



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

Кафедра «Метеорологии и природопользования»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
по направлению подготовки 05.03.05 «Прикладная гидрометеорология»
(квалификация – бакалавр)

На тему «Влияние метеорологических условий теплого периода года на полеты
воздушных судов в АМЦ Пулково»

Исполнитель Веригина София Петровна

Руководитель к.с/х.н., доцент Цай Светлана Николаевна

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой _____

С.Цай

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

« *14* » *июня* 2018 г.



Туапсе
2018



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

Кафедра «Метеорологии и природопользования»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
по направлению подготовки 05.03.05 «Прикладная гидрометеорология»
(квалификация – бакалавр)

На тему «Влияние метеорологических условий теплого периода года на полеты
воздушных судов в АМЦ Пулково»

Исполнитель Веригина София Петровна

Руководитель к.с/х.н., доцент Цай Светлана Николаевна

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

« ____ » _____ 2018 г.

Туапсе
2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1 Физико – географическая характеристика г. Санкт-Петербурга...	5
1.1 Физико - географическое положение г. Санкт-Петербурга.....	5
1.2 Климатическая характеристика исследуемой территории	10
Глава 2 Синоптические условия формирования климата на аэродроме Пулково	23
2.1 Характерные синоптические процессы в районе исследования.....	23
2.2 Условия полетов в облачных системах атмосферных фронтов.....	30
Глава 3 Влияние метеорологических условий теплого периода года на полеты воздушных судов в АМЦ Пулково	37
3.1 Метеорологические процессы в районе АМЦ Пулково	37
3.2 Повторяемость форм и высоты нижней границы облачности	44
Заключение.....	54
Список использованной литературы.....	57

Введение

В гражданской авиации, как и в авиации других ведомств, ни один полет самолета или вертолета не может производиться без изучения и соответствующего учета пилотами и лицами, ответственными за организацию и обеспечение полетов, метеорологической обстановки на аэродроме вылета, на маршруте (в районе) полетов, в пункте посадки и на запасных аэродромах.

Метеорологическое обеспечение полетов заключается в своевременном доведении до командного и летного состава, работников службы движения и других должностных лиц гражданской авиации метеорологической информации, необходимой для выполнения возложенных на них обязанностей.

Своевременность метеообеспечения означает обеспечение командного и летного состава метеоинформацией в установленные сроки, согласно заявкам или в периоды, указанные в документах, определяющих порядок метеообеспечения. Своевременность обеспечения предусматривает также обеспечение информацией об опасных для авиации метеорологических явлениях для заблаговременного принятия мер по безопасности полетов и сохранности авиационной техники на земле.

Актуальность исследований обоснована тем, что полнота метеообеспечения авиации о фактически ожидаемой погоде или обстановки в период планирования полетов, очень необходимы для принятия конкретных решений.

Объект исследований: метеорологические условия в АМЦ Пулково.

Предмет исследований изучить температурный режим, режим осадков, облачности и дальности видимости в районе АМЦ Пулково.

Цель исследований является анализ влияния метеорологических условий на полеты воздушных судов. Исходя из этого предусмотрены **задачи:**

- описать физико - географическое положение г.Санкт-Петербурга;
- рассмотреть особенности климатических условий исследуемой территории;

- обобщить материалы по облачности включая повторяемость форм, высоту нижней границы облачности в районе аэропорта «Пулково»;
- провести анализ условий полетов в облачных системах атмосферных фронтов за период 2001 - 2006 годы.

Структура работы представлена введением, тремя главами, заключением, списком использованной литературы.

В первой главе описывается физико-географическая характеристика г. Санкт-Петербурга.

Вторая глава содержит синоптические условия формирования климатических условий аэродрома Пулково.

В третьей главе рассматривается влияние на полеты воздушных судов таких метеорологических величин, как облачность (повторяемость форм, высота нижней границы облачности), дальность видимости (дымка и туман), осадки, давление и температура воздуха, ветер у земли, влажность воздуха у земли.

Информационно-методической базой для написания работы являются учебная литература, интернет-сайты и справочники по рассматриваемой теме. Усредненные данные метеорологических показателей взяты с архива метеоданных по величине за 2001-2006 гг.

Исследования теплого периода с 2001 до 2006 г. основывались на анализе ежечасных наблюдений за формой облачности, высотой ее нижней границы, видимостью, характеристиками ветра, давлением, влажностью и температурой воздуха.

Объем работы составляет 58 страниц, работа содержит 14 таблиц и 21 рисунок.

Глава 1 Физико – географическая характеристика г. Санкт-Петербурга

1.1 Физико - географическое положение г. Санкт-Петербурга

Санкт-Петербург – важный промышленный, научный и культурный центр России, крупнейший транспортный узел, морской порт. Он расположен на побережье Финского залива в устье реки Невы и на островах ее дельты.

Территория Санкт-Петербурга составляет 606 квадратных километров. Пригородная зона общей площадью около 15000 квадратных километров полностью подчинена в своем развитии интересам города и составляет вместе с ним единый планомерно формирующийся комплекс. В Санкт-Петербурге и его окрестностях проживает более 6 млн. человек.

В городе можно выделить 3 основных района: северный (правобережный), южный (левобережный) и дельтовый.

Правобережье – наиболее возвышенная часть города – отличается обилием зелени, озер, прудов, пересеченностью рельефа, общей живописностью ландшафта.

В левобережном районе преобладает плоская однообразная равнина. Здесь мало водотоков и почти отсутствует зелень. Исключение представляют лишь некоторые участки уступа приморской террасы в зоне южного побережья Финского залива.

Острова невской дельты – район старого освоения, на большей части площади уже застроенный или занятый парками. Остались неосвоенными здесь лишь заболоченные участки прибрежных низин.

Значительная часть территории Санкт-Петербурга расположена на высотах, не превышающих 2...3 м. над уровнем моря. Эти районы города подвержены угрозе наводнения. К местности с преобладанием отметок до 2,5 м. над уровнем моря относятся: левобережье Невы до реки Фонтанки, острова невской дельты и широкая полоса вдоль побережья Финского залива, вплоть до указанного выше уступа приморской террасы. Наиболее низкие места в Санкт-Петербурге – это северные острова дельты Невы – Елагин, Каменный,

Крестовский и северо-западная часть Васильевского острова.

В районах правобережья Невы высоты менее 3,5 м. имеются узкая приречная полоса, несколько более широкая Новодеревенская терраса и Лахтинская низина на северо-западном берегу невской губы. Преобладающая же часть правобережья приподнята на 5...10 м. над уровнем моря и относится к наиболее возвышенным районам города. Высота здесь возрастает в направлении на север и северо-восток, и на Лесновской и Сосновской террасах достигают 27... 42 м (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Физическая карта Ленинградской области [8, с.110]

Окрестности Санкт-Петербурга представляют собой ступенчатую равнину, высота которой в большинстве случаев не превышает 50... 100 м. над уровнем моря. Наибольшие высоты сосредоточены в более отдаленных окрестностях на центральной возвышенности Карельского перешейка (205 м. над уровнем моря) и на Ижорской возвышенности Ордовикского плато (до 150... 160 м. над уровнем моря).

Известно, что основной единицей физико-географического районирования является ландшафтный район-территория, характеризующаяся

общим происхождением, однородным геологическим фундаментом, общими чертами рельефа и климата и своеобразным сочетанием почвенных видов и растительных сообществ.

В пределы описываемой территории, несмотря на сравнительно небольшую ее площадь, входит несколько ландшафтных районов, среди которых можно выделить побережье Финского залива, Ордовинское (Ижорское) плато, Приневскую низину, моренный холмистый (каймовый) район.

Побережье Финского залива характерно серией террас с береговыми валами и дюнами. К югу от прибрежных низин Финского залива лежит возвышенное плато, получившее название Ордовинского или Ижорского. Наиболее высокой является северная часть плато: Можайская возвышенность с высшей точкой всего плато 168 м. над уровнем моря.

На юг плато постепенно снижается. Поверхность плато – равнина, однообразие которой нарушается лишь изредка встречающимися невысокими моренными холмами – камами, а также карстовыми понижениями. Речная сеть благодаря карсту развита слабо. Поверхностные воды просачиваются по трещинам известняков, из которых сложено плато, образуя подземные потоки, питающие ключи и родники, выходящие на поверхность на окраине плато.

Приневская низина простирается с запада на восток от побережья Финского залива до Ладожского озера. В наиболее возвышенных частях она не превышает 20... 25 м. над уровнем моря. Низина имеет равнинный рельеф и представляет серию террас, выработанных озерно-ландшафтными бассейнами. В средней, наиболее пониженной ее части протекает Нева. По низине, своим нижним течением, протекает также ряд крупных рек, берущих начало в других районах. Из болот и озер вытекает большое количество мелких речек и ручьев, образующих густую гидрографическую сеть. Заболоченные почвы занимают почти 50% территории района [7, с.113].

Однообразный рельеф плоской Гриневской низины на севере сменяется живописным рельефом. Здесь холмы различной высоты (от 5 до 30 м), то

беспорядочно разбросанные, то группирующиеся в массивы и гряды, чередуются с высокими равнинными плато, низинами и замкнутыми котловинами с лежащими в них озерами. Камы окрестностей Санкт-Петербурга примыкают к южной окраине возвышенности, занимающей центральную часть Карельского перешейка. Наиболее резко камовый рельеф выражен в районе Токсово и Кавголово.

Главная водная артерия города – река Нева. Этот водный объект воздействует на формирование климатических особенностей района Санкт-Петербурга.

По обилию вод Санкт-Петербургу принадлежит одно из первых мест в мире: водная поверхность занимает 1/10 часть площади города (включая прибрежную зону Финского залива), в его пределах насчитывается 86 рек и каналов протяженностью около 300 км.

Нева – важнейший участок двух водных путей страны – Волго-Балтийского и Беломорско- Балтийского, в дельте ее расположено несколько портов, она – неиссякаемый источник водоснабжения Санкт-Петербурга, часть водной системы, являющейся регулятором климата. В черте города Нева течет на протяжении 32 км, образуя ниже Литейного моста обширную дельту, состоящую из 42 островов, около 40 рек и каналов.

Северной границей дельты является река Большая Невка, южной – Обводной канал и река Екатеринговка. В пределах города река принимает большое число притоков, имеющих малую водность по сравнению с водностью самой Невы и практически не влияющих на ее режим. В устье все воды Невы собираются в 5 крупных потоков, которыми Нева вливается в восточную часть Финского залива, называемую Невской губой [8, с.117].

Нева – глубокая и широкая река, судоходная на всем протяжении. Преобладающая глубина реки 8... 11 м., наибольшая 24 м. (у Литейного моста). В дельте ширина реки достигает 1000... 1250 м. Скорость течения реки от 0,8 до 3 м/с. Нева имеет большую площадь водосбора – 281 тыс. км² при общей сравнительно малой длине (74 км.).

В силу особенностей климата (зона избыточного увлажнения) и гидрографии бассейна (большая озерность бассейна и значительная протяженность его с севера на юг) Нева получает не только обильное, но и равномерное питание в течении всего года.

Аэропорт Пулково расположен в Гриневской низине, простирающейся с запада на восток, от побережья Финского залива до Ладожского озера. В наиболее пониженной ее части протекает река Нева.

Гриневская низина на севере сменяется камовым рельефом. Здесь холмы различной высоты от 5 до 30 метров.

Камы далее на север переходят в возвышенность, занимаемую центральной частью Карельского перешейка.

Побережье Финского залива характерно серией террас с береговыми валами и дюнами. К югу от прибрежных низин Финского залива лежит возвышенное плато, получившее название Ордовикского или Ижорского.

Наиболее высокой является северная часть плато: Можайская/ Дудерговская/ возвышенность с высшей точкой 168 м. над уровнем моря.

Вторая, более низкая ступень, располагается в виде отдельных холмов, средняя высота которых 50-60 м., а наибольшая – Пулковские высоты – 75 м. На юг плато постепенно снижается.

Гриневская низина имеет равнинный рельеф. Заболоченные почвы занимают почти 50% территории района. Особенно распространены заболоченные и болотистые почвы на Гриневской и Тосненской низменностях.

Аэропорт Пулково расположен в 15 км на юг, юго-запад от города. Высота над уровнем моря 20 м. Поверхность летного поля ровная, почвы – тяжелые и средние пылевые суглинки с травяным покровом, грунт мягкий.

Вблизи аэропорта нет крупных промышленных предприятий, но близость большого города создает особенности микроклимата.

Аэродром аэропорта «Пулково» имеет две параллельные независимые взлетно-посадочные полосы, систему магистральных, соединительных и вспомогательных рулежных дорожек, пять перронов (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Взлетно-посадочные полосы аэродрома Пулково [8, с.121]

Искусственные взлетно-посадочные полосы № 1 и № 2 предназначены для посадки в соответствии с категорией ИКАО без ограничений по взлетной массе. Аэродром соответствует сертификационным требованиям и пригоден для международных полетов.

1.2 Климатическая характеристика исследуемой территории

Положение Санкт – Петербурга на побережье Финского залива и близость Балтийского моря придает его климату черты морского, что проявляется, например, в сдвиге минимума температуры с января на февраль, в уменьшении годовой амплитуды температуры воздуха, под которой понимается разница средних температур самого теплого и холодного месяцев. В Санкт – Петербурге годовая амплитуда температуры составляет 26°С, тогда как на той же широте в Восточной Сибири, где климат резко континентальный, она возрастает до 60°С, а в типично морском климате Гебридских островов уменьшается до 8°С.

Температурный режим является одной из важнейших характеристик климата.

Естественный ход температуры воздуха, зависящий от широтного пояса, обычно нарушается под воздействием атмосферной циркуляции. Вследствие типичной для Санкт – Петербурга частой смены воздушных масс различного происхождения наблюдается значительная изменчивость во времени погодных условий, а следовательно, и температуры воздуха т. е. частые ее отклонения от нормы.

Благодаря частому проникновению теплых воздушных масс с Атлантического океана зимы в Санкт – Петербурге, как правило, не суровые, и для широты 60° район Санкт – Петербурга является одним из самых теплых в России . Температура января здесь -8°C , тогда как в Якутии -40°C , а средняя температура января на 60° с. ш. для всего земного шара составляет -16°C .

Летом в Санкт – Петербурге средняя температура на 3°C выше, чем для всей широты 60° . За основные количественные характеристики температуры воздуха приняты средние многолетние (нормы) годовых, месячных и суточных значений и их экстремальные величины. Данные по температуре воздуха получены на основе показаний жидких термометров с международной стоградусной шкалой ($^{\circ}\text{C}$), совпадающей со шкалой Цельсия (рис. 1.3).

