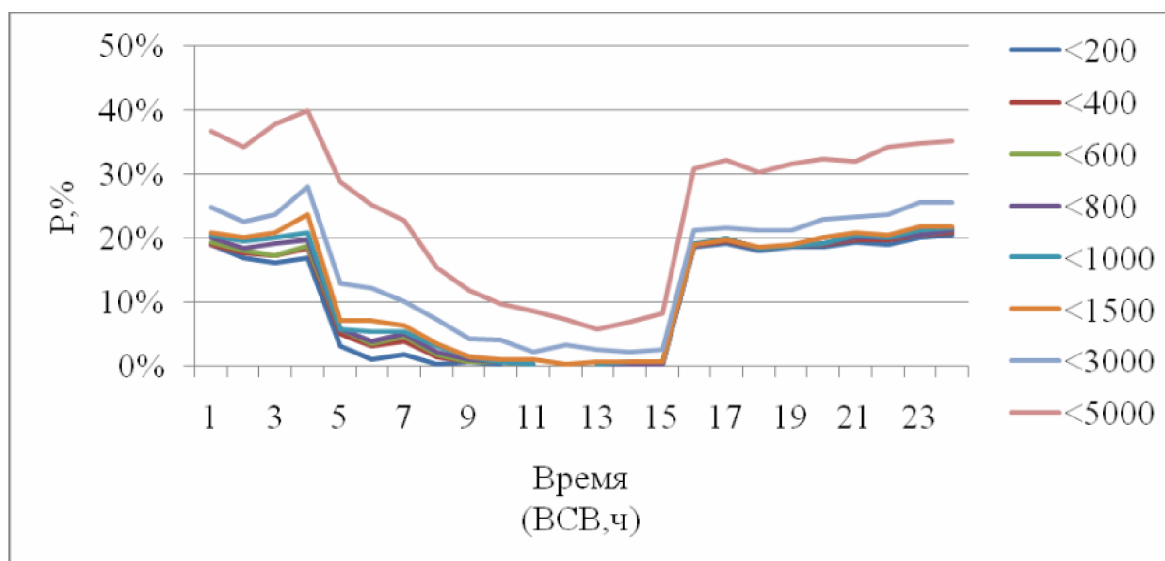


Рис. 12. Суточный ход повторяемости (%) дальности горизонтальной видимости менее 5 км за октябрь¹⁹

¹⁸ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

¹⁹ То же

В октябре повторяемость ограниченной видимости, по сравнению с летом, значительно возрастает, причем, это наиболее ярко проявляется для предела видимости менее 5 км (%), повторяемость остальных пределом видимости не превышает 25% (рис. 12, табл. 10).

Таблица 10

**Повторяемость дальности горизонтальной видимости по срокам
наблюдений за октябрь²⁰**

Время (ВСВ,ч)	Видимость, м								Число случаев
	<200	<400	<600	<800	<1000	<1500	<3000	<5000	
00	19%	19%	19%	20%	20%	21%	25%	37%	279
01	17%	18%	18%	18%	19%	20%	23%	34%	279
02	16%	17%	17%	19%	20%	21%	24%	38%	279
03	17%	18%	19%	20%	21%	24%	28%	40%	279
04	3%	5%	6%	6%	6%	7%	13%	29%	278
05	1%	3%	4%	4%	5%	7%	12%	25%	279
06	2%	4%	5%	5%	5%	6%	10%	23%	279
07	0,4%	1%	2%	2%	3%	4%	7%	15%	279
08	0,7%	0,7%	0,7%	1,1%	1,4%	1,4%	4%	12%	279
09	0,4%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	1,1%	4%	10%	279
10			0,4%	0,4%	0,4%	1,1%	2%	9%	279
11						0,4%	3%	7%	279
12		0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,7%	3%	6%	279
13		0,4%	0,4%	0,4%	0,7%	0,7%	2%	7%	279
14	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,7%	0,7%	3%	8%	279
15	19%	19%	19%	19%	19%	19%	21%	31%	279
16	19%	19%	20%	20%	20%	20%	22%	32%	278
17	18%	18%	18%	18%	18%	19%	21%	30%	279
18	19%	19%	19%	19%	19%	19%	21%	32%	279
19	19%	19%	19%	19%	19%	20%	23%	32%	279
20	19%	20%	20%	20%	20%	21%	23%	32%	279
21	19%	20%	20%	20%	20%	20%	24%	34%	279
22	20%	20%	20%	20%	21%	22%	25%	35%	279

²⁰ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

23	20%	21%	21%	21%	22%	22%	25%	35%	279
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Максимальная повторяемость ограниченной видимости в октябре наблюдается в 3 часа, а четко выраженный минимум отмечается в 08-14 часов лишь для предела видимости 3 км и менее и не превышает 4%; с 15 часов для этих пределов вновь наблюдается некоторое возрастание повторяемости за счет образования дымки в момент захода солнца. Этот период и наиболее благоприятен для работы авиации.

В ноябре повторяемость ограниченной видимости резко увеличивается, причем, наибольшее увеличение отмечается во второй половине ночи и утром.

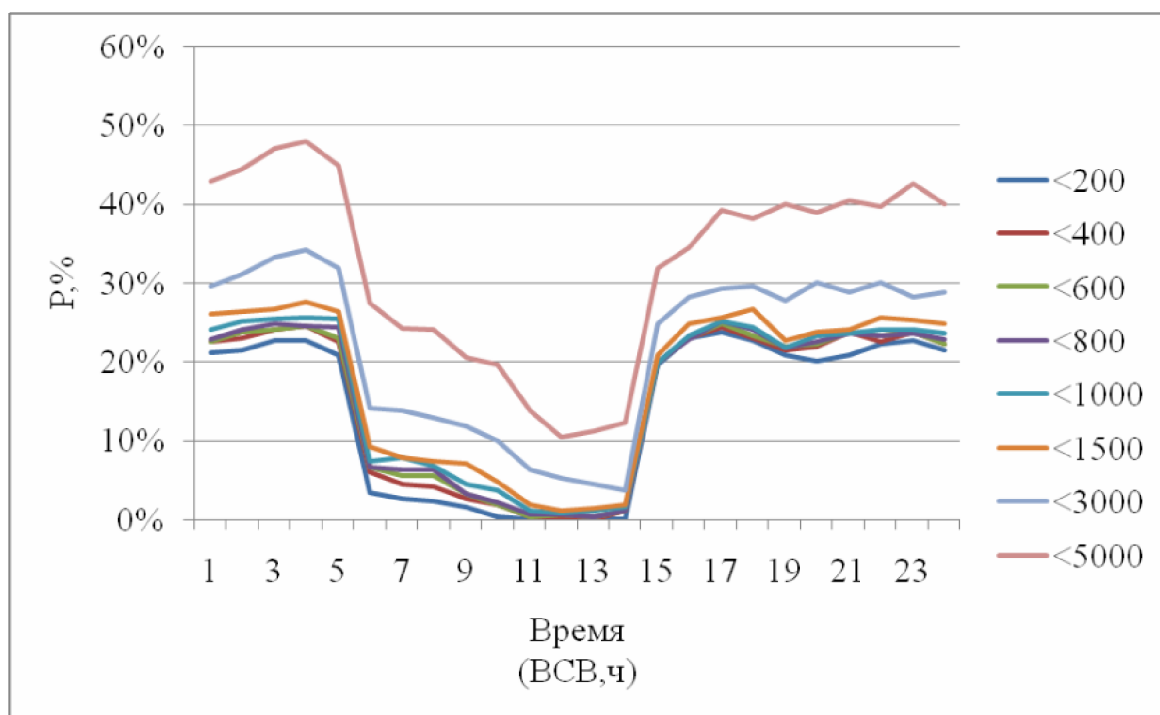


Рис. 13. Суточный ход повторяемости (%) дальности горизонтальной видимости менее 5 км за ноябрь²¹

В течение суток хорошо просматривается максимум, который для пределов видимости менее 1,5 км – 28%, менее 3 км - 34% , менее 5 км – 48% наблюдается в 3 часов. Для видимости от 1000 м и менее максимумы наблюдаются преимущественно в вечернее и ночное время суток. Минимальная повторяемость ограниченной видимости всех пределов приходится на период с

²¹ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

10 до 13 часов (рис. 13, табл. 11).

Таблица 11

**Повторяемость дальности горизонтальной видимости по срокам
наблюдений за ноябрь²²**

Время (ВСВ,ч)	Видимость, м								Число случаев
	<200	<400	<600	<800	<1000	<1500	<3000	<5000	
00	21%	23%	23%	23%	24%	26%	30%	43%	270
01	21%	23%	24%	24%	25%	26%	31%	44%	270
02	23%	24%	24%	25%	26%	27%	33%	47%	270
03	23%	25%	25%	25%	26%	28%	34%	48%	269
04	21%	23%	23%	24%	26%	26%	32%	45%	270
05	3%	6%	7%	7%	7%	9%	14%	27%	270
06	3%	4%	6%	6%	8%	8%	14%	24%	269
07	2%	4%	6%	6%	7%	7%	13%	24%	270
08	1%	3%	3%	3%	4%	7%	12%	20%	269
09	0,4%	2%	2%	2%	4%	5%	10%	20%	270
10		0,37%	0,37%	0,74%	1,11%	2%	6%	14%	270
11		0,37%	0,74%	0,74%	0,74%	1%	5%	10%	270
12			0,37%	0,37%	1,11%	1%	4%	11%	270
13		1,11%	1,11%	1,11%	1,48%	2%	4%	12%	270
14	20%	20%	20%	20%	20%	21%	25%	32%	270
15	23%	23%	23%	23%	23%	25%	28%	34%	270
16	24%	24%	25%	25%	25%	26%	29%	39%	270
17	23%	23%	23%	24%	24%	27%	30%	38%	270
18	21%	21%	22%	22%	22%	23%	28%	40%	270
19	20%	22%	22%	23%	23%	24%	30%	39%	270
20	21%	24%	24%	24%	24%	24%	29%	40%	270
21	22%	23%	23%	23%	24%	26%	30%	40%	270
22	23%	24%	24%	24%	24%	25%	28%	43%	270

²² Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

23	21%	22%	22%	23%	24%	25%	29%	40%	270
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

В ноябре период с 5 до 13 часов является наиболее благоприятным для работы авиации, поскольку повторяемость видимости менее 1,5 км не превышает в это время 9 %.

В зимний период, по сравнению с остальными сезонами, повторяемость всех пределов видимости менее 5 км наибольшая, причем, увеличение повторяемости ограниченной видимости наблюдается в период с 22 до 04 часов с максимумом для пределов менее 5 км – 51% и менее 3 км – 37% в 04 часа.

Таблица 12

Повторяемость дальности горизонтальной видимости по срокам наблюдений за холодный период (декабрь, январь, февраль)²³

Время (ВСВ,ч)	Видимость, м								Число случаев
	<200	<400	<600	<800	<1000	<1500	<3000	<5000	
00	15%	20%	22%	24%	26%	28%	36%	48%	962
01	16%	21%	23%	25%	27%	30%	37%	50%	961
02	16%	21%	22%	23%	26%	29%	37%	50%	962
03	16%	20%	22%	24%	26%	29%	36%	51%	962
04	15%	19%	21%	23%	24%	27%	37%	51%	962
05	6%	11%	13%	15%	17%	20%	28%	45%	962
06	3%	8%	9%	10%	13%	16%	25%	41%	960
07	3%	6%	8%	8%	10%	14%	23%	39%	959
08	2%	6%	7%	8%	9%	12%	19%	34%	960
09	2%	4%	5%	6%	7%	10%	16%	29%	960
10	1%	4%	5%	6%	7%	8%	13%	26%	959
11	1%	3%	3%	4%	5%	6%	13%	24%	961
12	1%	3%	3%	4%	5%	6%	11%	23%	961
13	1%	4%	5%	5%	5%	7%	12%	22%	961
14	9%	12%	12%	13%	14%	16%	21%	31%	961
15	18%	20%	21%	22%	23%	24%	30%	41%	961
16	18%	20%	21%	22%	23%	25%	31%	44%	962

²³ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

17	18%	20%	21%	22%	23%	26%	34%	46%	962
18	17%	20%	22%	23%	25%	27%	35%	46%	962

Продолжение таблицы 12

19	17%	20%	21%	22%	24%	27%	35%	46%	962
20	17%	22%	23%	24%	26%	28%	35%	47%	962
21	17%	21%	23%	24%	26%	28%	35%	48%	962
22	17%	22%	24%	25%	27%	30%	37%	50%	962
23	16%	22%	23%	25%	26%	29%	35%	49%	962

Для пределов от менее 1,5 км до менее 400 м максимум достигается преимущественно в 22 часа, а для значений видимости менее 200 м максимум 18 % в период с 15 до 18 часов (табл. 12, рис. 14).

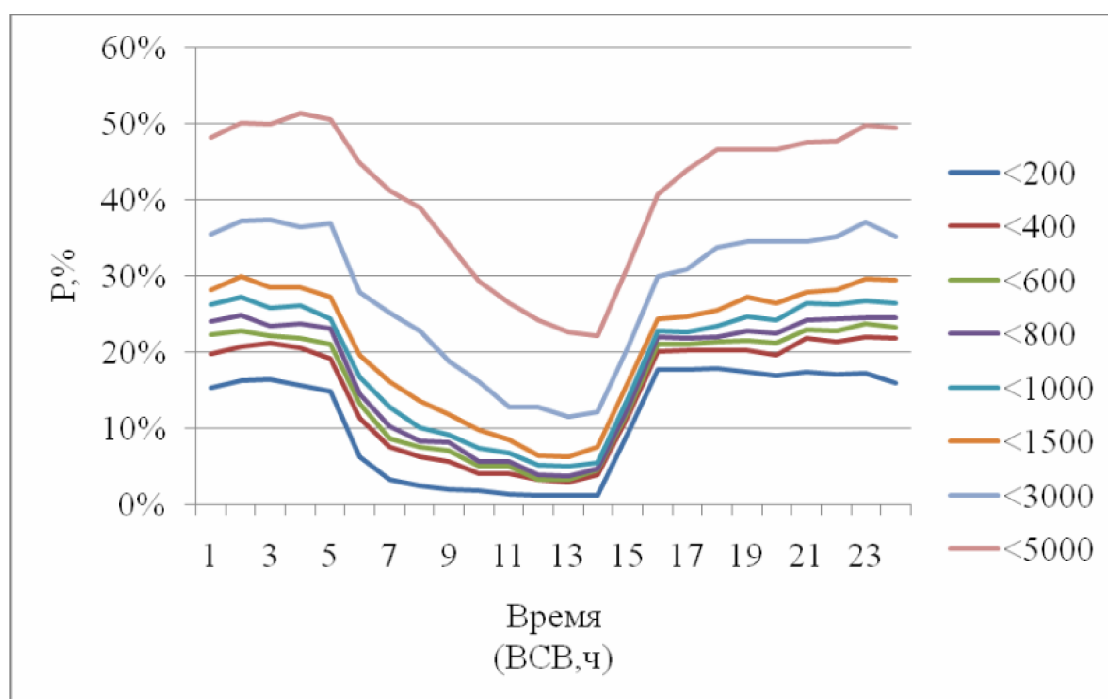


Рис. 14. Суточный ход повторяемости (%) дальности горизонтальной видимости менее 5 км за холодный период (декабрь, январь, февраль)²⁴

В остальное время суток повторяемость видимости менее 5 км колеблется

²⁴ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

в незначительных пределах, при этом ко времени захода солнца наблюдается небольшое увеличение. Зимний период наиболее неблагоприятен для работы авиации, особенно с 05 до 13 часов.

В первом весеннем месяце – марте повторяемость ограниченной видимости значительна. Для пределов видимости от менее 5 км до 600 м отмечается очень четкий максимум в 03 часа. Для видимости менее 200 м максимум достигается в 18 часов и составляет 21%.

А для пределов менее 400 м – 21% и менее 600 м – 22% максимум достигается несколько раз в период с 16 до 03 часов.

С 16 до 03 часов повторяемость видимости всех пределов как и зимой, колеблется в незначительных пределах (рис. 15, табл. 13).

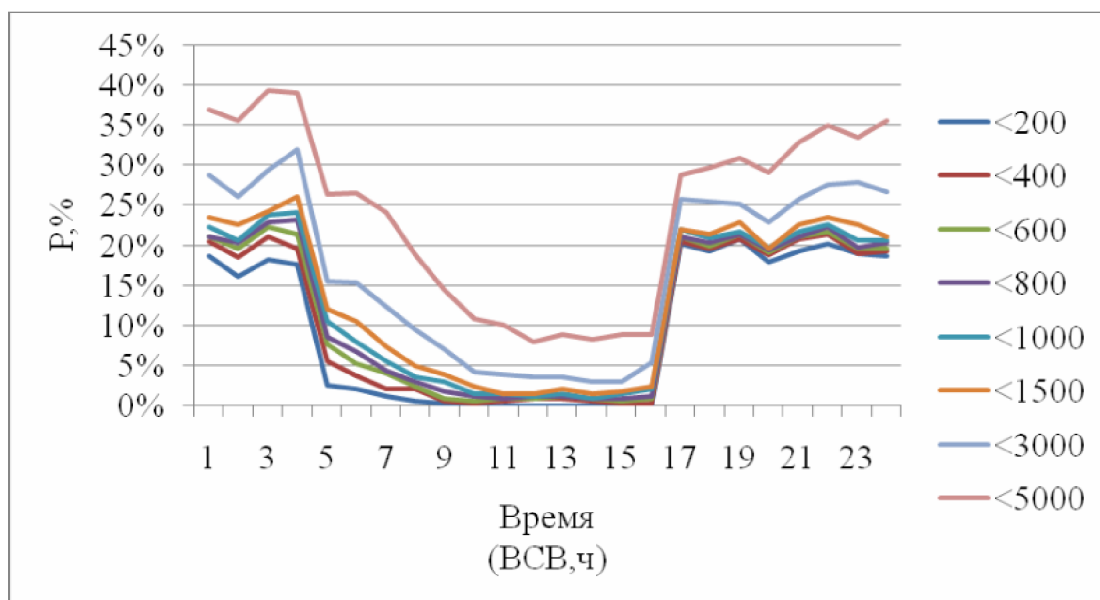


Рис. 15. Суточный ход повторяемости (%) дальности горизонтальной видимости менее 5 км за март²⁵