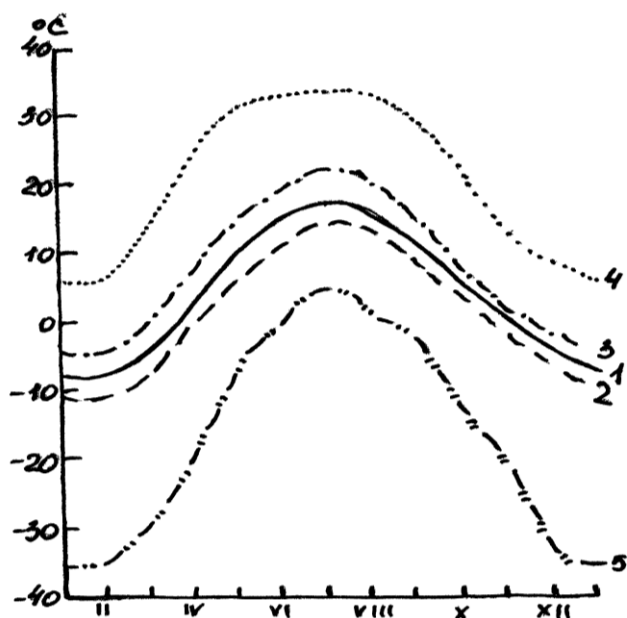


Рис. 1.3. Температура воздуха в Санкт-Петербурге: 1-средняя, 2- средняя минимальная, 3- средняя максимальная, 4- абсолютный максимум, 5- абсолютный минимум [1, с.87]

Из рис. 1.3 видно, что в Санкт – Петербурге в годовом ходе температуры воздуха самым холодным месяцем является февраль ($-7,9^{\circ}\text{C}$), а наиболее теплым – июль ($17,8^{\circ}\text{C}$). Если зимой в Санкт – Петербурге больше проявляются особенности морского климата, чем континентального, то летом для Санкт – Петербурга и его пригородов, наоборот, более характерны черты континентального климата, в котором годовой максимум температуры наблюдается в июле.

Несмотря на то, что по многолетним данным февраля в Санкт – Петербурге считается самым холодным месяцем года, однако таким он бывает не ежегодно, а только в 34% лет наблюдений.

Чаще, чем февраль, наиболее холодным оказывается январь (47% лет), а в отдельные годы – декабрь (16%) и даже март (3%). Такое распределение наиболее низкой месячной температуры свидетельствует о том, что именно февральские температуры, несмотря на меньшую повторяемость, в отдельные годы бывают очень низкими.

Первым месяцем со средней температурой ниже нуля является ноябрь, и переход через этот предел осуществляется в среднем 12 ноября. Длится период с отрицательными температурами обычно 143 дня – до 3 апреля. В ноябре в отдельные дни средняя суточная температура понижается до $-10, -20^{\circ}\text{C}$.

В декабре от солнца поступает ничтожно малое количество тепла вследствие малых его высот над горизонтом, короткого дня и преобладания сплошной нижней облачности. Но несмотря на это в Санкт – Петербурге еще относительно тепло, среднемесячная температура в декабре составляет $-5,1^{\circ}\text{C}$.

Это объясняется дополнительным к радиационному притоком тепла с Атлантического океана, повышающим температуру воздуха в отдельные дни до положительных значений. В январе морозы усиливаются и наблюдаются чаще. Средние температуры января и февраля в Санкт – Петербурге различаются мало и составляют соответственно $-7,7$ и $-7,9^{\circ}\text{C}$.

В прибрежной полосе Финского залива в течение зимы среднемесячные температуры незначительно отличаются от Санкт – Петербургских, а с

удалением от нее в глубь суши понижаются примерно на 1°C.

Повышение температуры от февраля к марту связано с усилением инсоляции солнца и уменьшением облачности. От марта к апрелю происходит самый большой в году скачок среднемесячной температуры воздуха (на 7,2°C) и она становится положительной (3,0°C). Этому благоприятствуют увеличение количества солнечного тепла и возрастающий прогрев почвы, освобождающейся от снежного покрова к началу апреля. Весной определяющую роль в формировании температурного режима приобретает радиационный фактор.

Начало лета совпадает с календарным (июнь), а конец смещается обычно на середину сентября. Повышение температуры воздуха происходит в среднем до 21 июля, а наиболее теплыми являются 2 и 3 декады июля. В самом теплом месяце (июле) средняя многолетняя температура достигает 17,8°C, превышая температуру июня и августа на 2...3°C.

Осеннее понижение температуры особенно заметно от сентября к октябрю (на 6°C), когда при ослабевающей инсоляции оно нередко усиливается холодной адвекцией. Повышение температуры от февраля к апрелю происходит несколько быстрее, чем ее понижение от октября к декабрю, с разницей в среднем на 1°C.

Для характеристики температуры наиболее холодной части суток используется средняя минимальная температура воздуха, а наиболее теплой – средняя максимальная [1, с.112].

Годовой ход их повторяет изменение среднемесячной температуры воздуха, а разница между средней максимальной и средней минимальной температурой воздуха характеризует непериодическую суточную амплитуду.

В мае, когда устанавливается ясная, маловетренная погода, она наибольшая и понижается до 4°C в ноябре, что связано с облачной и ветреной в это время погодой.

Абсолютные значения минимальной и максимальной температуры указывают на крайние ее значения, которые отмечались лишь 1 раз за

многолетний период наблюдений (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Средние и крайние значения средних абсолютных минимумов и максимумов температуры воздуха, °С [1, с.124]

Показатель	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Абсолютный максимум, °С	8,6	10,2	14,9	25,3	30,9	34	34,3	33,5	30,4	21,0	12,3	10,9	34
Средний максимум, °С	-0,5	-0,4	4,5	10,2	16,1	20,6	22,9	21,3	15,4	9,1	1,9	0,2	10,1
Средняя температура, °С	-4,3	-5	-1	5,4	10,9	15,9	18,8	17,1	11,8	6,2	0,0	-3	6,1
Средний минимум, °С	-6,1	-6,7	-2,5	2,6	7,1	11,9	14,7	13,7	8,8	4,3	-2	-5,5	3,4
Абсолютный минимум, °С	-36	-35,2	-29,9	-21,8	-6,6	0,1	4,9	1,3	-3,1	-12,9	-22,2	-34,4	-36
Норма осадков, мм	40	31	35	33	38	64	78	77	67	65	56	49	633

Анализ данных табл. 1.1 показывает, что в Санкт – Петербурге средние минимальные температуры воздуха во все месяцы на 2... 4°С ниже, а средние максимальные на столько же выше, чем средние месячные температуры.

Наибольшие изменения средних минимальных (максимальных) температур от года к году отмечаются зимой. Средние квадратические отклонения минимальной температуры зимой почти в три раза превышают летние.

Самая низкая температура воздуха в Санкт – Петербурге за весь период наблюдений (абсолютный минимум) -36°С была в январе 1986 года.

Абсолютный максимум в городе и ряде пригородов, равный 34°С, был отмечен в жарком июне 1995 года. Таким образом в Санкт – Петербурге абсолютная годовая амплитуда температуры составляет 70°С.

В январе и феврале минимальная температура -30°С и ниже отмечается примерно 1 раз в 5 лет, а с температурой -35°С и ниже только 1 раз в 100 лет. В самом теплом месяце июле минимумы могут опускаться до +5... +10°С

примерно 3 раза в месяц. Максимальные температуры зимой при оттепелях нередко (до 6... 11 дней в месяце) наблюдаются в пределах 0,1... 5,0°С.

Летом в июне и августе в среднем может быть до 12... 14 дней с температурой выше 20°С, а в июле – 21 день. Повышение температуры до 30°С и выше может быть в Санкт – Петербурге 1 раз в 5 лет в июне и в августе и примерно через год в июле.

В конце мая возможны 2 – 4 таких дня обеспеченностью 10... 20%, а до 5 дней – не чаще, чем 1 раз в 20 лет (5% обеспеченности).

В июне и августе количество жарких дней может увеличиться до 8... 10, но это случается 1 раз в 5... 10 лет. В самом теплом месяце июле 1 раз в 5 лет жарких дней может быть до 11 и с такой же вероятностью – не более двух.

При использовании сведений о температуре воздуха в народном хозяйстве часто необходимо знать, в течение какого времени сохраняются температуры выше и ниже заданного уровня.

Особый интерес представляют оценки устойчивости и повторяемости низких температур зимой и прежде всего продолжительность устойчивых морозов.

Наибольшее число дней с устойчивыми морозами (без оттепели) обычно наблюдается в январе и феврале по 23... 22 дня, несколько меньше их в декабре 19 дней, а в ноябре и марте соответственно 10 и 15 дней [6, с.49].

Показателем температурного режима в холодный период может служить число дней с температурой -10°С и ниже различной обеспеченности. Так, с вероятностью 1 раз в 20 лет такие температуры удерживаются всю вторую половину ноября и до 10 дней в конце марта, а в январе и феврале сохраняются почти весь месяц – 27 дней.

Влажность воздуха определяется содержанием в нем водяного пара. В качестве основных характеристик влажности воздуха приняты следующие показатели: упругость водяного пара, относительная влажность и дефицит влажности (недостаток насыщения) [26, с.311].

Относительная влажность чаще, чем другие показатели влажности,

применяется в практических целях.

В сочетании с температурой воздуха она дает представление об испаряемости, о комфортности условий, а также характеризует коррозионную агрессивность атмосферы. Данные среднемесячной и годовой относительной влажности воздуха сведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Среднемесячная и годовая относительная влажность воздуха, % [4, с.194]

месяц	Относительная влажность	
	средняя	минимальная
1	86	45
2	84	40
3	78	31
4	73	19
5	66	9
6	68	21
7	71	27
8	77	27
9	81	30
10	84	35
11	87	40
12	88	31
ГОД	79	9

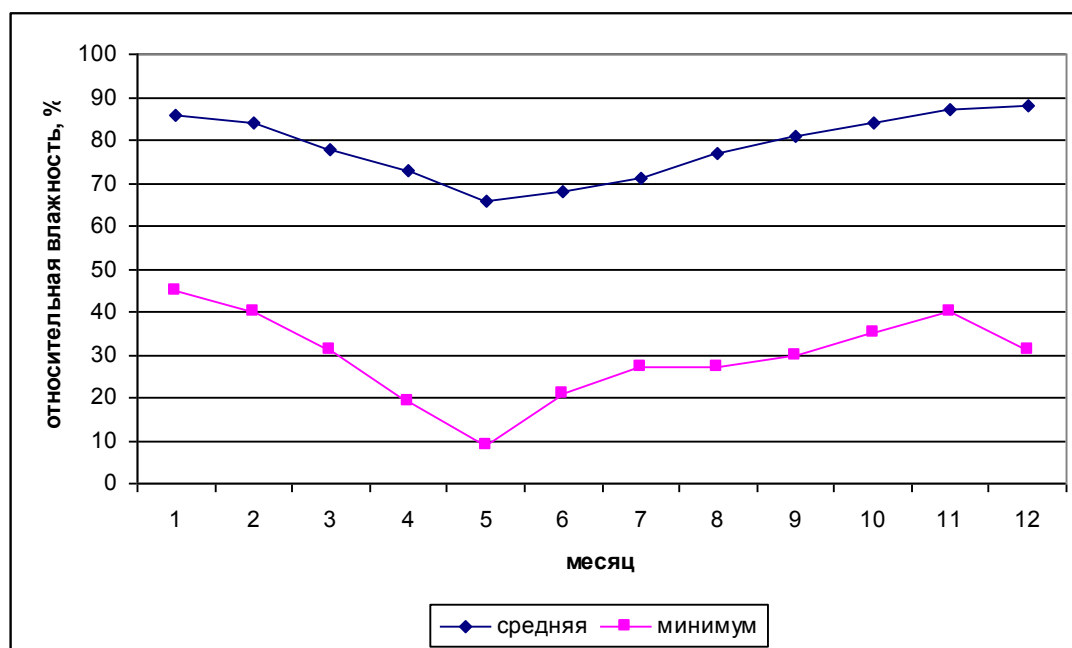


Рис. 1.4. Годовой ход относительной влажности воздуха [4, с.198]

Судя по данным из табл. 1.2 и рис. 1.4 годовой ход относительной влажности противоположен ходу температуры воздуха, т.е. с ростом температуры воздуха относительная влажность уменьшается.

Вследствие преобладания в течение всего года морских воздушных масс, поступающих с Атлантики, относительная влажность в Санкт – Петербурге и его пригородах во все месяцы высокая – меньшие ее значения не опускаются ниже 75... 80%.

Наименьшая относительная влажность, равная 66%, отмечается в мае и не совпадает с наступлением максимума температуры воздуха. В это время в район Санкт – Петербурга часто приходят холодные, содержащие мало влаги, воздушные массы.

Показателем сухости погоды принято считать число дней с относительной влажностью, равной 30% и ниже хотя бы в один из сроков. Повторяемость сухих дней в Санкт – Петербурге незначительна и составляет в среднем за год 4 дня.

Дефицит влажности, как и упругость водяного пара и относительная влажность, имеет четко выраженный годовой ход. Поскольку между дефицитом влажности и испаряемостью существует прямо пропорциональная зависимость, то его можно использовать как характеристику испаряемости [17, с.98].

По своей сути дефицит влажности отражает одновременно термические условия и условия увлажнения (в основном за счет осадков). Большие его значения указывают на недостаточное количество осадков при повышенной испаряемости. Дефицит влажности в Санкт – Петербурге составляет в среднем за год 2,8гПа.

В холодный период, когда температура воздуха низкая, дефицит влажности невелик, а минимальное его значение 0,5гПа наблюдается в декабре и январе. К июлю дефицит влажности возрастает в среднем до 6,7гПа.

В суточном ходе наибольшие значения дефицита влажности наблюдаются после полудня, наименьшие – ночью перед восходом солнца (а зимой – утром).

Режим увлажнения в основном определяется выпадающими осадками, которые характеризуются количеством и фазовым состоянием (жидкие, твердые и смешанные), интенсивностью и продолжительностью выпадения.

Количество осадков измеряется толщиной слоя выпавшей воды в миллиметрах при отсутствии стока, просачивания и испарения [5, с.184].

Они выпадают в виде дождя, мороси, града, снега, снежных зерен и прочее или осаждаются непосредственно из воздуха в виде росы, инея и изморози. Среднемесячное число дней и ночей с осадками сведено в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Среднемесячное число дней и ночей с осадками [13, с.354]

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	В год
число дней	22,5	15,5	9,9	9,0	8,4	6,3	6,4	10,8	11,2	15,9	16,2	19,5	144,8
число ночей	19,2	14,1	8,0	6,5	7,0	5,2	10,2	5,7	6,5	15	16	19,6	133,0

Анализ данных табл. 1.3 показывает, что осадки выпадают в 40% дней и чуть меньше ночей, чаще наблюдаются зимой, особенно в январе, до 22,5 дней, и меньше летом, особенно в июне, всего 6,3 дня.

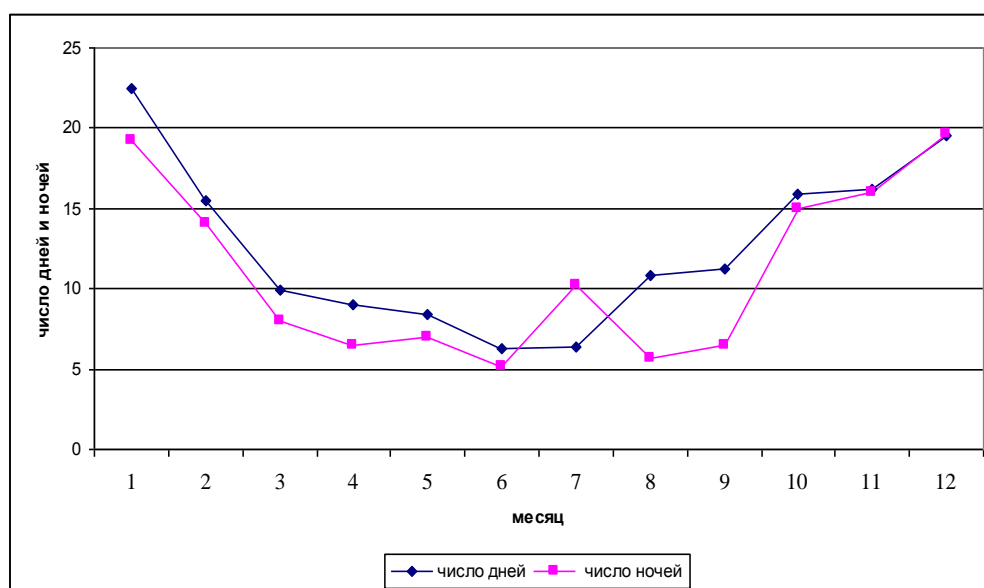


Рис. 1.5. Среднее число дней и ночей с осадками [13, с.361]

Исходя из рис. 1.5, максимальное число ночей с осадками приходится на

декабрь – 19,6 дней, а минимальное на июнь – 5,2 дня. В суточном ходе осадков определенной закономерности не наблюдается. Большую роль в характеристике метеорологических условий играет интенсивность осадков, т.е ее количество (табл. 1.4, рис. 1.6).

Таблица 1.4

Повторяемость (%) годового максимума и минимума количества осадков, мм [13, с.368]

	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X _{макс}	87	92	90	99	127	199	166	197	190	150	117	112
X _{мин}	0	3	1	2	2	5	5	1	2	5	2	4

Анализ интенсивности осадков в противоположность количеству дней указывают на то, что в течение года осадки выпадают неравномерно: большая часть их (70%) приходится на теплый период года и только 30% - на холодный.

В целом за год выпадает 618 мм осадков, при этом более половины жидких. Отдельные случаи выпадения дождей бывают даже зимой, и их доля в месячной сумме осадков с декабря по февраль составляет 2... 14%.

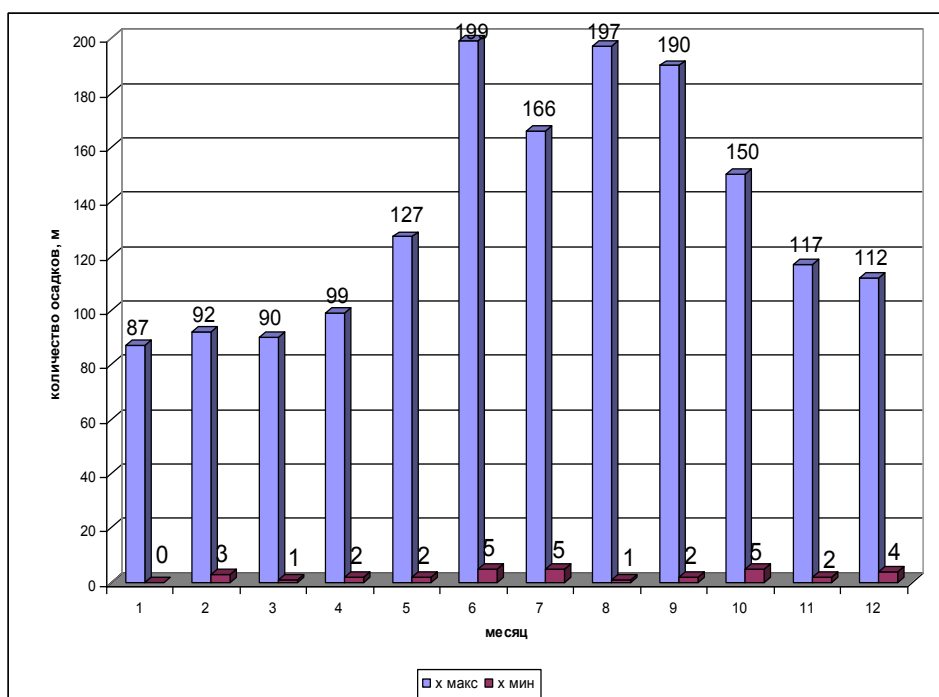


Рис. 1.6. Годовой ход количества осадков [13, с.371]

Как видно из рис. 1.6 максимум осадков в Санкт – Петербурге приходится обычно на август (84 мм), а минимум – на март (32 мм) Твердые осадки в городе не наблюдаются лишь с июня по сентябрь, а смешанные не бывают только в июле и августе.

Атмосферное давление. Давление воздуха является одной из основных и существенных характеристик физического состояния атмосферы.

В метеорологии за основную единицу давления воздуха в настоящее время принят гектопаскаль (гПа), численно равный применявшемуся ранее миллибару [11, с.22].

Отличительной особенностью режима давления в Санкт – Петербурге, как и на всем Северо – Западе Европейской территории России, является большая изменчивость во времени, особенно в холодный период, что обусловлено интенсивной циркуляционной деятельностью.

Диапазон изменения атмосферного давления очень широкий – от 953,8гПа до 1064,3гПа.

Годовой ход атмосферного давления описывается среднемесячными многолетними его значениями (табл. 1.5).

Таблица 1.5

Среднемесячная и максимальная междусуточная изменчивость давления воздуха (гПа) [16, с.201]

Месяц	Δp	Δp наиб	Δp наим	Максимальная	
				$-\Delta p$	$+\Delta p$
1	7,3	10,5	4,1	35,8	27,8
2	6,8	11,4	3,9	40,1	33,7
3	7,2	10,9	5,3	36,0	26,4
4	5,9	9,1	3,3	28,2	23,7
5	4,9	7,0	2,9	30,1	21,6
6	4,1	5,9	2,6	18,3	17,0
7	3,4	4,3	2,4	21,0	18,7
8	3,9	5,8	2,5	21,6	17,2
9	5,5	7,8	2,5	30,8	25,0
10	6,6	10,0	3,4	34,1	31,7

Продолжение таблицы 1.5

11	7,0	10,0	4,0	32,3	33,5
12	7,0	10,5	3,8	41,9	31,6

Анализ данных табл. 1.5 показывает, что изменение значения атмосферного давления от месяца к месяцу невелико. Максимум давления воздуха 1014,6 гПа отмечается в мае, минимум, равный 1010,1гПа, приходится на июль. Годовая амплитуда атмосферного давления близка к значениям над океаном – всего 4,5 гПа.

Среднемесячная междусуточная изменчивость давления воздуха по абсолютному значению обычно невелика и возрастает от 3,4 гПа в июле до 7,3гПа в январе. но в некоторые годы увеличивается до 4,3 и 10,5 гПа.

С октября по апрель среднемесячное давление воздуха почти не меняется и колеблется от 1013,3 до 1013,7 гПа. В это время года над Санкт – Петербургом располагается северо – западная окраина области повышенного давления в азиатском антициклоне, охватывающая почти всю территорию России.

В мае происходит перестройка барического поля атмосферы с зимнего режима на летний. Начинается прогревание континента, азиатский антициклон исчезает. Океан и морские побережья, в том числе и район Санкт – Петербурга, оказываются холоднее внутренних районов.

Изменение атмосферного давления в течение суток для умеренных широт, в том числе и для Санкт – Петербурга, выражены слабо. Для большинства месяцев суточная амплитуда составляет всего 0,4... 0,5 гПа. Наибольшее ее значение (0,7 гПа) приходится на май, октябрь и декабрь.

При быстром прохождении барических систем давление воздуха даже за несколько часов может резко упасть или повыситься и вызвать в отдельные дни большие суточные амплитуды. Максимальные суточные неперIODические амплитуды атмосферного давления при этом зимой наибольшие и нередко составляют 30... 40 гПа, а летом не превышают 15... 20 гПа. Были отмечены

случаи, когда только за 3 часа давление изменялось на 10... 12 гПа. Как правило, такими резкими изменениями атмосферного давления осенью сопровождаются наводнения в Санкт – Петербурге.

Замечено, что резкое изменение давления ото дня ко дню вызывает у больных с заболеваниями сердечно – сосудистой системы ухудшение состояния. В климатических условиях Санкт – Петербурга зимой понижение атмосферного давления за сутки на 8 гПа и более приводит к увеличению показателя заболеваемости [16, с.209].

Определение междусуточной изменчивости (разности давления между двумя смежными сутками за один и тот же срок) и ее повторяемости имеет важное практическое значение. Она же служит дополнительной и существенной характеристикой циклонической деятельности.

Глава 2 Синоптические условия формирования климата на аэродроме Пулково

2.1 Характерные синоптические процессы в районе исследования

Район аэродрома Пулково относится к районам с умеренным морским климатом.

Общая циркуляция атмосферы является одним из основных климатообразующих факторов. Особенное значение для района имеет горизонтальный перенос влажного морского воздуха с Атлантики, достигающий наибольшей интенсивности в осеннее-зимний период, когда температурный контраст земля-море является наибольшим. В этот период возрастает интенсивность циклонической деятельности на полярных и арктических фронтах [10, с.420].

Интенсивность атмосферной циркуляции ослабевает в осеннее-летний период. Это объясняется уменьшением контрастов температур между южными и северными широтами за счет увеличения притока солнечной радиации. Таким образом, только в летнее время радиационный режим приобретает важное значение в формировании основных особенностей климата, а в остальные сезоны и особенно зимой главным климатообразующим фактором является атмосферная циркуляция, которая обуславливает неустойчивый, быстроменяющийся тип погоды [18, с.514].

Западный тип. В холодный период года при установившемся западном переносе происходит заток теплого влажного воздуха на холодную подстилающую поверхность, что приводит к образованию обширных зон слоистой облачности высотой 100-150 метров с морозящими осадками, ухудшением видимости из-за густых дымок и адвективных туманов. В облаках отмечается интенсивное обледенение. Температура воздуха устанавливается около 0°С и может переходить к положительным значениям.

В летний период при этом процессе после прохождения теплого фронта, на котором могут отмечаться грозы, как правило устанавливается малооблачная

погода с хорошей видимостью. Облачность имеет преимущественно конвективный характер. Холодные фронты более выражены, особенно в дневные часы. На них отмечается многослойная облачность высотой 300-500 метров, дожди при видимости 2 - 4 километра, грозы. В облаках может наблюдаться обледенение.

Северо-западный тип. При этом типе атмосферной циркуляции в холодное время года по территории базирования наблюдается резкая смена погодных условий. Вследствие того, что вторичные холодные фронты смещаются с большими скоростями, происходит чередование полей облачности с высотой нижней границы облачности 200 – 300 метров и с прояснениями. На фронтах отмечаются заряды осадков с видимостью 1 – 2 километра. В облаках обледенение. Возможно усиление ветра в приземном слое до 15-20 м/с. При прояснениях в ночное время могут наблюдаться резкие понижения температуры воздуха.

В теплое время года при этом типе процессов по всему району наблюдается значительная облачность конвективного характера высотой 300-500 метров. Видимость днем 6-10 километров, в утренние часы может ухудшаться за счет радиационных дымок и туманов.

В тыловых частях циклонов могут проходить вторичные холодные фронты со скоростью 50-70 км/ч, их прохождение сопровождается грозами с дождем, иногда градом и шквалистым ветром 15-20 м/с.

Северный и северо-восточный тип. Характер погоды определяется выносом в тыловой части циклона больших масс холодного арктического воздуха и прохождением с большими скоростями вторичных холодных фронтов, на которых наблюдается кучево-дождевая облачность с кратковременными ливневыми осадками и видимостью 1-2 километра. После прохождения фронта наступает кратковременное улучшение погоды до малооблачно с хорошей видимостью.

В теплое время года при этом процессе наблюдается неустойчивая погода с резким похолоданием. Днем развивается кучево-дождевая облачность с

очаговыми грозами и ливневыми осадками при видимости 2-3 километра. В облаках отмечается обледенение.

Восточный и юго-восточный тип. В холодную половину года погодные условия, в основном, определяются наличием вблизи аэродрома слоистой облачности высотой 50-100 метров. Под облачностью могут наблюдаться морозящие осадки с видимостью 1-2 километра. В облаках отмечается сильное обледенение. При малоподвижном циклоне над Европейской частью России такая погода может сохраняться несколько дней.

В теплую половину года погодные условия значительно проще, чем зимой. Преобладает до 4-7 баллов конвективной облачности с нижней границей 300-500 метров и хорошая видимость 6-10 километров.

Южный и юго-западный тип. При этом процессе происходит вынос сухого теплого воздуха в теплом секторе циклона. В зимнее время преобладает слоисто-кучевая облачность с высотой нижней границы 300-500 метров со слабыми осадками и видимостью 4-6 километров. При длительном процессе по мере усиления затора с юго-запада более теплого воздуха в приземном слое образуется инверсия со слоистой облачностью высотой 100-200 метров, видимость ухудшается за счет адвективных дымок и морозящих осадков до 2-3 километров. В облаках отмечается обледенение [18, с.687].

В теплую половину года преобладают простые метеорологические условия с малооблачной погодой и хорошей видимостью [15, с.391].

Рассмотрим особенности синоптических процессов по сезонам.

Зима. Характерной особенностью зимнего периода является усиление циклонической деятельности на арктическом и полярном фронтах. Преобладающими воздушными массами являются морской умеренный и арктический воздух, которые имеют значительную неустойчивость. Их вторжение сопровождается значительными осадками и низкой облачностью. Фронты, проходя через Скандинавию, теряют свою «классическую схему» и зачастую над районами Балтийского моря и западной Финляндии слабо выражены в таких метеоэлементах, как: низкая облачность и осадки. Особенно

теплые фронты обостряются только над центром, а зачастую над востоком Финляндии. Это приводит к тому, что сильные снегопады и низкая облачность появляются внезапно, так как на синоптических картах этих явлений не отмечалось. Большие водные бассейны, Ладожское озеро и Финский залив, находящиеся вблизи, длительное время не замерзают. Процесс замерзания заканчивается в конце января – начале февраля. Это обстоятельство способствует возникновению специфического местного климата, характеризующегося чрезвычайно сложными летно-метеорологическими условиями в течение всей зимы.