Таблица 13

Повторяемость дальности горизонтальной видимости по срокам наблюдений за март²⁶

Время (ВСВ, ч)	Видимость, м								Число случаев
	<200	<400	<600	<800	<1000	<1500	<3000	<5000	
00	19%	21%	21%	21%	22%	23%	29%	37%	341

²⁵ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

²⁶ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

01	16%	18%	20%	20%	21%	23%	26%	35%	341
02	18%	21%	22%	23%	24%	24%	29%	39%	341
03	18%	20%	21%	23%	24%	26%	32%	39%	341
04	3%	6%	8%	9%	11%	12%	16%	26%	341

Продолжение таблицы 13

05	2%	4%	5%	7%	8%	11%	15%	26%	340
06	1%	2%	4%	4%	6%	7%	12%	24%	341
07	1%	2%	2%	3%	4%	5%	9%	19%	341
08	0%	1%	1%	2%	3%	4%	7%	14%	341
09	0%	0%	1%	1%	1%	2%	4%	11%	341
10	0%	1%	1%	1%	1%	1%	4%	10%	341
11	0%	1%	1%	1%	1%	1%	4%	8%	341
12	0%	1%	1%	1%	1%	2%	4%	9%	341
13	0%	1%	1%	1%	1%	1%	3%	8%	341
14	0%	0%	1%	1%	1%	2%	3%	9%	341
15	0%	0%	1%	1%	2%	2%	5%	9%	341
16	20%	21%	21%	21%	22%	22%	26%	29%	341
17	19%	20%	20%	20%	21%	21%	26%	30%	341
18	21%	21%	21%	21%	22%	23%	25%	31%	341
19	18%	19%	19%	19%	20%	20%	23%	29%	341
20	19%	21%	21%	21%	22%	23%	26%	33%	341
21	20%	21%	22%	22%	23%	23%	28%	35%	341
22	19%	19%	20%	20%	21%	23%	28%	33%	341
23	19%	19%	20%	20%	21%	21%	27%	35%	341

Наиболее благоприятным временем суток для работы авиации является период с 06 до 15 часов, когда повторяемость видимости менее 2 км не превышает 7 %, а менее 1 км – 6%.

В апреле повторяемость всех пределов ограниченной видимости резко уменьшается и не превышает 7%, причем, четко выраженный максимум отмечается только для видимости менее 4 км, в 07 часов, минимум её отмечается с 12 до 17 часов (менее 1%) (табл. 14, рис. 16).

Видимость менее 2 км наблюдается лишь в период с 23 до 09 часов, однако, повторяемость её очень мала (не более 2%). В апреле работа авиации возможна в любое время суток.

Таблица 14

**Повторяемость дальности горизонтальной видимости по срокам
наблюдений за апрель²⁷**

Время (ВСВ,ч)	Видимость, м								Число случаев
	<200	<400	<600	<800	<1000	<1500	<3000	<5000	
00	23%	23%	23%	23%	23%	23%	24%	29%	330
01	22%	22%	22%	22%	22%	23%	25%	29%	330
02	21%	21%	21%	21%	22%	22%	25%	31%	330
03	1,21%	2%	2%	2%	2%	3%	6%	13%	330
04	0,6%	1,2%	1,2%	1,2%	1,5%	2%	5%	11%	330
05	0,3%	0,6%	1,2%	1,2%	1,5%	1,8%	3%	9%	330
06							1,21%	5%	330
07							0,3%	4%	329
08								3%	329
09								2%	330
10							0,3%	2%	330
11						0,3%	0,3%	3%	330
12							0,6%	2%	330
13							0,3%	4%	330
14							1,8%	4%	329
15							1,8%	3%	330
16	6%	6%	6%	6%	6%	6%	7%	9%	330
17	24%	24%	24%	24%	24%	24%	24%	26%	329
18	22%	22%	22%	22%	22%	23%	23%	27%	330
19	23%	23%	23%	23%	23%	23%	24%	28%	329
20	23%	23%	23%	23%	23%	23%	24%	27%	330

²⁷ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

21	22%	22%	22%	22%	22%	22%	24%	27%	330
22	22%	22%	22%	22%	22%	22%	23%	27%	330
23	21%	22%	22%	22%	22%	22%	23%	26%	330

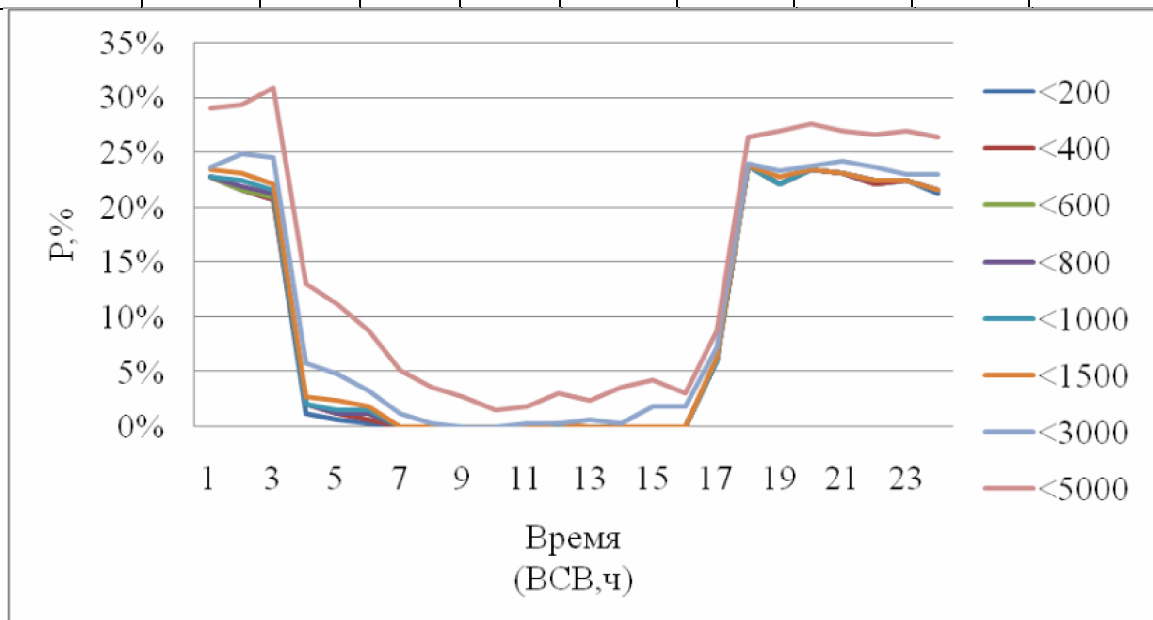


Рис. 16. Суточный ход повторяемости (%) дальности горизонтальной видимости менее 5 км за апрель²⁸

Из проведенного исследования в данной главе следует, наибольшая повторяемость всех пределов облачности отмечается в холодную половину года (с ноября по март) с максимумом в декабре. В теплую половину года (с апреля по октябрь) повторяемость всех пределов облачности невелика.

Из обработки данных о горизонтальной дальности видимости следует, что годовой ход повторяемости различных градаций подобен годовому ходу повторяемости низкой облачности. Наибольшая повторяемость всех пределов видимости приходится на холодный период года с максимумом в декабре. В летний период, с мая по сентябрь, повторяемость всех пределов ограниченной видимости минимальна и не превышает 15%.

²⁸ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

Глава 3 Сочетания условий погоды различной степени сложности в районе аэропорта

Для составления таблиц и графиков использовался электронный архив за период 2007-2017 год КРАМС-4, установленной на ОПН ИВПП-04 аэродрома Ростова-на-Дону.

Условия погоды различной степени сложности (Приложение 1):

- среднее число дней для условий с дальностью видимости на ВПП (RVR) и высотой нижней границы облаков (ВНГО) ниже минимума (<3000 м/ <300 м) за год составляет 171,6: февраль – 20,8, март – 20,0;
- среднее число дней для условий ниже минимума <800 м/ <60 м за год составляет 58,0: февраль – 9,2, март – 7,6;
- среднее число дней для условий ниже минимума <400 м/ <30 м за год составляет 26,4: февраль – 4,2, март – 3,4.

Важной характеристикой сложных для авиации погодных условий является их повторяемость в течение суток. Из анализа исследования в главе 2 видно, что наиболее неблагоприятные условия погоды для взлета и посадки ВС отмечаются в утренние часы и во второй половине ночи.