При вторжении холодного арктического воздуха эти водоемы способствуют развитию неустойчивости и образованию над ними облаков кучевых форм, которые сохраняются в течении суток, не размываясь даже в областях высокого давления. Кроме того, эти водоемы создают условия для испарения над ними, что приводит к образованию туманов испарения и тонкой слоистой облачности высотой 100 – 200 метров и менее. При юго-западном и восточном ветре явления (туман и слоистые облака) выносятся в рассматриваемый район. В этот же период характерны и снежные заряды, продолжительностью от 10-20 минут до часа и более, ухудшающие видимость до одного километра и менее. При низких отрицательных температурах иногда отмечается выпадение осадков при наличии незначительной облачности, либо – вообще отсутствие её. Это объясняется тем, что воздушная масса, предельно увлажненная над водой, приходя на сушу имеет сильное перенасыщение. Избыток влагосодержания в виде снежной крупы или ледяных кристаллов, ухудшая видимость до 1-2 километров. Снежные заряды наблюдаются так же и на вторичных холодных фронтах, как правило, когда над севером европейской территории СНГ устанавливается высокий циклон, а над Скандинавией – антициклон. Такая синоптическая обстановка способствует наступлению с севера свежих порций арктического воздуха и развитию неустойчивости на них.

В зимний период для района аэродрома характерны оттепели. Они, как

правило, наблюдаются в теплых секторах циклонов, смещающихся из районов Атлантики, а так же с Черноморских циклонов (реже). Этот период обычно сопровождается резкими ухудшениями видимости за счет дымок и мороси, а так же низкой слоистой облачностью высотой до 100 метров и менее. Малооблачная погода зимой наблюдается в быстро смещающихся гребнях с запада, а так же в те периоды, когда адвекция холода с севера и северо-востока приводит к усилению гребня Сибирского антициклона. Большие барические градиенты зимой увеличивают повторяемость сильных ветров, что при наличии свежавыпавшего снега вызывает низовые метели и поземки, сильно ухудшающие видимость у земли.

Весна. Весной наблюдается процесс перестройки циркуляции атмосферы, которая со временем приобретает черты, присущие летним месяцам. Благодаря различиям в свойствах подстилающей поверхности Атлантического океана и континента Евразия, последний, весной прогревается быстрее и положительная разность температуры между океаном и континентом постепенно уменьшается.

Кроме того, уменьшаются контрасты температур между северными и южными широтами. Циклоническая деятельность ослабевает и все чаще прерывается воздействиями ядер высокого давления, формирующихся в массах арктического воздуха. С этими явлениями связаны «весенние возвраты холода».

Для района характерно сохранение ледяного покрова на крупных водных бассейнах до конца апреля – начала мая, а также снежного покрова почти на весь апрель. Это способствует сохранению в приземном слое отрицательных температур на длительное время.

На фоне возрастающего притока солнечной радиации в дневные часы и выхолаживания ночью увеличивается повторяемость радиационных туманов, которые возникают с заходом солнца и зачастую не рассеиваются в течение всей ночи. Большую часть весны сохраняются и адвективные туманы, которые образуются при вторжении теплого морского умеренного воздуха с запада и быстрого его выхолаживания в приземном слое над снежным и ледяным

покровом [22, с.261].

Увеличение повторяемости вторжения антициклонических ядер, а также возрастание амплитуды колебаний температуры в приземном слое в течение суток приводит к образованию инверсных слоев и низкой подинверсной облачности. Такая облачность образуется также под слоем так называемых «весенних инверсий».

Эти инверсии образуются весной при перемещении теплого воздуха океанического происхождения над снежной поверхностью. В это время температура снега и прилегающего к нему слоя воздуха близка к нулю, а на высоте – на несколько градусов выше нуля.

Лето. Летом, еще больше, чем весной, сглаживаются контрасты температур между северными и южными широтами за счет резкого возрастания в северных широтах продолжительности светлого времени и резкого увеличения притока солнечной радиации. Это приводит к уменьшению барических градиентов и ослаблению скорости ветра, вследствие чего интенсивность циклонической деятельности уменьшается. Кроме того, летом субтропические антициклоны формируются в более высоких широтах Атлантики, усиливается отрог Азовского антициклона и район все чаще попадает на его северную периферию.

Такое положение способствует установлению малооблачной погоды на длительное время с преобладанием слабых ветров. Этому способствует также периодические пополнения отрога за счет арктических ядер повышенного давления.

Летом циклоническая деятельность на полярном и особенно на арктическом фронтах развиваются в более высоких широтах. Полярно – фронтальные циклоны в это время обычно перемещаются из районов северной Атлантики, через Англию, юг Скандинавии и далее на восток через Балтийское море.

Скорость смещения барических образований заметно уменьшается, достигая значений порядка 30 – 50 км/ч. Более ярко выражен и суточный ход

погоды на фронтах: холодные фронты ночью ослабевают, днем обостряются, а теплые – наоборот. Теплые фронты в летнее время размыты, увеличивается число прослоек в облачной системе, верхняя кромка облаков иногда достигает 12 – 15 км. Смещающиеся с запада теплые фронты и фронты окклюзии, также, как и зимой, в процессе переваливания через Скандинавские горы размываются, но приходя в район базирования аэродрома полностью восстанавливаются. В ночные и утренние часы имеются случаи образования радиационных туманов.

Грозы – довольно редкое явление для аэродрома, хотя в радиусе 50 – 70 километров летом они встречаются часто. В большинстве своем грозы носят фронтальный характер. Благодаря тому, что с юга и востока аэродрома имеются большие водоемы, внутримассовые грозы задерживаются ими. Это же обстоятельство вызывает длительное сохранение неустойчивости в ночные часы, особенно над Ладожским озером. Здесь также удерживается и конвективная облачность, которая при благоприятных условиях выносится в район аэродрома.

Когда процесс носит внутримассовый характер, нередко в утренние часы наблюдается вынос низкой, подчас не сплошной облачности высотой 100 – 200 метров из района Финского залива при юго-западном ветре и Ладожского озера при восточном ветре. Как правило, эта облачность в первые часы после восхода солнца уплотняется и нижняя граница ее поднимается до 300 – 400 метров.

Довольно редким считается явление пыльных бурь. Оно наблюдается при сильных (12 – 15 м/с) ветрах, когда им предшествовала сухая жаркая погода в течение нескольких дней.

Району города Санкт-Петербурга, особенно летом, свойственно наличие сухой мглы, распространяющейся до больших высот. При южном выносе эта мгла выносится в район аэродрома и резко ухудшает видимость на высоте в слое от 500 – 800 метров до 2 – 4 километров. Верхняя граница этой мглы ночью понижается, а днем повышается за счет увеличения притока солнечной радиации и развития турбулентности.

Осень. Быстрое сокращение продолжительности светлого времени суток и уменьшение притока солнечной радиации приводит к увеличению температурных контрастов между северными и южными широтами и постепенному усилению циклонической деятельности. Для осени характерно усиление меридиональной циркуляции, которая приводит к глубоким вторжениям холодного воздуха на юг и к выходу теплого воздуха в более высокие широты. Это зачастую вызывает резкую смену режима погоды. Нередко даже в конце осени приходят значительные потепления называемые «осенний возврат тепла» [23, с.117].

Арктический и полярный фронты все чаще опускаются к югу, а циклоническая деятельность на них, усиливаясь, приводит к всё более частому ухудшению погоды: увеличивается повторяемость густых дымок и туманов, причем последние носят преимущественно адвективный характер, а также низкой слоистой облачности и осадков.

Осадки в виде дождя сменяются мокрым снегом и снегом, а в ночные и утренние часы имеют место заморозки на почве. Большую роль, особенно к концу осени, имеют Ладожское озеро и Финский залив, которые, начиная с октября месяца становятся очагами формирования туманов и низкой (100 – 200 метров) облачности. Если летом эти явления рассеивались в первую половину дня, то осенью они подчас сохраняются в течение суток.

Немалую роль в этот период снова приобретает перенос воздушных масс на высоте 100 – 300 метров, так как от этого зависит, останутся ли упомянутые метеорологические явления над водой или их вынесет в рассматриваемый район [22, с.298].

2.2 Условия полетов в облачных системах атмосферных фронтов

Фронтальные облачные системы характеризуются значительной вертикальной и горизонтальной протяженностью. В теплое время года они часто имеют грозовые очаги, зоны сильной турбулентности и обледенения, а в

приземных слоях нередко образуются туманы и низкая облачность. Поэтому во фронтальных зонах создаются наиболее сложные метеоусловия для полетов.

Посадка самолетов также наиболее сложна в зонах атмосферных фронтов. Условия полетов в значительной мере определяются формой облаков и особенностями их строения [20, с.331].

Теплый фронт. Система облаков теплового фронта состоит из надфронтальной облачности, формирующейся в теплой воздушной массе, и надфронтальных облаков, образующихся в холодной воздушной массе.

Надфронтальная облачная система имеет в общем клинообразную форму. Облака являются сплошными или расслоенными, их вертикальная протяженность значительна.

По мере приближения к линии фронта вертикальная протяженность облаков растет. Нижняя граница облаков с приближением к линии фронта постепенно опускается. Основной частью облачной системы являются высокослоистые и слоисто-дождевые облака. Под ними образуются разорванно-дождевые и слоистые облака. В летнее время в зоне фронта развиваются грозы.

Горизонтальная протяженность облаков вдоль фронта может достигать 1500-2500 км. Ширина зоны облаков составляет обычно несколько сотен километров.

С наибольшими трудностями экипажи воздушных судов сталкиваются при полете в 300-400 километровой зоне, примыкающей к линии фронта. Они обусловлены низкой облачностью, сильным ухудшением видимости из-за осадков, возможностью обледенения самолетов, большой вертикальной мощностью облаков, а в теплое время года, кроме того, большой вероятностью встречи с грозой.

Высота нижней границы разорванных облаков изменяется от 200-300 м и 300 км от линии фронта до 100-200 м вблизи нее. Нередко она уменьшается даже до 50 м, и облака могут перейти в туман, особенно над возвышенностями (рис. 2.1).

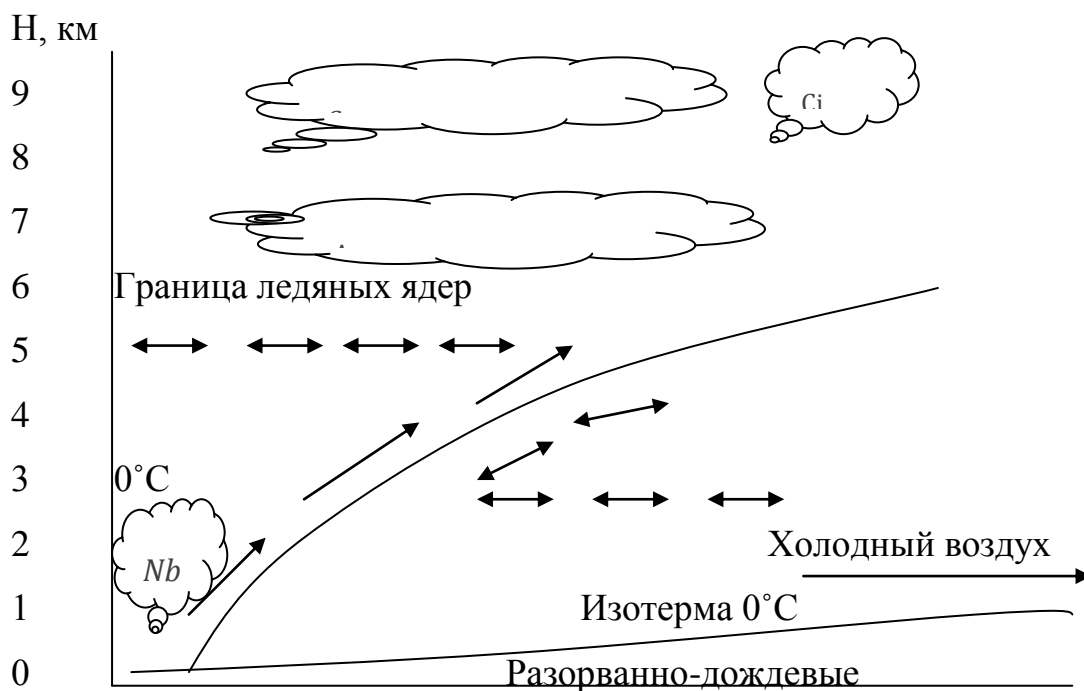


Рис. 2.1. Облачная система теплового фронта [20, с.364]

Холодный фронт первого рода. Это медленно движущийся фронт. Вдоль всей поверхности фронта наблюдаются восходящие движения теплого воздуха, которые приводят к формированию надфронтальных слоисто-дождевых и высоко-слоистых облаков, непосредственно примыкающих к фронтальной поверхности.

В зимнее время система облаков холодного фронта первого типа похожа на облачную систему теплового фронта, являясь как бы зеркальным ее отражением (рис. 2.2).

Условия полетов в надфронтальном облачном массиве аналогичны тем условиям, какие наблюдаются в слоисто-дождевых и высоко-слоистых облаках теплового фронта. Однако температура в облаках обычно бывает ниже и обледенение менее интенсивно (из-за меньшей влажности облаков).

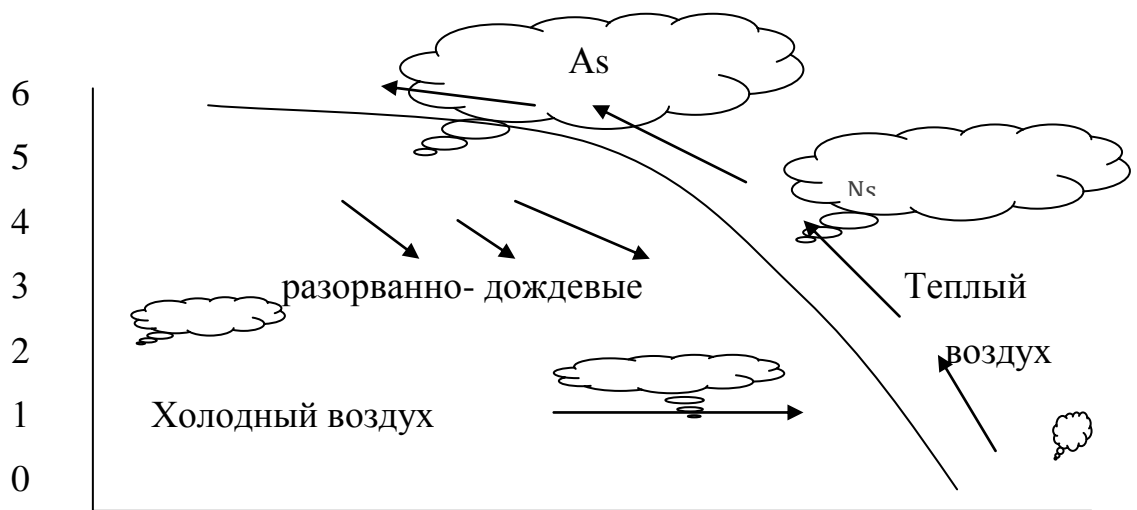
Вертикальная мощность фронтального облачного массива меньше, чем на теплом фронте, перистые и перисто-слоистые облака, как правило, отсутствуют, и на пробивание облаков затрачивается меньше времени, чем на пробивание облаков теплового фронта.

В теплое время года на фронте, особенно в его передней части,

развиваются кучево-дождевые облака, значительно усложняющие полеты, а в ряде случаев их исключают.

Кучево-дождевые облака, судя по наблюдениям с самолетов и по фотографиям из космоса имеют грядовую структуру. Гряды вытянуты вдоль фронта и расчленены на отдельные очаги. В передней части фронта кучево-дождевые облака могут достигать тропопаузы. Полеты в зоне фронтальной облачности весьма сложны, часто опасны из-за сильной турбулентности, интенсивной болтанки, возможного обледенения самолетов и попадания в очаги грозовой деятельности.

Зима
Н, км



Лето
Н, км

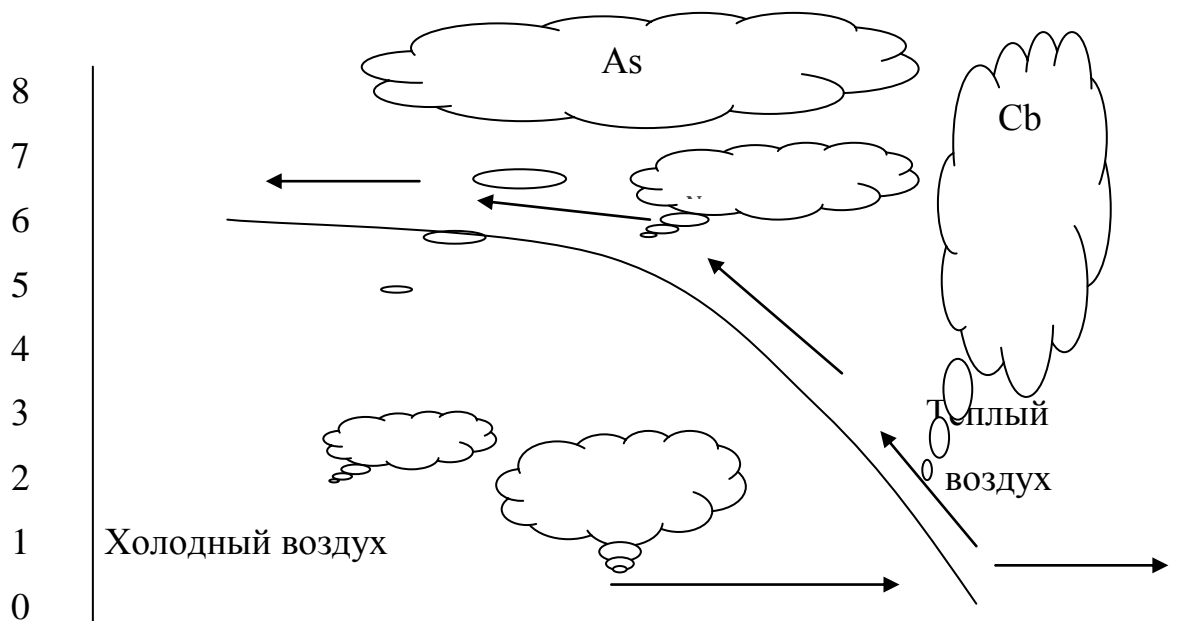


Рис. 2.2. Облачная система холодного фронта первого рода [20, с.407]

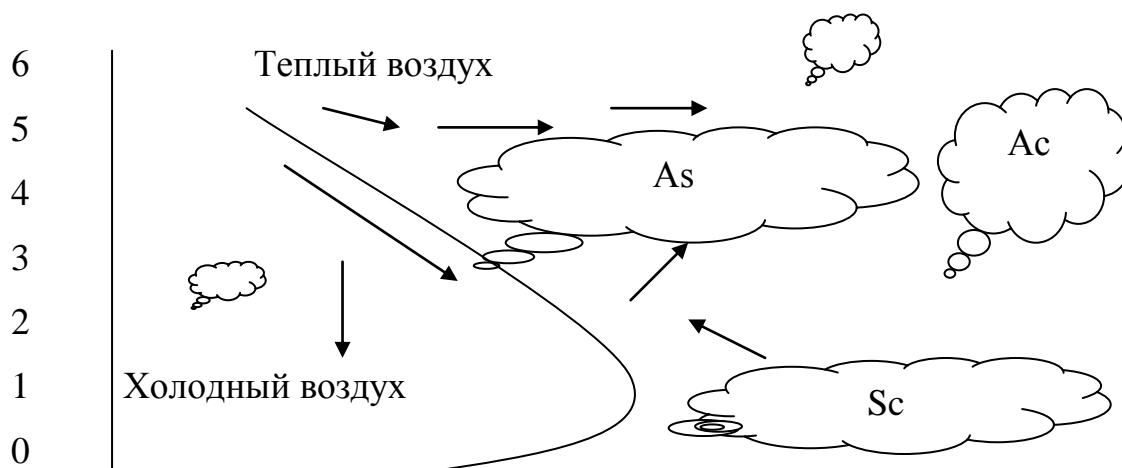
Холодный фронт второго рода. Это быстро движущийся или значительно ускоряющий свое движение холодный фронт. Во всей верхней части фронтальной поверхности наблюдаются нисходящие движения теплого воздуха.

Передняя часть фронтальной поверхности наклонена круто и теплый воздух интенсивно вытесняется валом надвигающегося холодного воздуха.

Такой характер вертикальных движений приводит к формированию облаков лишь в передней части фронта.

Зимой перед линией наблюдаются высоко-слоистые и высоко-кучевые облака, из которых выпадают осадки (рис. 2.3).

Зима
Н, км



Лето
Н, км

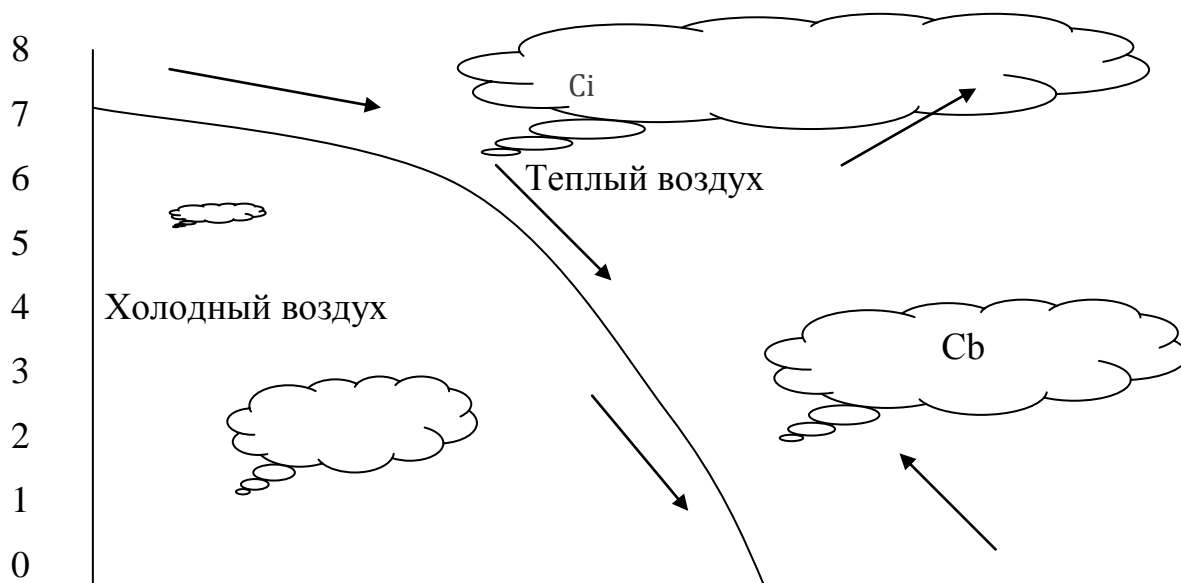


Рис. 2.3. Облачная система холодного фронта второго рода [20, с.411]

В летнее время в результате термодинамической неустойчивости воздуха в передней части фронта развивается мощная конвекция, приводящая к интенсивному развитию кучево-дождевых облаков.

При прохождении фронта часто образуются смерчи и шквалы. Полеты в этих случаях не разрешаются, так как они очень опасны.

Фронт окклюзии. В зависимости от того, какая температура воздуха наблюдается за фронтом окклюзии, различают теплый и холодный фронт окклюзии (окклюзия – это смыкание холодного и теплого фронтов в области циклона, приводящее к заполнению последнего холодным воздухом).

Если в тыловой части циклона располагается воздушная масса менее холодная, чем в передней части циклона, то образуется теплый фронт окклюзии.

В этом случае условия полетов в облаках зависят от вида облачности. В холодное полугодие наибольшую опасность для полетов представляют низкие облака, ухудшение видимости в осадках и сильное обледенение.

Если воздух, распространяющийся в тыловой части циклона, холоднее воздуха, находящегося в его передней части, то образуется холодный фронт окклюзии (рис. 2.4, рис. 2.5).

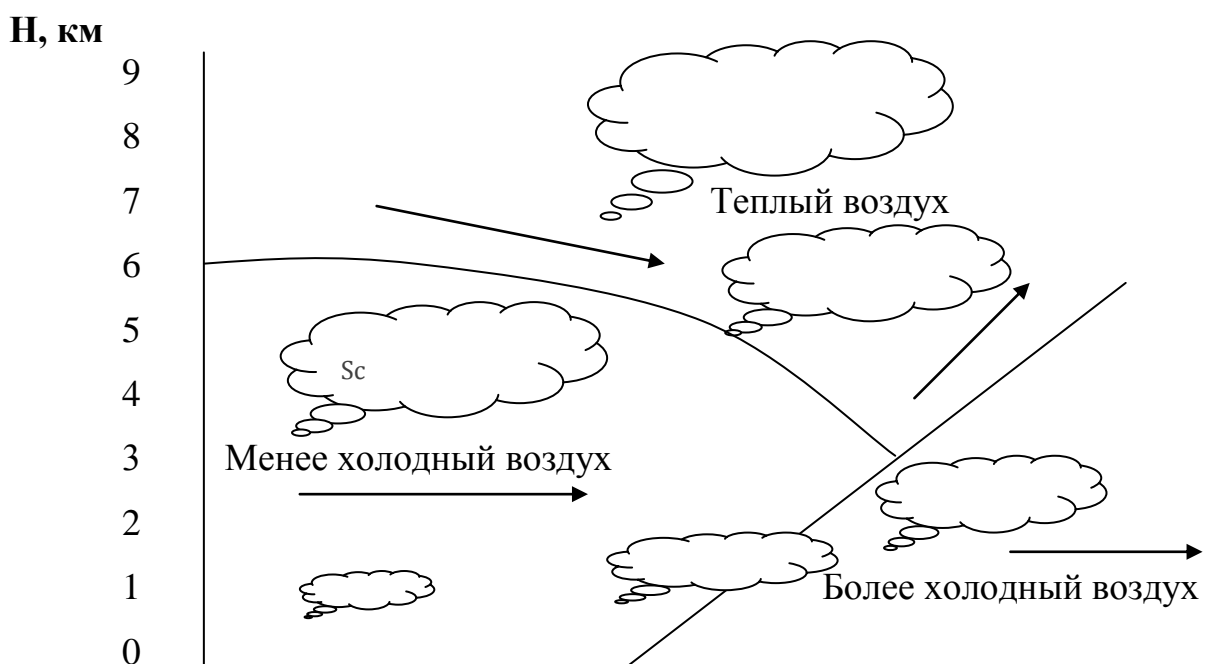


Рис. 2.4. Облачная система теплого фронта окклюзии [20, с.417]

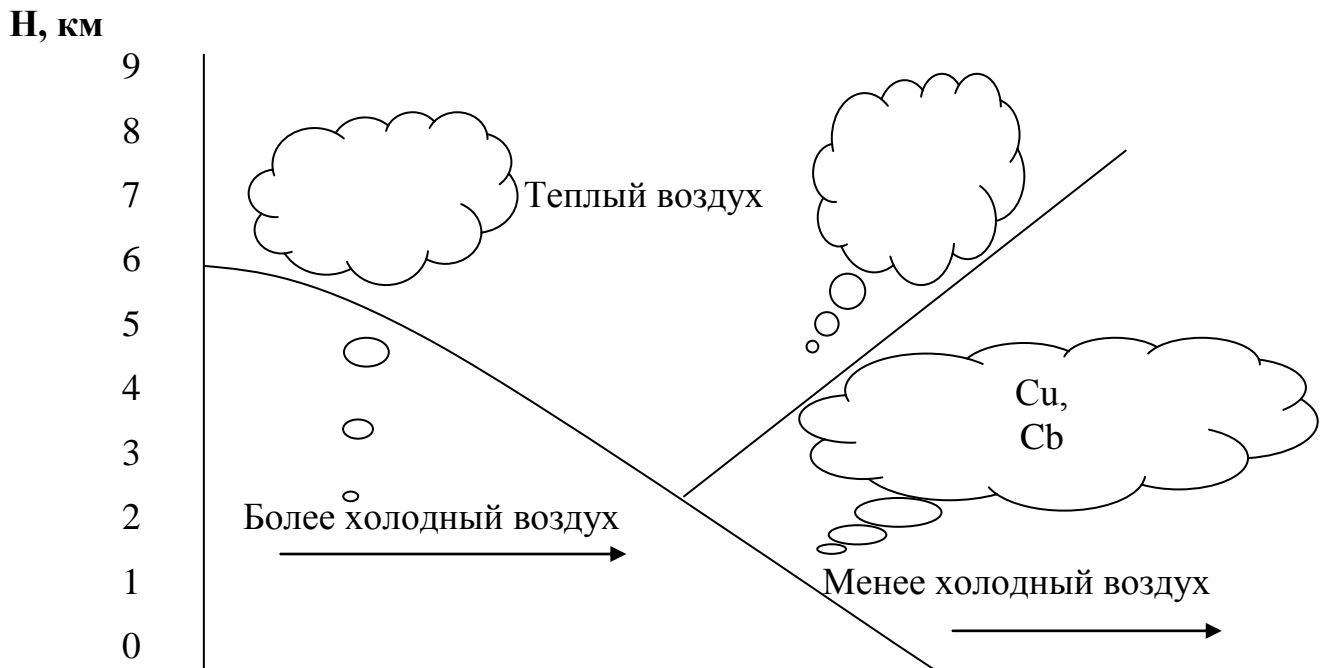


Рис. 2.5. Облачная система холодного фронта окклюзии [20, с.417]

Метеоусловия полетов в этих случаях весьма сложны. В зоне фронта, кроме основной облачности, образуются облака вертикального развития. Возникают интенсивная турбулентность, ливни, грозы, может быть град, в облаках сильно ухудшается видимость, на высотах, где температура ниже 0°C , возможно сильное обледенение.