Непрерывная продолжительность (%) сложных условий погоды является также их важной характеристикой:

- при погодных условиях <800 м <60 м в феврале и марте максимальную повторяемость (34,8% и 40,5% соответственно) имеет продолжительность 1 час и менее. Максимальная продолжительность в феврале составляет 18-24 часа (2,2% случаев), в марте – 6-12 часов (4,8%) (Приложение 2);
- при погодных условиях <550 м <60 м в феврале и марте максимальную повторяемость (45,5% и 38,7% соответственно) имеет продолжительность 1 - 3 час. Максимальная продолжительность в феврале составляет 18 -24 часа (3,0% случаев), в марте – 6-12 часов (6,5%) (Приложение 3);
- при погодных условиях <350 м <30 м в феврале максимальную

повторяемость 50,0% имеет продолжительность 1 - 3 часа, в марте – 52,9% имеет продолжительность 1 час и менее. Максимальная продолжительность в феврале составляет 12-18 часов (10,0% случаев), в марте – 6-12 часов (5,9%) (Приложение 4).

Ветер оказывает существенное влияние на работу авиации. Каждый тип самолета имеет определенные ограничения по скорости ветра. Большое значение имеет также величина угла между направлением ветра и ориентировкой взлетно-посадочной полосы. Ветер более 12 м/с под углом к ВПП 80-90° делает, по существу, невозможным взлет и посадку почти всех типов самолетов [20].

Сильные ветры создают значительную турбулентность в приземном слое. Неблагоприятны и штили, увеличивающие длину разбега самолета при взлете и его пробега при посадке [14, с.62]. В приложениях 5 и 6 дана повторяемость условий погоды различной степени сложности при определенных скоростях и направлениях ветра:

- в феврале и марте при скорости ветра 5 м/с и менее восточного направления максимальную повторяемость (42,8% и 35,5% соответственно) имеют условия <400 м <30 м;
- при скорости 6-10 м/с ветра восточного направления в феврале преобладают условия 1000 – 1500 м и 90 – 150 м (23,5%), в марте – 400 - 800 м и 30 - 60 м (13,0%);
- при скорости 11-15 м/с ветра восточного направления в феврале преобладают условия <400 м <30 м (14,5%), в марте – 1000 – 1500 м и 90 – 150 м (8,0%);
- при скорости ветра более 15 м/с западного направления в феврале преобладают условия 400 - 800 м и 30 - 60 м (5,4%), в марте при восточном ветре – 800 – 1000 м и 60 – 90 м (5,0%).

В феврале:

- средняя скорость ветра 8,1 м/с,
- преобладающим является ветер с направлением 050° -100 ° (51,0%);

- ветер со скоростью более 15 м/с отмечается также при восточном направлении (15,9%);
- ветер со скоростью более 20 м/с в 0,3% случаев наблюдался при направлении ветра 080°-100°;
- максимальная скорость западного ветра (230° - 280°) не превышает 20 м/с в 1,5% случаев;
- повторяемость ветра перпендикулярных ИВПП направлений составляет 2,5% юго-восточного (110°-130°), при этом скорость не превышает 17 м/с, и 3,2% северо-западного (320°-340°), при этом скорость не превышает 12 м/с;

В марте:

- средняя скорость ветра 6,9 м/с;
- преобладающим является ветер восточного направления (050° -100 °) - 39,0%, на ветер западного направления (230° -280°) приходится 21,6%;
- ветер со скоростью более 15 м/с отмечается при восточном направлении (6,3%);
- ветер со скоростью более 20 м/с в 0,2% случаев наблюдается при направлении ветра 230°-250°;
- повторяемость ветра перпендикулярных ИВПП направлений составляет 3,2% юго-восточного (110°-130°), при этом скорость не превышает 17 м/с, и 4,1% северо-западного (320°-340°), при этом скорость не превышает 12 м/с.

Температура воздуха и атмосферное давление (Приложения 7, 8):

- за десятилетний период среднемесячная температура воздуха в феврале составила минус 2,3°С, марте плюс 3,6°С;
- максимальная температура наблюдавшаяся в феврале плюс 15,8°С, марте плюс 26,0°С;
- минимальная температура наблюдавшаяся в феврале минус 17,6°С, марте минус 14,3°С;

- феврале максимальный процент повторяемости приземной температуры (62,6%) в среднем за сутки наблюдается в интервале от минус 05°С до плюс 05°С;
- в марте максимальный процент (45,8%) повторяемости приземной температуры в среднем за сутки наблюдается в интервале от 0°С до плюс 05°С;
- среднегодовое значение давления на уровне аэродрома за период 2007 - 2011гг составляет 1016,4 гПа;
- в феврале среднемесячное давление составляет 1018,5 гПа, марте - 1016,6 гПа;
- максимальное значение давления в феврале - 1041,6 гПа, в марте - 1034,8 гПа;
- минимальное давление в феврале 988,4 гПа, марте 988,7 гПа.

Атмосферные явления. Туман является одним из наиболее часто повторяющихся опасных метеорологических явлений, влияющих на безопасность и регулярность полетов [7, с.234].

Данные, помещенные в приложениях 8-10, дают наглядное представление о:

- максимальный процент повторяемости туманов в феврале и марте месяце приходится на период с 03 час до 05 час с максимумом 13,6% в 03часв феврале и 12,3% в 04 час в марте;
- повторяемость туманов с видимостью менее 200м в феврале - 36,1%, марте - 20,0%;
- туманы с видимостью менее 400м в феврале наблюдаются - 64,9%, марте - 57,3%;
- видимость менее 800м при туманах в феврале составляет 89,6%, марте - 87,3%;
- наибольший процент повторяемости туманов, в феврале и марте наблюдается в диапазоне температур от 0°С до плюс 05°С (72,9% и 54,1% соответственно) и при дефиците точки росы от 0С° до 1°С, наименьшее

при температуре от минус 10°C до минус 15°C и дефиците от 0°C до 1°C (3,9% и 1,1 % соответственно);

- средняя продолжительность туманов в феврале составляет 5,9 часов, максимальная продолжительность 26 часов, в марте 3,3 часа -средняя и 10 часов максимальная;
- наибольшая непрерывная продолжительность туманов в феврале составляет 3-6 часов (35,9%), в марте - 33,3% при продолжительности 1-3 часа;
- в феврале наибольший процент повторяемости туманов (52,5%) наблюдается при восточном ветре и скорости до 15 м/с: при скорости ветра 0-5 м/с 28,1%, 6-10 м/с – 15,4%, 11-15м/с – 9,0%. При скорости ветра до 5 м/с туман возможен при любом направлении ветра, при скорости 6-10 м/с не отмечалось тумана при северном, северо-западном и южном направлении ветра, а при скорости 11-15 м/с туман возможен только при восточном и юго-западном ветре;
- в марте наибольший процент повторяемости туманов (35,2%) наблюдается также при восточном ветре и любой скорости ветра: при скорости ветра 0-5 м/с 27,3%, 6-10 м/с – 7,4%, более 15м/с – 0,5%. При скорости ветра до 5 м/с туман возможен при любом направлении ветра, при скорости 6-10 м/с не отмечался туман при южном, юго-восточном и северо-западном ветра, а при скорости 11-15 м/с туман не отмечался, при скорости ветра более 15 м/с отмечался только при восточном ветре.

Дымка и мгла (Приложение 11). Дымка, как правило, связаны с наличием инверсии температуры на небольшой высоте, которая препятствует переносу продуктов конденсации водяного пара в более высокие слои атмосферы и тем самым способствует ухудшению, видимости у земли до 1 км [24, с.137].

- наибольший процент повторяемости видимости при дымке и мгле наблюдается в феврале и марте при значениях менее 5000м и составляет 61,9% и 60,4% соответственно, наименьшее (5,5% и 5,6%) в при

видимости менее 1500м;

- максимум повторяемости дымки и мглы в зависимости от времени суток в феврале приходится на период от 01 час до 08 час с максимумом в 04 час (29,8%);
- в марте максимум повторяемости дымки и мглы в зависимости от времени суток приходится на период от 22 час до 07 час с максимумом в 04-06 час (32,9%);
- минимум повторяемости (13,5%) в феврале приходится на 12 час., а в марте на 11-14 (11,0%).

Гололед (Приложение 12). При нем существенно снижается коэффициент сцепления, что делает воздушное судно практически неуправляемым. Кроме того, из-за обледенения антенно-фидерных устройств обычно ухудшается работа радиомаячных систем [3, с.127].

- повторяемость гололеда в феврале составляет 1,2%, в марте 0,7%;
- в суточном ходе максимальная повторяемость образования гололеда в феврале приходится на 00 и 03 часа (3,5% и 2,9 %), в марте – 00-02 час (1,9%)
- максимальная продолжительность гололеда в феврале, марте составляет 9,0 часов;
- в феврале гололед продолжительностью 1 час и менее имеет максимальную повторяемость – 38,5%, а минимальную 7,7% с продолжительностью от 06 до 12 часов. В марте наблюдается ровный ход повторяемости с продолжительностью до 12 часов (33,3%)

В феврале:

- при скорости ветра до 0,5 м/с повторяемость гололедов составила 17,9%, максимум при восточном направлении 16,4%,
- при скорости 6-10 м/с повторяемость гололедов составила 34,3%, максимум при восточном направлении 26,9%, при северо-восточном 4,5%, при южном 3,0%, при ветрах других направлений не образовывался;

- при скорости 11-15 м/с повторяемость гололедов составила 20,9%, максимум при восточном направлении 19,4%, при южном 1,5%, при ветрах других направлений не образовывался;
- при скорости более 15 м/с гололед образовывался только при ветре восточного направления (26,9%).