Глава 3 Влияние метеорологических условий теплого периода года на полеты воздушных судов в АМЦ Пулково

3.1 Метеорологические процессы в районе АМЦ Пулково

Взлетные и посадочные данные самолета – длина разбега и скорость отрыва при взлете, посадочная скорость и длина пробега при посадке – в значительной степени зависят от физических характеристик атмосферы [24, с.121]. Посадочные характеристики самолетов также испытывают значительные вариации при изменении физического состояния атмосферы.

Изменение температуры воздуха на 3°C вызывает изменение посадочной скорости на 1км/ч. В табл. 3.1 и рис. 3.1 представлены среднемесячные значения и ход температуры воздуха и давления за весь теплый период 2001-2006 гг.

Таблица 3.1

Среднемесячные значения температуры и давления¹

Месяц	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Температура, °С	4,4	11,0	15,0	19,5	16,5	13,0
Давление, мм.рт.ст.	750,9	757,6	756,5	757,2	758,3	760,3

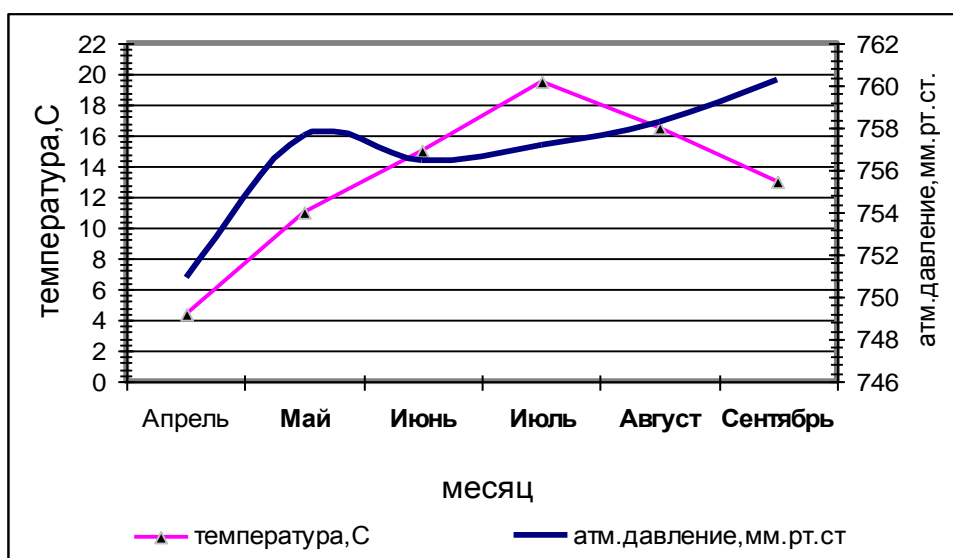


Рис. 3.1. Ход температуры воздуха и атмосферного давления²

¹ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

² Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

Из табл. 3.1 видно, что наибольший перепад температуры по средним значениям наблюдается в период апрель - май.

Рис. 3.1 показывает, что давление в среднем за период составило 756,8 мм.рт.ст., и выраженных перепадов давления в течение всего периода не наблюдается. А значительные колебания температуры и давления воздуха вызывают существенные изменения скорости отрыва.

При повышении температуры сила тяги падает и самолет будет с меньшим ускорением набирать скорость и пробежит большее расстояние, пока нужную скорость отрыва. Падение давления тоже приводит к уменьшению силы тяги [25, с.104].

Осадки. Выпадающие из облаков осадки дают более 99% общего количества воды, которая поступает из атмосферы на земную поверхность. Они нередко существенно осложняют деятельность авиации и даже могут быть причиной тяжелых авиационных происшествий. Степень влияния осадков зависит от их вида, интенсивности и температуры воздуха, при которой они выпадают.

Выпавшие на ВПП (взлетно-посадочная полоса) осадки значительно осложняют управление передней ногой шасси и торможение основных колес самолета из-за резкого снижения сцепления с поверхностью ВПП. Вода и слякоть на ВПП при незначительном отклонении самолета от ее оси и неравномерном сцеплении колес с поверхностью ВПП могут создать развертывающие моменты, которые не всегда удается устранить органами управления самолета.

В подобных случаях самолет может выкатиться за пределы ВПП и получить повреждения [12, с.114].

При разбеге самолета его колеса отбрасывают воду и слякоть в виде мощных струй. Самолет при этом испытывает сильное трение, и длина его разбега значительно увеличивается. При определенных условиях самолет может даже не достигнуть скорости отрыва. Это явление называется гидролиссированием.

Град – самый опасный вид осадков. Чем больше скорость самолета, тем тяжелее последствия воздействия града. Самолету причиняются механические повреждения, ухудшаются аэродинамические характеристики.

Распределение суточного количества осадков по месяцам на аэродроме представлено в табл. 3.2 и рис. 3.2.

Таблица 3.2

Характеристика осадков по месяцам за теплый период 2001-2006 гг.³

Месяц	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Ср. кол-во осадков(мм)	2,4	3,9	4,3	9,4	2,8	1,1
Σ осадков	21,8	43,1	52	74,8	33,3	7,7

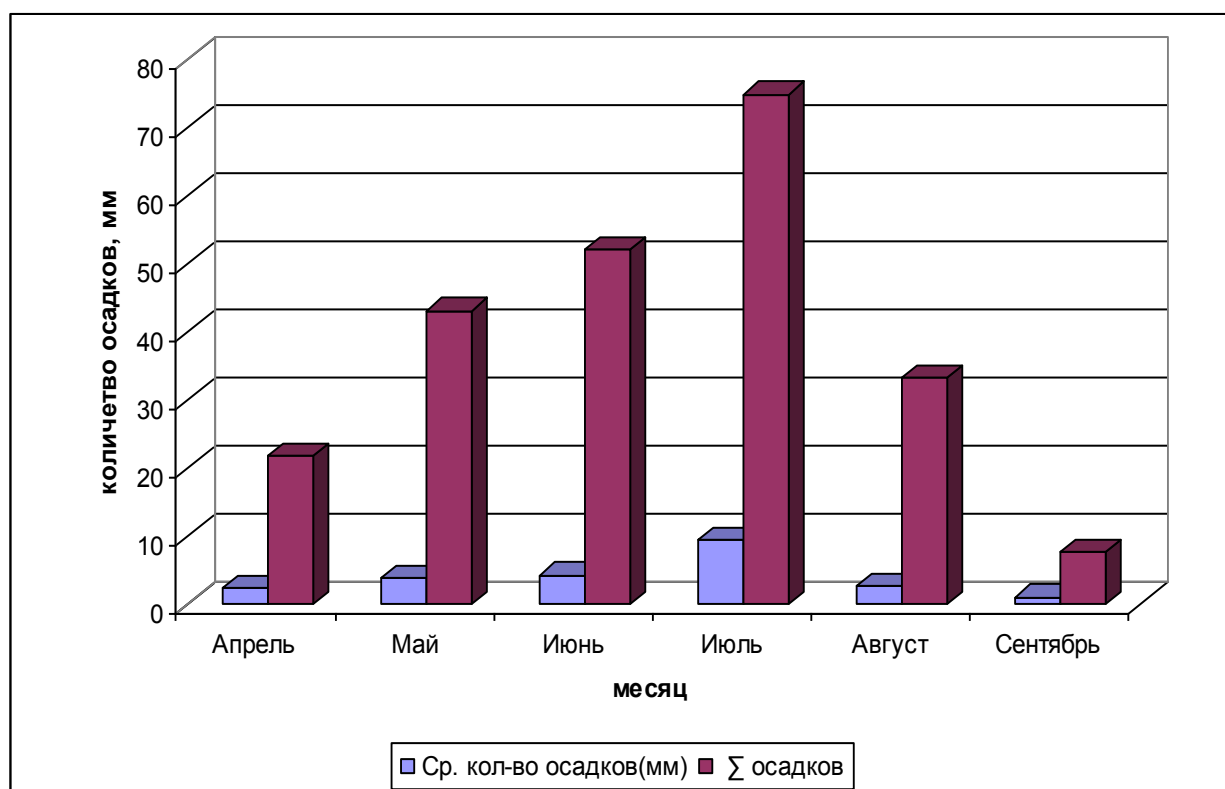


Рис. 3.2. Среднемесячный ход осадков за теплый период 2001-2006 гг.⁴

Из анализа табл. 3.2 и рис. 3.2 следует, что в целом за теплый период 2001-2006 гг. среднее количество осадков максимально в июле и достигает 9,4

³ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

⁴ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

мм (сумма за месяц – 74,8 мм), а в сентябре минимально – 1,1 мм (сумма за месяц – 7.7 мм).

Ветер у земли. Характеристики ветра у земли влияют на взлет и посадку самолетов. Взлет и посадку самолетов стремятся производить против ветра, так как встречный ветер уменьшает скорость отрыва и посадочную скорость и, следовательно, уменьшает длину разбега при взлете и длину пробега при посадке самолета [19, с.207].

Значительно усложняется взлет и посадка самолета при боковом ветре или при его больших боковых составляющих. При взлете с боковым ветром образуются дополнительные аэродинамические силы, затрудняющие управление самолетом.

Под влиянием этих сил возникают кренящий и разворачивающий моменты. Кренящий момент образуется вследствие неравномерного обдува крыльев.

Разворачивающий момент возникает из-за того, что центр тяжести и центр бокового давления ветра не совпадают. Поэтому боковой ветер создает силу, стремящуюся развернуть самолет против ветра. При взлете с сильным боковым ветром или большой боковой составляющей ветра значительно ухудшается техника пилотирования [2, с.194].

Основная трудность посадки самолета при боковом ветре заключается в том, что летчику приходится бороться со сносом самолета. Неточный учет ветра может привести к приземлению самолета вне ВПП.

При сильном боковом ветре возможен срыв покрышек колес и поломка шасси в момент касания ВПП. В процессе пробега возникают разворачивающий и кренящий моменты, как и при разбеге.

Распределение ветра в приземном слое атмосферы (до высоты 100 м) оказывает большое влияние на выполнение взлета и посадки. Особо опасным является резкое изменение ветрового режима вдоль траектории движения самолета.

Изменение взлетно-посадочных характеристик под действием резкого

ослабления или усиления ветра являлось в ряде случаев одной из главных причин летных происшествий (табл. 3.3, рис. 3.3).

Таблица 3.3

**Среднемесячные значения средней и максимальная скорость ветра
за теплый период 2001-2006 гг.⁵**

Скорость ветра	Месяц						Среднее
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	
Средняя за месяц (м/с)	3	4	3	3	3	3	3
Максимальная	15	18	11	12	10	12	13

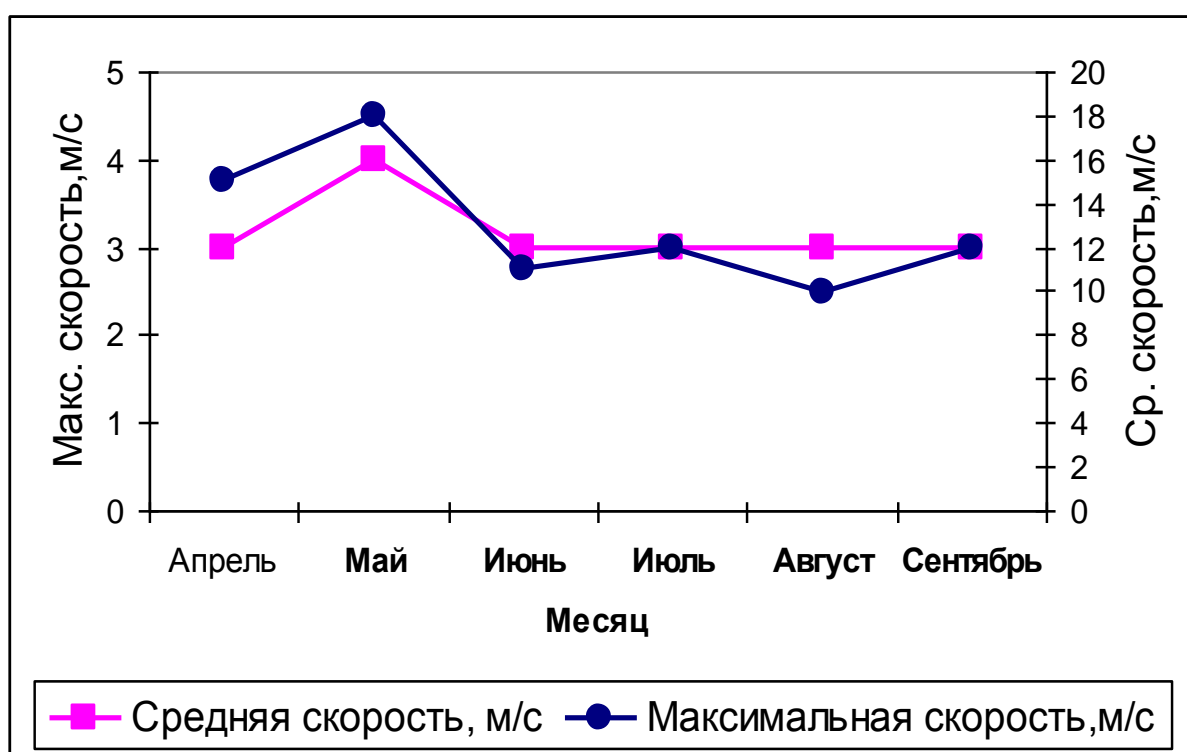


Рис. 3.3. Среднемесячный ход максимальной и средней скорости ветра⁶

В табл. 3.3 и рис. 3.3 отмечены среднемесячная и максимальная скорости ветра, из которой видно, что в течение всего периода средняя скорость ветра составляет 3 м/с.

Максимальная скорость ветра наблюдается в апреле - мае – 15-20 м/с, а в

⁵ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

⁶ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

среднем за период максимум ветра составляет около 13 м/с.

Повторяемость направлений ветра можно увидеть в табл. 3.4 и рис. 3.4.

Таблица 3.4

Повторяемость направления ветра за теплый период 2001-2006 гг., %⁷

Повторяемость направления ветра	Направление ветра								Всего
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
Число случаев повторения	0	6	24	25	34	41	47	6	183
%	0	3	13	14	19	22	26	3	100

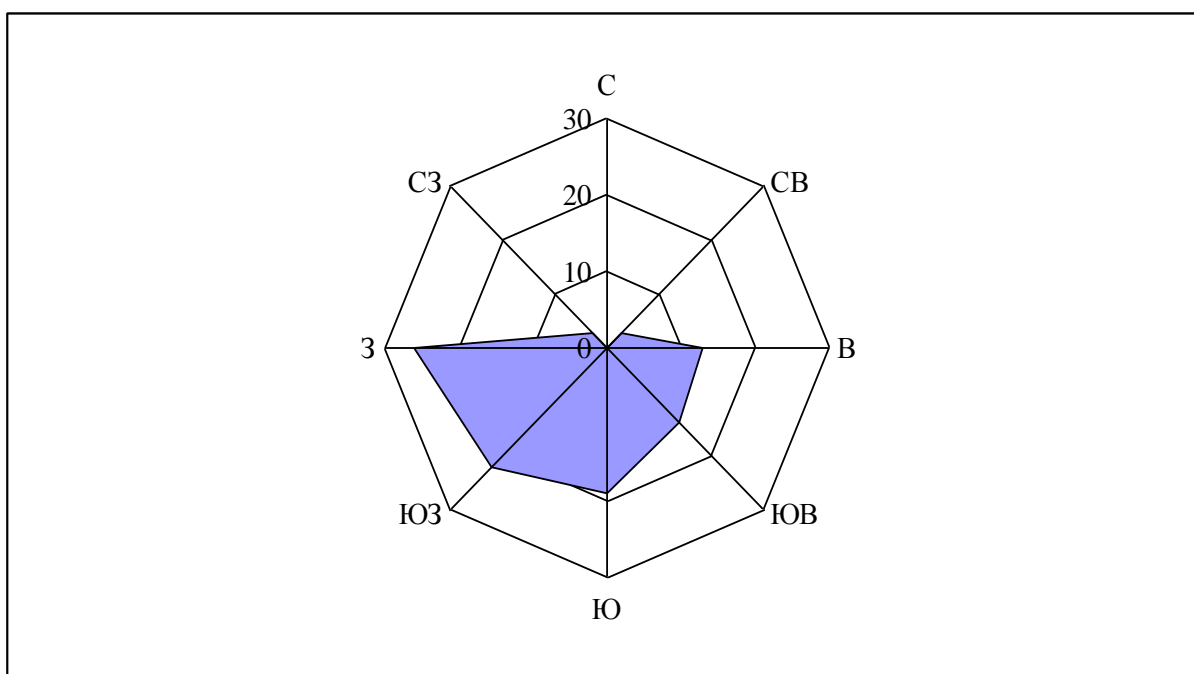


Рис. 3.4. Роза ветров⁸

Из анализа табл. 3.4 и розы ветров видно, что преобладающими направлениями являются южное, юго-западное и западное, на которые приходится 26%, 22% и 19% случаев соответственно, в течение всего периода.

Влажность воздуха у земли. Влажность воздуха, температура, а также давление у земли, характеризуют состояние атмосферы в приземном слое,

⁷ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

⁸ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

которое оказывает значительное влияние на взлетные и посадочные данные воздушных судов.

В табл. 3.5 и рис. 3.5 представлены среднемесячные значения относительной влажности воздуха за период с апреля по сентябрь.

Таблица 3.5

Среднемесячные значения относительной влажности воздуха за теплый период 2001-2006 гг., %⁹

Месяц	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Влажность(%)	70	71	71	69	76	79

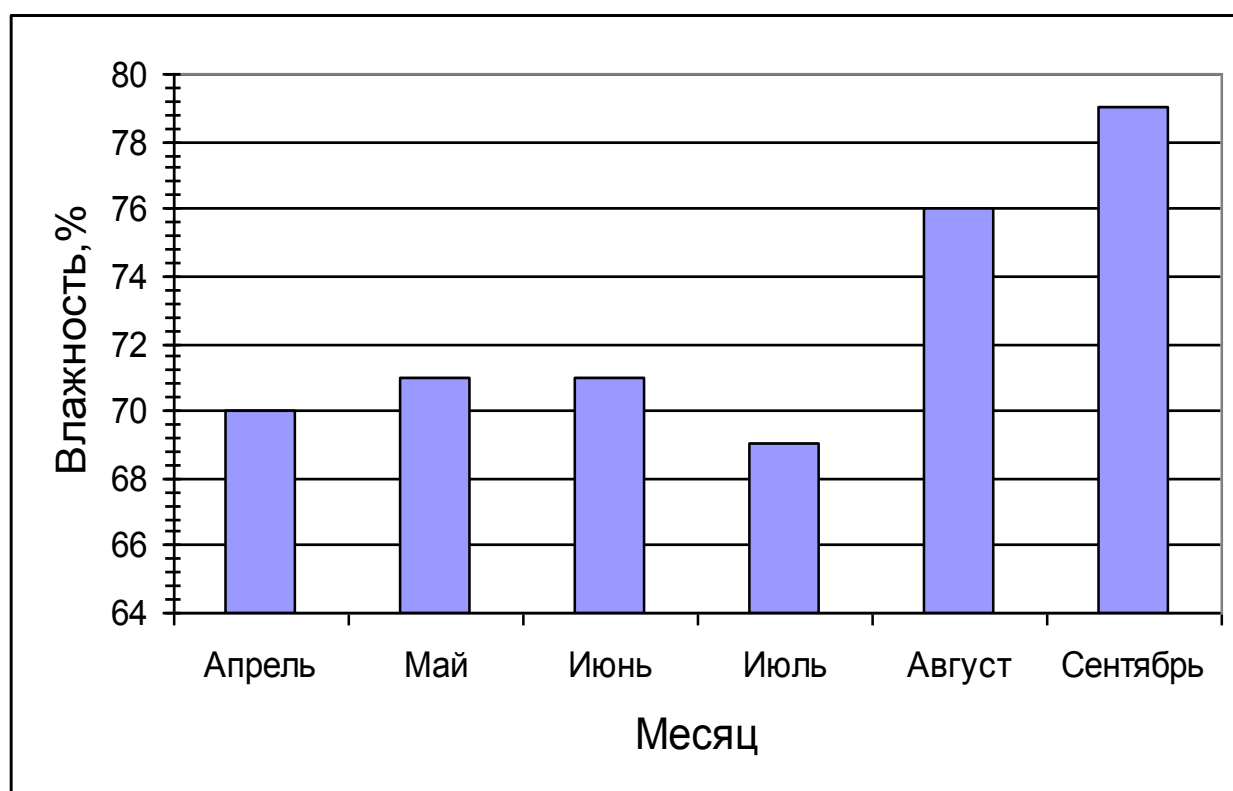


Рис. 3.5. Среднемесячные значения относительной влажности воздуха за теплый период 2001-2006 гг.¹⁰

Судя по данным табл. 3.5 и рис. 3.5, влажность воздуха, за пятилетний теплый период, составляет от 69 до 79% со значительным повышением с июля - 69%, по сентябрь с - 79%

⁹ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

¹⁰ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

Среднее значение за весь период составило 73%.

Из вышеизложенного следует, что для работы авиации благоприятными являются:

- летний сезон - в любое время суток за исключением дневного времени, когда наибольшее развитие получают конвективные процессы, т.е. может образовываться кучево-дождевая облачность и все опасные явления для авиации, связанные с ней. А именно: гроза, град, ливневые осадки, болтанка, шквалистое усиление ветра. А также в утренние и вечерние часы, когда может образоваться туман;
- в апреле месяце - в любое время суток.

3.2 Повторяемость форм и высоты нижней границы облачности

Облачность и ограниченная видимость являются одним из основных метеорологических факторов, осложняющих деятельность авиации.

Взлет, посадка, пилотирование самолетов и вертолетов, особенно полеты на предельно малых высотах затруднены при низкой облачности и ограниченной видимости.

Основной климатической характеристикой различного состояния неба является число ясных (0-2 балла) и пасмурных (8-10 баллов) дней по общей и нижней облачности [21, с.94].

Процессы облакообразования в атмосфере чрезвычайно сложны. Здесь целесообразно обратить внимание лишь на основные факторы образования и эволюции низких облаков.

Под низкими облаками обычно понимают облака, высота нижней границы которых менее 600 м.

Для авиации, одной из важнейших характеристик облачности является высота её нижней границы над землей. В табл. 3.6 представлены усредненные данные нижней границы облачности по месяцам за теплый период (2001-2006 гг.).

В ежемесячном ходе наблюдается постепенное увеличение от июня к сентябрю повторяемости высот 800 — 1800 метров, что соответствует увеличению повторяемости облачности кучевых форм.

Таблица 3.6

Средняя месячная высота нижней границы облачности за 2001-2006гг., м.¹¹

Месяц	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Высота (м)	744	767	812	1107	1066	859

В сентябре снижается повторяемость облачности верхнего, среднего яруса и безоблачного неба. Увеличивается повторяемость высот облачности от 200 – 1000 метров.

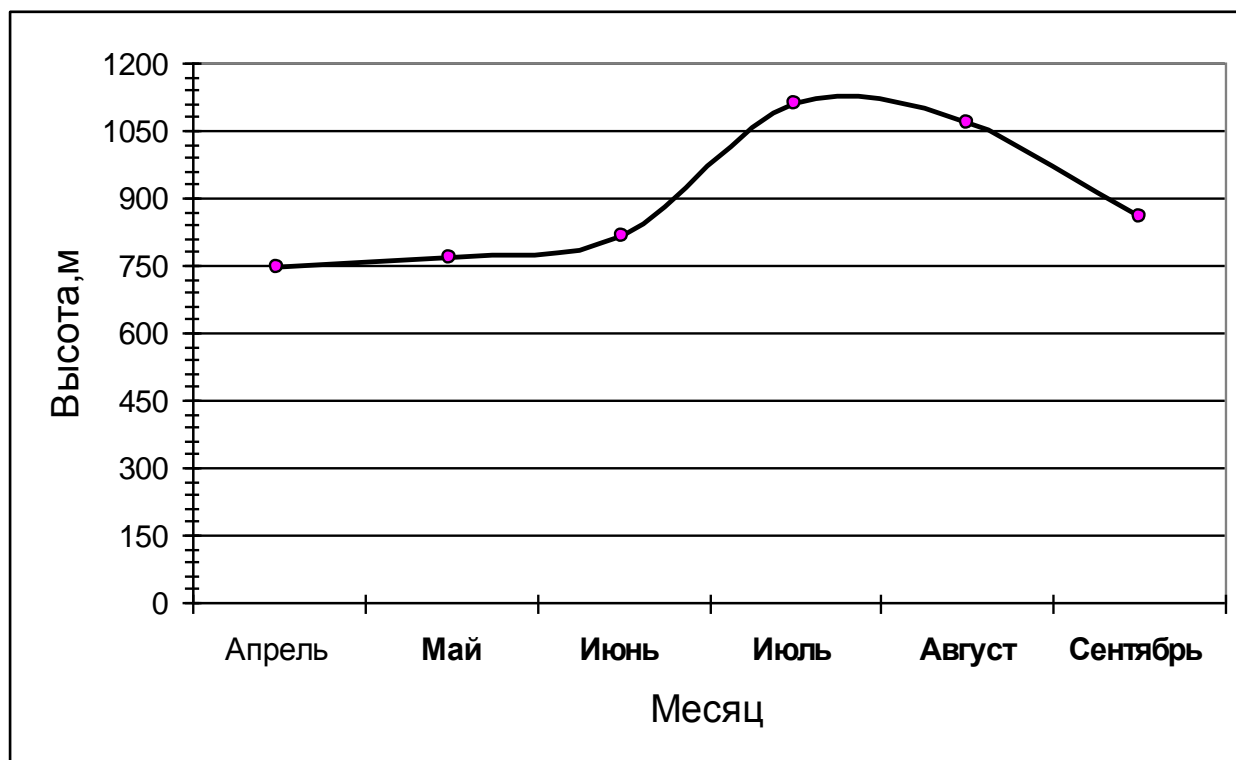


Рис. 3.6. Среднемесячная высота нижней границы облачности¹²

Из табл. 3.6 и рис. 3.6 следует, что максимальная высота нижней границы облачности за пятилетний период наблюдается в июле и августе и колеблется от 900 м до 1100 м, а минимум на апрель и май – от 700 м до 800 м.

¹¹ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

¹² Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

Из этого следует, что в июле и августе преобладала кучево-дождевая облачность, а в апреле и мае – слоисто-кучевая.

Относительно по разному создаются условия в зависимости от форм облаков.

Волнистообразные облака встречаются в полетах наиболее часто. К ним относятся: в нижнем ярусе – слоистые и слоисто-кучевые облака, в среднем – высоко-кучевые, в верхнем – перистые и некоторые виды перисто-кучевых облаков. Полет в кучевых облаках осложняется плохой видимостью и турбулентностью, вызывающей болтанку самолета.

Мощные кучевые облака – высота нижней границы облаков, чаще всего, 600-1200 м. Вертикальная протяженность весьма значительна – 3-4 км, а нередко и больше, горизонтальная протяженность колеблется от нескольких километров до 10 км и более.

Вследствие сильной турбулентности, создающей перегрузки, угрожающие прочности самолетов, также из-за возможности сильного обледенения и поражения молнией полеты в кучево-дождевых облаках запрещаются.

Визуально обходить облака необходимо на расстоянии не менее 10 км, но РЛС – 15 км.

Опасность полета в этих облаках возрастает в связи с тем, что они нередко бывают замаскированы облаками верхнего яруса и экипаж может попасть в них неожиданно. Повторяемость форм облачности за теплый период приведены в табл. 3.7.

Таблица 3.7

Повторяемость форм облачности за теплый период с 2001 по 2006 гг.¹³

Кол-во ясных дней	Незначительная		Слоистая		Кучево-дождевая			
	Ci	Ac	St	Sc	Cu	Frnb	Cb	Ns
7	23	27	7	44	15	16	43	1

¹³ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

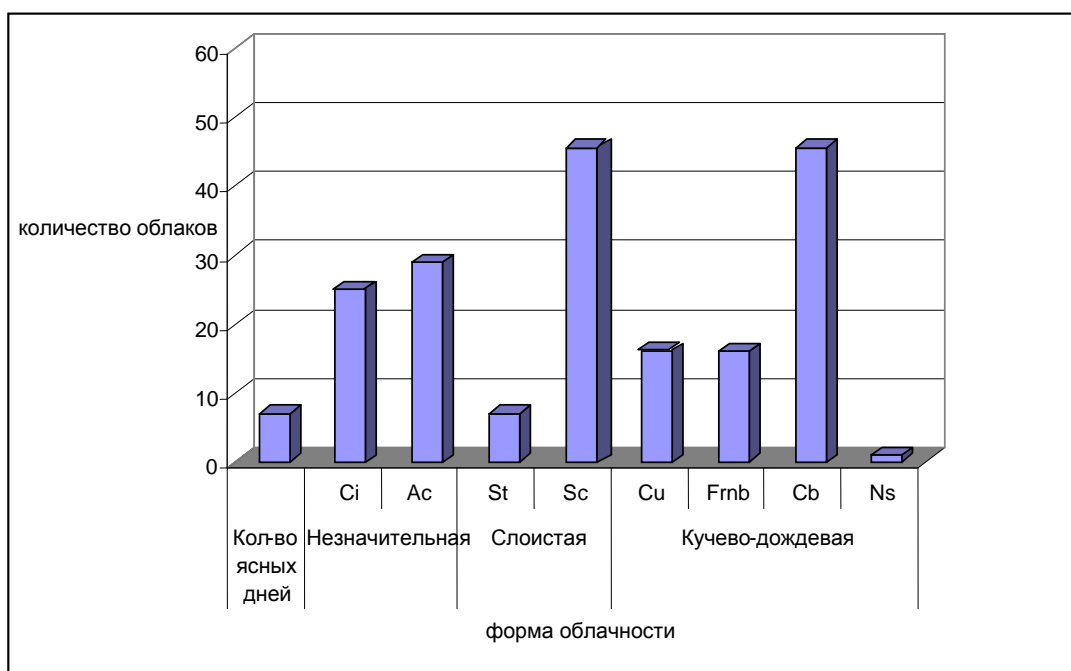


Рис. 3.7. Повторяемость форм облачности за теплый период¹⁴

Так, исходя из табл. 3.7 и рис. 3.7 можно сказать, что повторяемость пасмурного неба по нижней облачности уменьшается от 52% в марте до 22% в мае, повторяемость ясного неба уменьшается от 35% в январе до 63% в мае.