В марте:

- при скорости ветра до 05 м/с повторяемость гололедов составила 65,9%, максимум при восточном направлении 53,7%, при северо-восточном, южном и юго-западном 2,4%, при ветрах других направлений не образовывался;
- при скорости 6-10 и 11-15 м/с гололед образовывался только при ветре восточного направления (24,4% и 9,8% соответственно).

Метели (Приложение 13). Ухудшение видимости в холодное время года нередко вызывается метелями. Наиболее интенсивные и продолжительные метели возникают при выходе южных циклонов [12, с.48].

За исследуемый период наблюдались с ноября по февраль. В среднем за февраль повторяемость составила 1,6% от общего числа явлений. Максимум (2,8-2,9%) отмечался в 07, 08, 15, 22 часа. В марте метели не отмечались.

В феврале метели отмечались при скорости ветра 11-15 м/с восточного направления (повторяемость 11,7%), при скорости более 15 м/с - при восточном направлении 79,8% и при западном 8,5%.

Максимальная продолжительность 20 часов. Максимальную повторяемость (50,0%) имеет продолжительность 1 час и менее, на продолжительность 3-6 часов и 6-12 часов приходится по 16,7%, на продолжительность 1-3 часа и 18-24 часов - 8,3%.

Гроза (Приложение 14). В практике метеорологического обслуживания авиации явлению грозы уделяется довольно большое внимание. Гроза, даже при современном развитии техники самолетовождения, остается одним из наиболее опасных метеорологических явлений. Для авиации грозы создают условия сложной метеорологической обстановки, в которой полеты

затруднительны, а иногда совсем невозможны [15, с.68].

Наибольшая повторяемость гроз отмечается в июне и составляет 8,7 %. Средняя продолжительность грозы в сутки составляет 1 -2 часа., в отдельных случаях их продолжительность увеличивается до 4 -5 часов. Кратковременные грозы наблюдаются в утренние часы, наибольшая повторяемость приходится на дневное время с 11 до 16 часов.

В единичных случаях в наших районах ежегодно отмечаются зимние грозы. Они могут быть в любое время суток, преимущественно при температуре воздуха от плюс 3°C до плюс 10°C, реже при отрицательной (до -4°C), наблюдаются на холодных фронтах, смещающихся с запада и севера - запада, а также при выходе южных циклонов. Верхняя граница зимних гроз не превышает 5км [5].

За исследуемый период грозы в феврале не отмечались, в марте грозы наблюдались в 13, 14, 16 часов и их повторяемость составила 0,6%.

Заключение

Опираясь на результаты проведенного исследования, сформулируем следующие основные **выводы**, касающиеся климатических условий деятельности аэропорта Ростов-на-Дону.

1. По материалам данного исследования за период с 2007 по 2017 год установлена наибольшая повторяемость условий погоды различной степени сложности приходится на переходные (межсезонные) периоды года. Таковыми являются: февраль и март, октябрь и ноябрь. В суточном ходе наиболее неблагоприятные условия погоды для взлета и посадки ВС отмечаются во второй половине ночи и утренние часы.

2. В годовом ходе ВНГО наибольшая повторяемость всех пределов отмечается в холодную половину года (с ноября по март) с максимумом в декабре. В теплую половину года (с апреля по октябрь) повторяемость всех пределов облачности невелика и колеблется от 0 до 13%. Облачность высотой менее 30 м за рассматриваемый период наблюдалась только с ноября по март и её повторяемость не превышала 0,1%.

3. Годовой ход повторяемости различных градаций горизонтальной видимости подобен годовому ходу повторяемости низкой облачности. Наибольшая повторяемость всех пределов видимости приходится на холодный период года с максимумом в декабре. В летний период, с мая по сентябрь, повторяемость всех пределов ограниченной видимости минимальна и не превышает 15%.

4. В феврале и марте сложность погодных условий возрастает в связи с большой повторяемостью ветров. Преобладающим направлением ветра является восточное и северо-восточное, с увеличением в марте повторяемости ветра западного и юго-западного направления.

5. При анализе статистики направлений ветра по отношению к ВПП, оказалось, что повторяемость направлений, перпендикулярных ИВПП,

составляет 2,5-3,2% при юго-восточном ветре (азимут 110° - 130°), , и 3,2-4,1% северо-западного (320° - 340°). При этом, если скорость не превышает 12 м/с, то вероятны нарушения регулярности движения ВС. Если эта скорость превышает то, по существу, становится невозможным взлет и посадка почти всех типов самолетов.

6. Наибольшей повторяемостью среди атмосферных явлений, оказывающих влияние на полеты, выделяются туманы. Они наблюдаются в любое время суток. По данным исследования, наибольшая повторяемость приходится на период от 03 до 05 ВСВ. В среднем за год наибольшую повторяемость имеют туманы продолжительностью менее 1 часа, но в холодный период (ноябрь - март) значительна повторяемость и более продолжительных туманов (3-6 и 6-0 часов). Максимальная продолжительность явления составляет 26 часов в феврале и 10 часов в марте. Такая продолжительность обусловлена тем, что в зимнее время низкая облачность может переходить в туман и, наоборот, туман в дневные часы может переходить в низкую облачность [9, с.64]. Такой процесс может наблюдаться несколько дней подряд, при этом отмечается мощная инверсия температуры, рост удельной влажности и скорости ветра с высотой. Радиационные туманы в условиях Ростовского аэропорта редки, чаще возникают адвективные и адвективно-радиационные.

7. В осенне-зимний период выполнение взлета и посадки воздушных судов может быть осложнено обледенением ВПП. Гололеды отмечаются в любое время суток, но максимальная повторяемость образования приходится на вторую половину ночи и утренние часы, что в значительной степени обусловлено максимальной повторяемостью туманов в этот период. Наибольшее число случаев образования гололеда наблюдается при температуре от 0°C до -10°C . При ветре восточного направления гололед может образовываться при скорости 15 м/с и более.

8. Метели, как явление, существенно ухудшающее горизонтальную, а иногда и вертикальную видимость наблюдаются преимущественно в светлое

время. Метели с видимостью 1000 м и менее отмечаются чаще всего в феврале (51%) и январе (38%). Наибольшую повторяемость имеют метели продолжительностью около двух часов (33%), по 15% приходится на метели с продолжительностью 2-3, 3-6, 6-10 часов. Редко отмечаются метели с продолжительностью более 20 часов. При сильном восточном ветре и рыхлом снежном покрове возникают низовые метели, которые могут быть длительными, и зависят от сохранения барического градиента.

Список использованной литературы

1. Астапенко П.Д., Баранов А.М., Шварев И.М. Авиационная метеорология. - М.: Транспорт, 1985. - 262 с.
2. Баранов А.М. Облака и безопасность полетов. - Л.: Гидрометеоиздат, 1983. - 232 с.
3. Богаткин О.Г., Еникеева В.Д. Анализ и прогноз погоды для авиации. - Л.: Гидрометеоиздат, 1992. - 272 с.
4. Виртуальная авиакомпания «X-Airways» (ред. от 2012-02-04). [Электронный ресурс]. URL: <http://x-airways.ru/va/modules/wfdownloads/singlefile.php?cid=25&lid=251> (дата обращения: 27.11.2018)
5. Влияние атмосферных явлений на деятельность гражданской авиации [Электронный ресурс]. URL: <https://vuzlit.ru/157279/vvedenie> (дата обращения: 27.11.2018)
6. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. - Л.: Гидрометеоиздат, 1991. - 616 с.
7. Гаврилов В.А. Видимость в атмосфере. - Л.: Гидрометеоиздат, 1966. - 324 с.
8. Дубровина Л.С. Облака и осадки по данным самолетного зондирования. - Л.: Гидрометеоиздат, 1982. - 216 с.
9. Ермакова А.И. Метеорологическое обеспечение международных полетов. - Л.: Гидрометеоиздат, 1987. - 152 с.
10. Инструкция по метеорологическому обеспечению полетов на аэродроме Ростов-на-Дону, 2017. - 45 с.
11. Кобышева Н.В., Наровлянский Г.Я. Климатическая обработка метеорологической информации. - Л.: Гидрометеоиздат, 1978. - 296 с.
12. Логвинов К.Т. Динамическая метеорология. - Л.: Гидрометеоиздат, 1981. - 148 с.

- 13.Маховер З.М., Пеньков А.П. Методические рекомендации для АМСГ (АМЦ) по выявлению местных климатических особенностей аэродромов. - М.: Гидрометеиздат, 1981. - 28 с.
- 14.Метеорологическое обеспечение полетов воздушных судов гражданской авиации. - Л.: ОЛАГА, 1980. - 80 с.
- 15.Наставление по метеорологическому обеспечению гражданской авиации России (НМО ГА-95). - М.: Росгидромет, 1995. - 160 с.
- 16.Наставление по производству полетов гражданской авиации России (НПП ГА). - М., 1985. - 136 с.
- 17.Основные правила полетов в воздушном пространстве (ред. от 2014-03-03). [Электронный ресурс]. URL: <https://lektsiopedia.org/lek-7589.html> (дата обращения: 28.11.2018)
- 18.Особенности метеорологического обеспечения полетов на международных трассах. – Л.: ЛГМИ, 1989. - 71 с.
- 19.Позднякова В.А. Практическая авиационная метеорология: учеб. пособие / для летного и диспетчерского состава ГА. - Екб., 2010. – 113 с.
- 20.Правила эксплуатации метеорологического оборудования на аэродромах [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200109277> (дата обращения: 28.11.2018)
- 21.Расследование авиационных происшествий и инцидентов, связанных с метеорологическими факторами. Методическое пособие: изд: 3 -е, перераб. и доп. – М., 2009. – 19 с.
- 22.Руководство по прогнозированию метеорологических условий для авиации. - Л.: Гидрометеиздат, 1985. - 304 с.
- 23.Сафонова Т.А. Авиационная метеорология: учеб. пособие. - Ульяновск: УВАУ ГА, 2005. – 215 с.
- 24.Сванидзе Г.Г, Цуцкардзе Я.А. Опасные гидро метеорологические явления на Кавказе. - Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 286 с.
- 25.Хрусталеv Ю.П., Андреев С.С, Андриади Ю. Биоклиматические условия Ростовской области. – Ростов-на-Дону: «Батайское книжное изд-во»,

Условия погоды различной степени сложности

Условия погоды различной степени сложности	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
RVR< 400 и/или ВНГО <30	4,6	4,2	3,4	0,6	0,8	0,2	0,2		0,6	2,8	3,8	5,2	26
RVR 400-800 и/или ВНГО 30-60	7,4	6,8	6,4	0,4	1	0,4	0,2		0,8	3,8	5,4	8,6	41
RVR 800-1000 и/или ВНГО 60-90	11	9,2	8,4	1,4	1,6	0,8	0,4	0,2	1,2	4,6	5,8	12,6	57
RVR 1000- 1500 и/или ВНГО 90-150	19	13,6	13	3,4	4	1,2	1	0,6	2,8	7,4	12	18	95
VIS <800 и/или ВНГО < 60	11,6	9,2	7,6	1,2	1,8	1	0,2	0,4	1,2	5,4	6,4	12	58
VIS 800-1500 и/или ВНГО 60-150	19,6	14	13	3,8	4,4	1,6	1,2	0,8	3,2	8,2	12	18	101
VIS 1500- 3000 и/или ВНГО 150- 300	23,8	21	20	10	12	5,8	6,2	2,8	8,2	15	21	26	172
VIS 3000- 8000 и/или ВНГО 300- 600	23,6	21	25	17	15	9	8,4	6	13	23	26	24	211

Приложение 2

Повторяемость, %, непрерывной продолжительности сочетаний

видимость на ВПП < 800 м и/или высота нижней границы облаков < 60 м

Месяц	Продолжительность, ч							Среднее число периодов	Средняя продолжи тельность	Макс. продолжи тельность
	<=1	1-3	3-6	6- 12	12- 18	18- 24	>24			
Январь	28,3	38,3	15, 0	13,3	1,7	1,7	1,7	12, 0	3,8	28, 0
Февраль	34,8	32,6	17, 4	8,7	4,3	2,2		9,2	3,8	23, 0
Март	40, 5	31	23, 8	4,8				8,4	2,6	9,0 '
Апрель		66,7	33,3					0, 6	2,7	4,0 -
Май	85,7	14,3						1,4	1,1	2
Июнь	100,0							0, 6	1	1
Июль			100,0					0,2	4	4
Август										
Сентябрь	20,0	60,0	20,0					1	3, 0	6, 0
Октябрь	40,9	31, 8	18,2	9,1				4,4	2,9	11, 0
Ноябрь	22,6	38, 7	19,4	12,9	6, 5			6, 2	4,3	16, 0
Декабрь	36,1	27, 9	14,8	14,8	4,9		1,6	12,2	4,4	25, 0
Год	34,9	33,1	17,4	10,3	2,8	0,7	0,7	56, 2	3, 6	28, 0

Приложение 3

Повторяемость, %, непрерывной продолжительности сочетаний

Видимость на впп < 550 м и/или высота нижней границы облаков < 60 м

Месяц	Продолжительность, ч							Среднее число периодов	Сред. Продолж- ть	Макс. Продолж- ть
	<=1	1-3	3-6	6-12	12-18	18-24	>24			
Январь	28,3	34,8	21,7	15,2				9,2	3,4	11
Февраль	24,2	45,5	15,2	6,1	6,1	3,0		6, 6	4,1	22, 0
Март	35, 5	38,7	19,4	6,5				6,2	2,7	9
Апрель		66,7	33,3					0, 6	2,7	4
Май	100,0							1,2	1	1
Июнь	100,0							0,4	1	1
Июль		100,0						0,2	2	2
Август										
Сентябрь		75	25					0, 8	3, 0	4
Октябрь	35,3	29,4	23,5	11,8				3,4	3,1	11, 0
Ноябрь	31	34,5	17,2	13,8	3,4			5, 8	3,8	16, 0
Декабрь	38,5	21,2	19,2	17,3	1,9	1,9		10, 4	4,1	24
Год	33,5	33,5	18,8	11,6	1,8	0,9		44,8	3, 5	24, 0

Приложение 4

Повторяемость, %, непрерывной продолжительности сочетаний

Видимость на впп < 350 м и/или высота нижней границы облаков < 30 м

Месяц	Продолжительность, ч							Среднее число периодов	Средняя продолжи- тельность	Макс. продолжи- тельность
	<=1	1-3	3-6	6- 12	12- 18	18- 24	>24			
Январь	17, 4	60,9	21,7					4,6	2,6	6, 0
Февраль	20, 0	50,0	20		10,0			4	3,5	14, 0
Март	52, 9	29,4	11,8	5,9				3,4	2,2	8
Апрель	33, 3	66,7						0, 6	1,7	2,0 -
Май	100,0							0, 8	1	1
Июнь										
Июль	100,0							0,2	1	1
Август										
Сентябрь	50,0	50,0						0,8	1,8	3, 0
Октябрь	46,7	40,0		13,3				3	2,4	9
Ноябрь	44	24	24,0	8				5, 0	2,8	11, 0
Декабрь	25,0	43,8	21,9	9,4				6,4	3	10, 0
Год	35,4	41,0	16,7	5, 6	1,4			28,8	2,7	14, 0

Приложение 5

Повторяемость, %, условий погоды различной степени сложности при определенных скоростях и направлениях ветра в феврале

Направление ветра	Видимость и/или высота облаков, м				
	<400	400-800	800-1000	1000-1500	1500-3000
	<30	30-60	60-90	90-150	150-300
Скорость ветра 0-5 м/с					
Штиль	6, 5	4,1	3,3	0, 8	2,1
Переменный					
С		0,7	1,4		0, 6
СВ	10,9	19,7	12, 4	10,7	3,5
В	12, 8	25, 9	15, 2	9, 5	6, 8
ЮВ	0,7	1,4	1	0, 8	0,9
Ю	2,2	2	0,5	2,6	2,3
ЮЗ	3, 6	3,4	4,8	5,4	3, 5
З		0,7	17, 6	2,6	4,9
СЗ		0,7	2,4	0,2	0,5
Итого, %	66, 7	58, 5	58, 6	32, 6	25, 3
Скорость ветра 6-10 м/с					
С					0,8
СВ	3, 6	2,7	4,8	6, 6	7,1
С	13	19, 0	10, 5	23,5	13,5
ЮВ		2	0, 5	0,2	0,4
Ю			0, 5'	3,2	1,3
ЮЗ		2,7	6,2	3,6	3,2
З	0,7		4,3	2,4	6, 5
СЗ				0,2	0, 6
Итого, %	17, 4	26,5	26,7	39,8	33, 4
Скорость ветра 11-15 м/с					
С					
СВ				1,2	5, 2
В	14, 5	5,4	8,1	11,1	11, 3
ЮВ					
Ю				1	0,8
ЮЗ		0,7	1,4	0, 8	1,3
З			0,5	1,6	1,6
СЗ	0,7				
Итого, %	15, 2	6,1	10, 0	15,7	20, 1
Скорость ветра >15 м/с					
С					
СВ					1,3
В		0,7	0,5	6, 6	15, 3
ЮВ					
Ю					0,1
ЮЗ		2,7	1, 9	1,2	0,9
З	0,7	5,4	2,4	4	3,5
СЗ					
Итого, %	0,7	8,8	4,8	11, 9	21,2
Число случаев	138	147	210	497	1409

Приложение 6

Повторяемость, %, условий погоды различной степени сложности

При определенных скоростях и направлениях ветра в марте

Направление ветра	Видимость и/или высота облаков, м				
	<400	400-800	800-1000	1000-1500	1500-3000
	<30	30-60	60-90	90-150	150-300
Скорость ветра 0-5 м/с					
Штиль	11, 8	8	6, 8	3, 7	3
Переменный					
С	1, 3	5, 0	2, 5	3, 7	5, 2
СВ	2, 6	9	9, 9	7, 4	3, 1
В	35, 5	21	18, 0	12, 0	5, 3
ЮВ	9, 2	4	1, 9	4, 3	1, 4
Ю	14, 5	15, 0	8, 7	5, 2	6, 3
ЮЗ	14, 5	7	6, 8	5, 8	5, 8
З	2, 6	5, 0	7, 5	9, 2	7, 1
СЗ	1, 3		1, 9	3, 7	3, 6
Итого, %	93, 4	74	64, 0	55, 1	40, 7
Скорость ветра 6-10 м/с					
С	1, 3			2, 5	3, 4
СВ		3, 0	7, 5	4, 9	5, 4
В	2, 6	13, 0	11, 2	10, 8	7, 2
ЮВ				1, 2	0, 9
Ю		3, 0		2, 5	1, 4
ЮЗ	2, 6	4	1, 2	3, 1	7, 2
З			2, 5	4, 9	14, 2
СЗ			1, 2	0, 3	1, 9
Итого, %	6, 6	23, 0	23, 6	30, 2	41, 7
Скорость ветра 11-15 м/с					
С			0, 6	0, 3	0, 4
СВ		2		1, 8	1, 8
В			5, 0	8	5, 4
ЮВ					
Ю					0, 3
ЮЗ		1		0, 6	2, 1
З			1, 9	0, 6	3, 0
СЗ					0, 1
Итого, %		3, 0	7, 5	11, 4	13, 1
Скорость ветра >15 м/с					
С					
СВ					
В			5	3, 4	1, 9
ЮВ					
Ю					0, 6
ЮЗ					1, 1
З					1
СЗ					
Итого, %			5, 0	3, 4	4, 6
Число случаев	76	100	161	325	1102

Приложение 7

Средние и экстремальные значения температуры воздуха, ° с

Месяц	Время(ВСВ), ч								Средн	Макс.	Миним.
	0	3	6	9	12	15	18	21			
Январь	-4,5	-4,8	-4,8	-2,8	-1,8	-3	-3, 6	-4,1	-3,7	13, 9	-22, 8
Февраль	-3,5	-4	-3,5	-1,2	0,1	-1, 1	-2,3	-2,9	-2,3	15, 8	-17, 6
Март	1, 4	0,6	2,5	5, 5	6, 9	5, 6	3,9	2,7	3, 6	26, 0	-14,3
Апрель	6,8	6,1	10,2	13,2	14,4	13,1	9, 9	8,3	10,3	23,9	-3,4
Май	13, 0	13, 4	17, 8	20, 9	21, 8	20,5	16, 6	14, 8	17, 3	35, 6	1
Июнь	18,3	19, 0	23, 6	26,8	27,5	26,4	22,3	20, 0	23, 0	36, 9	8,7
Июль	21,2	21,3	25,5	29,2	30,5	29,3	25, 3	23,1	25,7	38, 4	14,2
Август	20, 0	19,2	24, 6	29	30,3	28,7	24,2	22, 0	24,7	40,1	9, 5
Сентябрь	14, 4	13,4	17,2	21, 4	22,8	20, 6	17,3	15, 6	17, 8	37, 9	4,3
Октябрь	8,3	7,6	9,6	13, 1	14,4	11,9	10, 3	9,2	10, 6	27, 6	-3,3
Ноябрь	2,7	2,3	3,2	5, 6	6, 6	4,8	4	3,3	4,1	22, 6	-12, 9
Декабрь	-0, 6	-1	-0,9	0,5	1,1	0,3	-од	-0,5	-0,2	15, 6	-17, 0
Год	8,2	7,8	10, 5	13, 5	14, 6	13,2	10, 7	9, 4	11	40, 1	-22, 8

Средние и экстремальные значения атмосферного давления , гПа

Месяц	Время(ВСВ), ч				Среднее	Максимум	Минимум
	0	6	12	18			
Январь	1020,8	1021,2	1020,2	1020,9	1020,7	1042,8	990,5
Февраль	1018,4	•	1018	1018,9	1018,5	1041,6	988, 4
Март	1016,5	1017,1	1016,2	1016,8	1016,6	1034,8	988, 7
Апрель	1016	1016,6	1015,5	1016,1	1016	1031,3	988, 9
Май	1013,9	1014,6	1013,7	1014,	1014,1	1026,9	1002,2
Июнь	1011,7	1012,3	1011,4	1011,6	1011,7	1023,3	1000,2
Июль	1010,2	1010,9	1010	1010,2	1010,3	1019,6	998, 9
Август	1012,5	1013,4	1012,1	1012,3	1012,5	1025,9	1002,7
Сентябрь	1015,4	1016,1	1015	1015,6	1015,5	1028,6	997,7
Октябрь	1019,8	1020,7	1019,8	1020,5	1020,2	1034,4	999,8
Ноябрь	1020,2	1020,7	1019,9	1020,	1020,3	1041,2	990, 0
Декабрь	1020,3	1020,7	1019,9	1020,4	1020,3	1037	996,7
Год	1016,3	1016,9	1016	1016,5	1016,4	1042,8	988, 4

Приложение 8

Повторяемость, %, туманов

Время (ВСВ, ч)	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
0	12,	12,	4,5	0,7	0,6				1,3	3,2	6,7	14,8	4,8
1	12,	11,3	7,1	3,3	0,6				2	1,9	5,4	14,3	4,8
2	13,5	10,	7,7	1,3	1,3	0,7			0,7	4,5	5,3	12,9	4,9
3	12,	13,	10,3	0,7	1,3		0, 6		1,3	5,2	4,7	14,8	5,4
4	13,	12,	12,3	0,7					2	4,5	8	12,3	5,4
5	13,5	12,	10,4	0,7	0, 6				2	3,9	8	11,6	5,2
6	9,7	11,5	7,1		0, 6				0,7	4,5	7,3	11	4,3
7	7,8	6,4	2,6							3,2	9,3	12,3	3,5
8	5, 8	3,5	1,3							1,3	6,7	11,0	2,5
9	6, 5	0,7	1, 3							1,3	3,3	7,8	1,8
10	7,1	0,7	0, 6							1,3	1,3	7,1	1,5
11	5,2	1, 4	0, 6									5, 8	1,1
12	5,2	2,1	1,3									6, 5	1,3
13	5, 8	2,1								0,6	0,7	5, 8	1,3
14	5,2	1,4	1,3							0, 6		8,4	1,4
15	6, 5	2,1	1,3							0, 6	1,3	8,4	1,7
16	5, 8	2,8	0, 6								2,7	8,4	1,7
17	7,7	4,3	1,3								2	8,4	2
18	8,4	5, 0	0, 6							0,6	3,4	7,7	2,1
19	10,4	6,4	1,9							1,3	5,3	10,3	3
20	9,7	7,1	1,9							1,3	5,4	11,6	3,1
21	10,3	10,6	2,6							1,9	4	11,6	3, 4
22	7,7	10,6	1,3							3,9	5,4	12,3	3,4
23	11,6	10,6	3,2						0,7	3,9	4,7	13,5	4
Среднее	9	6,7	3,5	0,3	0,2	0	0		0,4	2,1	4,2	10,4	3,1

Приложение 9

Повторяемость, %, горизонтальной видимости при туманах

Месяц	Видимость, м								Число случаев
	<200	<400	<800	<1000	<1500	<2000	<3000	<5000	
Январь	17,4	62,5	86,2	100					304
Февраль	36,1	64,9	89,6	100					202
Март	20	57,3	87,3	100					110
Апрель		33,3	100	100					6
Май	40	60	60	100					5
Июнь									
Июль	100	100	100	100					1
Август									
Сентябрь	28,6	78,6	100	100					14
Октябрь	31,7	60,3	81	100					63
Ноябрь	47,4	74,4	89,5	100					133
Декабрь	31,4	67,4	87,3	100					353
Год	29,3	65,2	87,4	100					1191

Повторяемость, %, непрерывной продолжительности туманов

Месяц	Продолжительность, ч							Среднее число периодов	Средняя продолжит.	Макс. Продолжит
	<=1	1-3	3-6	6-12	12-18	18-24	>24			
Январь	21,6	27,5	9,8	31,4	2	5,9	2	10, 2	6, 5	47
Февраль	15,4	20,5	35,9	15,4	10,3		2,6	7,8	5,9	26, 0
Март	28,2	33,3	25,6	12,8				7,8	3,3	10, 0
Апрель	60,0	20	20,0					1	2,2	5, 0
Май	80	20,0						1	1,2	2
Июнь	100,0							0,2	1	1
Июль		100,0						0,2	2	2
Август										
Сентябрь	20	60, 0		20,0				1	3, 2	7
Октябрь	14,3	47,6	28,6	9,5				4,2	3,5	12, 0
Ноябрь	31, 4	25,7	22,9	11,4	8, 6			7	4,2	16, 0
Декабрь	25,8	30,3	19,7	10,6	6,1	6,1	1,5	13,2	5, 6	26, 0
Год	25, 4	29,9	21,3	15,3	4,5	2,6	1,1	53, 6	4,9	47

Приложение 10

Повторяемость в феврале, %, туманов, метелей и гололеда

При определенных скоростях и направлениях ветра

Направление ветра	Явления		
	туман	метель	гололед
Скорость ветра 0-5 м/с			
Штиль	6,1		
Переменный			
С	1		
СВ	15,4		1,5
В	28,1		16,4
ЮВ	0,5		
Ю	1,7		
ЮЗ	4,4		
З	6,8		
СЗ	0,7		
Итого, %	64,8		17,9
Скорость ветра 6-10 м/с			
С			
СВ	4,2		4,5
В	15,4		26,9
ЮВ	0,7		
Ю			3
ЮЗ	3,2		
З	2		
СЗ			
Итого, %	25,4		34,3
Скорость ветра 11-15 м/с			
С			
СВ			
В	9	11,7	19,4
ЮВ			
Ю			1,5
ЮЗ	0,7		
З			
СЗ			
Итого, %	9,8	11,7	20,9
Скорость ветра >15 м/с			
С			
СВ			
В		79,8	26,9
ЮВ			
Ю			
ЮЗ			
З		8,5	
СЗ			
Итого, %.		88,3	26,9
Число случаев	409	94	67

Приложение 11

Повторяемость, %, дымки и мглы

Время (ВСВ, ч)	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
0	32,9	17,0	25,	19,3	21,9	9,3	6,5	4,5	10,7	23,9	32,7	37,4	20,2
1	32,9	24,1	28,4	19,3	24,5	14	9	5, 8	12,7	24,5	36,5	38,3	22,5
2	31,6	25,5	27,7	122, 0	28,4	10,7	11,6	9,1	18,0	27,7	36,0	39,4	24
3	33,5	25,0	32,3	24	24,5	8, 0	11	9,7	16,7	32,3	37,3	39,4	24,5
4	34,2	29,8	32,9	22,7	21,3	4,7	7,8	5, 8	12,7	31,8	42,7	40,6	23,9
5	34,2	27,1	32,5	16, 7	13,5	2,7	6, 5	3,9	10,7	32,5	40,0	43,9	22,0
6	38,1	27,3	32,9	16	9,7	2	3,2	1,3	10,0	23,9	38,0	43,2	20,4
7	37,7	26,4	25,8	12,1	5,8		1,3	0, 6	6,7	18,1	28,0	41,9	17
8	33,1	24,1	23,9	10,7	1,9		0, 6	0, 6	4	12,3	30,0	36,8	14,8
9	33,1	22,7	17,4	6,7	1,3		0,6	0, 6	2,7	13,5	30,0	35,1	13,6
10	29,0	18,4	12,3	4	1,3			0,6	2	11,0	25,3	31,6	11,3
11	28,4	14,2	11,0	4	0, 6				1,3	10,4	20,7	31,2	10,1
12	25,2	13,5	11	3, 3	0,6				2	9,7	19,3	29,7	9,5
13	25,8	14,9	11,6	3,3	0, 6	0,7			2	8,4	18,7	31,0	9,7
14	22,6	17,0	11,0	3,3	0, 6	0,7			1,3	9,7	22,3	32,9	10,1
15	22,7	19,9	12,9	4,7	1,3	0,7		0, 6	1,3	14,8	25,5	34,8	11,6
16	24,5	19,9	13,6	7,3	1,9	0,7			4,7	18,3	23,3	38,7	12,7
17	28,4	21,3	18,8	7,3	1, 9	0,7	0, 6	0, 6	4	18,7	24	39,4	13,8
18	25,8	22,0	17,4	7,3	5,2			0, 6	3,3	21,4	25,5	40	14,1
19	27,3	17,7	21,3	6,7	6, 5	0,7	0, 6	1,3	4	21,4	26,0	39,4	14,4
20	29,7	17	23,2	9,3	104	2	2, 6	3,2	4	20,0	30,4	33,5	15,5
21	26,5	18,4	21,9	12, 7	14,9	2,7	2,6	5, 8	5, 3	20,6	34,9	36,1	16,9
22	31,6	18,4	25,3	15, 3	14,9	5, 3	3,9	4,5	5, 3	20,0	32,2	37,4	17,9
23	29,7	16,3	25,2	17, 3	18,8	7,3	6, 5	5,2	9,3	23,2	33,3	39,4	19,4
Средне е	29,9	20,7	21,5	11,5	9,7	3, 0	3,1	2,7	6,4	19,5	29,7	37,1	16,3

Приложение 12

Повторяемость, %, гололеда

Время (ВСВ, ч)	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
0	9	3,5	1,9									8,4	1,9
1	3,2		1,9									5,2	0,9
2	3,9	1,4	1,9									5,2	1
3	7,1	2,9	1,3									7,1	1,5
4	3,2	2,1	1,3									4,5	0,9
5	4,5	2,1	1,3									5,8	1,2
6	7,1	1,4	1,9								0,7	5,2	1,4
7	5,2	1,4	0,6								0,7	3,9	1
8	3,2	1,4	0,6								0,7	4,5	0,9
9	4,5	1,4									0,7	3,9	0,9
10	3,2	1,4										3,9	0,7
11	1,3	0,7										5,8	0,7
12	3,2	0,7										5,8	0,8
13	0,6	0,7										4,5	0,5
14	1,3	0,7										5,2	0,6
15	3,9	0,7										7,1	1
16	1,9	0,7										7,7	0,9
17	2,6											5,8	0,7
18	4,5											9	1,2
19	3,2	0,7	0,6									7,7	1
20	2,6	1,4	0,6									7,7	1
21	3,2	1,4	0,6									8,4	1,2
22	1,9	1,4	0,6									5,8	0,8
23	3,2		0,6									5,2	0,8
Среднее	3,7	1,2	0,7								0,1	6	1

Приложение 13

Повторяемость, %, метелей

Время (ВСВ,ч)	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
0		1,4											0,1
1		0,7											0,1
2	0, 6												0,1
3	0, 6												0,1
4		0,7											0,1
5	0, 6	1,4											0,2
6	0, 6	2,2										0,6	0, 3
7	0, 6	2,9										0,6	0,3
8	1,9	2,8											0,4
9	1,3	2,1											0,3
10	0, 6	2,1											0,2
11	1,3	2,1											0,3
12	1,3	1,4											0,2
13	1,3	1,4											0,2
14		1,4											0,1
15		2,8											0,2
16		2,1											0,2
17	0,6	0,7											0,1
18	0, 6	2,1											0,2
19		1,4											0,1
20	0, 6	0,7									0,7		0,2
21	1,9	0,7											0,2
22	1,3	2,8											0,3
23	1,3	2,1											0,3
Среднее	0,7	1,6									0	0,1	0,2

Повторяемость, %, гроз

Время (ВОВ,ч)	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
0					0,6	1,3	2,6	0,6	0,7				0,5
1					1,9	1,3	1,9		1,3				0,5
2					1,3		3,2		1,3				0,5
3					0,6		1,9	1,3	1,3				0,4
4					1,3	1,3	1,3	1,3	2				0,6
5					1,3	0,7	1,3		1,3				0,4
6					1,3		1,3	0,6	1,3				0,4
7				0,7	0,6		0,6		1,3				0,3
8					0,6	0,7	0,6	0,6	0,7				0,3
9					1,3	1,3	0,6	3,2					0,5
10					2,6	4	1,9	1,9	0,7				0,9
11					5,2	6,0	1,3	3,9	0,7				1,4
12					8,4	6,7	0,6	3,9	1,3				1,8
13			0,6	1,3	8,4	8,7	0,6	1,3	0,7		0,7		1,9
14			0,6	1,3	7,1	7,3	1,9	2,6	0,7				1,8
15				1,3	8,4	5,3	1,9	3,2	1,3				1,8
16			0,6	0,7	5,8	4	3,2	3,2	1,3				1,6
17					7,1	2	4,5	1,9	2				1,5
18					4,5	2,0	5,8	2,6	2,7	1,3			1,6
19					0,6	1,3	1,9	1,3	1,3	0,6	0,7		0,7
20					1,3	2,7	2,6	1,3	2,7		0,7		0,9
21						2,7	2,6	0,6	3,3				0,8
22						2	1,9	2,6	2				0,7
23						1,3	1,3	1,3	1,3				0,4
Среднее			0,1	0,2	2,9	2,6	2	1,6	1,4	0,1	0,1		0,9