Таким образом, летом преобладает ясное (76%) и полужасное (90%) состояние неба, количество же пасмурных дней с 17 до 21 дня в зимние месяцы постепенно к лету уменьшается, в августе не превышает 1 дня. Число же ясных дней резко начинает уменьшаться с сентября месяца (с 19 дней в начале до 4 дней в конце) и в зимние месяцы не превышает 1-2 дня.

Кроме годового хода облачности имеются также и суточные колебания. В холодное полугодие максимальная повторяемость пасмурного неба наблюдается в утренние часы, наименьшая – в вечерние. Такой суточный ход можно объяснить наличием приземных инверсий в ночные и утренние часы и развитием подинверсионной облачности.

В теплый период, когда наибольшее развитие получают конвективные процессы, повторяемость максимальной облачности смещается на дневные часы.

¹⁴ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

Видимость в полете - предельное расстояние, на котором с борта самолета виден реальный объект на окружающем его фоне. Она бывает горизонтальной, вертикальной и наклонной.

Видимость в полете зависит от трех комплексных факторов:

1. Состояния атмосферы;
2. Условий обзора и наблюдения с борта самолета;
3. Состояния зрения наблюдателя.

Ограниченная видимость влияет на обнаружение и опознавание наземных ориентиров. При полете на малой высоте их обнаружение зависит от высоты полета.

При ограниченной видимости дальность обнаружения ориентиров уменьшается.

При полетах в условиях дымки, плотность которой обычно более значительна у земной поверхности, возможности наблюдения за наземными ориентирами с небольшой высоты более ограниченные .

Видимость в полете будет определяться только состоянием атмосферы. В устойчивых воздушных массах при наличии задерживающих слоев видимость хуже, чем в неустойчивых воздушных массах, особенно под слоями инверсии и изотермии.

Неустойчивые воздушные массы характеризуются большой прозрачностью атмосферы и лучшей видимостью в полете по сравнению с устойчивыми воздушными массами.

Состояние атмосферы характеризуется и наличием в ней таких метеорологических явлений, как осадки, дымка, туман, мгла, пыльная буря, дым и т. п.

Наиболее уменьшение горизонтальной дальности видимости до пределов меньше установленных минимумом для взлета и посадки воздушного судна вызывают туманы [3, с.54].

Туманы – это скопление в воздухе капель воды и кристаллов льда вблизи земной поверхности; при тумане горизонтальная видимость меньше 1 км.

Конденсация водяного пара в пограничном слое атмосферы, вызывающая образование туманов происходит вследствие двух основных процессов: охлаждение воздуха и испарение влаги с подстилающей поверхности или капель дождя.

Если видимость от 1 до 10 км, то это называется дымкой.

Для авиации основная опасность туманов заключается в значительном ухудшении видимости в них. Так, при тумане на аэродроме взлет и особенно посадка затруднены.

Нередко при продолжительных туманах на аэродромах не производится ни одного взлета и посадки самолета. Поэтому, прогнозу туманов в метеоподразделениях уделяется большое внимание.

На рис. 3.8 представлены схемы вертикального распределения температуры и точки росы, характерные для образования, эволюции и рассеяния радиационного тумана.

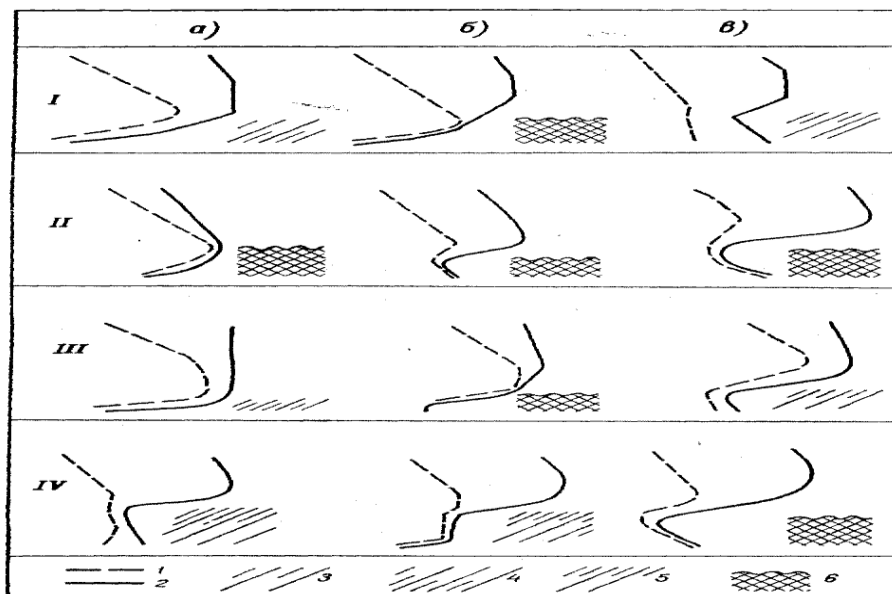


Рис. 3.8. Схемы образования радиационного тумана [14, с.31]

На рис. 3.8 представлены следующие обозначения: а, б, в - стадии формирования дымки и тумана; 1 - кривая вертикального распределения температуры; 2 - то же точки росы; 3 - слабая дымка (вид. 4 км и более); 4 - густая дымка (вид. 2 км и менее) у земной поверхности и слабая наверху; 5 - слабая дымка у земной поверхности и густая наверху; 6 - туман.

Схема I соответствует условиям возникновения радиационного тумана во второй половине ночи или рано утром и рассеяния в первой половине дня. В стадии дымки (а) и в стадии тумана (б) наблюдается мощная приземная инверсия.

Конденсация водяного пара начинается после достижения воздухом насыщения в самом нижнем слое и постепенно распространяется вверх, но верхняя граница дымки и тумана не достигает верхней границы инверсии. Днем вследствие нагревания воздуха и усиления турбулентного обмена происходит разрушение приземной инверсии или ее нижней части и рассеяние тумана (стадия в). При неполном разрушении инверсии под ней может сохраниться дымка.

Схема II отображает условия образования радиационного тумана, когда разность между t и t_d во время захода Солнца у поверхности Земли не более 3° и когда она уменьшается или не изменяется с высотой в слое до 200- 400 м. При этом ветер слабый и незначительно усиливается с высотой.

Туман образуется во всем слое инверсии приземной (ст. а), сохраняется до восхода Солнца. Днем вследствие прогревания воздуха в слое тумана и усиления турбулентного обмена приземная инверсия лишь частично разрушается. При этом туман не рассеивается, но мощность его уменьшается из-за испарения капель в верхней части, где поглощается прямая солнечная радиация (ст. б). После захода Солнца эффективное излучение земной поверхности за счет увеличения эффективного излучения самого тумана уменьшается пропорционально плотности.

Вследствие этого t_e воздуха у поверхности Земли понижается медленней, чем на верхней границе тумана, что приводит к повышению нижней границы инверсии и установлению влажно- адиабатического градиента температуры под ней (ст. в). Благодаря охлаждению подынверсионного слоя воздуха конденсация водяного пара усиливается, мощность тумана возрастает, а инверсия становится более резко выраженной.

Схема III дает представление об условиях образования тумана в случае

приземной инверсии малой мощности, но с большой разностью температур на ее верхней и нижней границах (5-7°). Такие резко выраженные приземные инверсии небольшой мощности формируются при штиле у земной поверхности, скорости ветра 1-2 м/сек до высоты 300-600 м, дефиците точки росы у поверхности Земли больше 3° и при незначительном уменьшении его с высотой перед заходом Солнца.

Схема IV дает представление о возникновении радиационного тумана ночью при таких условиях, когда накануне под слоем приподнятой инверсии вследствие дневного прогрева воздуха наблюдалось рассеяние тумана или низких слоистых облаков [14, с.66].

В табл. 3.8 и рис. 3.9 представлена повторяемость дымки и туман за теплый период 2001-2006 г., которые непосредственно ухудшают горизонтальную дальность видимости.

Таблица 3.8

Повторяемость дымки и тумана¹⁵

Месяц	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Среднее
Туман	3	6	3	9	7	10	6
Дымка	20	21	20	22	17	19	20

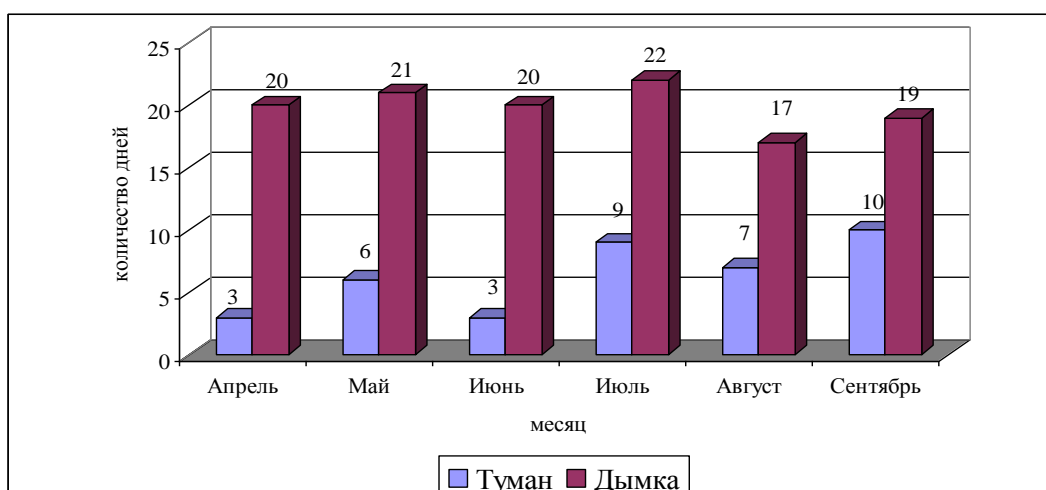


Рис. 3.9. Средняя повторяемость по месяцам за теплый период 2001-2006 гг.¹⁶

¹⁵ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

¹⁶ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

Исходя из данных табл. 3.8 и рис. 3.9, необходимо отметить, что за исследуемый период значительно чаще наблюдалось явление атмосферная дымка нежели туман. В среднем количество дней с туманом составило - 6, а с дымкой - 20.

Туманы чаще встречаются в июле – сентябре от 9 до 10 дней , а дымка в мае – июле с максимумом - 22 дня, и минимумом в августе - 17 дней.

Количественные характеристики дальности горизонтальной видимости представлены в табл. 3.9 и рис. 3.10.

Таблица 3.9

Количественная характеристика дальности горизонтальной видимости,

км¹⁷

Месяц	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	Среднее
Значение (км.)	7,8	8,3	8,0	8,7	9,0	8,5	8,3

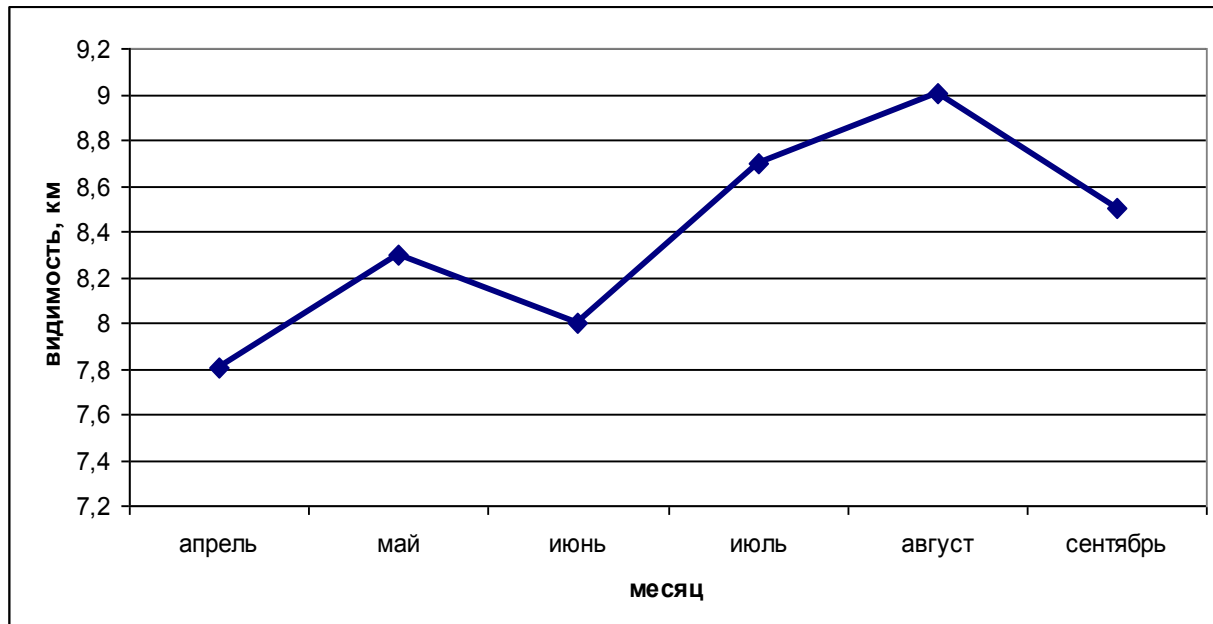


Рис. 3.10. Среднемесячное значение дальности видимости за 2001-2006 гг.¹⁸

Из табл. 3.9 и рис. 3.10 видно, что максимальное ухудшение видимости

¹⁷ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

¹⁸ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

приходится на июль и август (до 9 км). Этому способствовало наибольшая повторяемость дымки и тумана в эти месяцы. Хорошая видимость за весь пятилетний период приходится на апрель, объясняется тем, что в данный месяц наблюдается наименьшая повторяемость тумана.

Для метеорологического обеспечения авиации необходимы надежные методы искусственного рассеивания облаков и туманов, позволяющие создать на определенное время зону улучшенной видимости (рассеять нижнюю часть облаков) и осуществить взлет и посадку самолетов [9, с.87].

Заключение

Санкт-Петербург – важный промышленный, научный и культурный центр России, крупнейший транспортный узел, морской порт. Он расположен на побережье Финского залива в устье реки Невы и на островах ее дельты.

Только в летнее время радиационный режим приобретает важное значение в формировании основных особенностей климата, а в остальные сезоны и особенно зимой главным климатообразующим фактором является атмосферная циркуляция, которая обуславливает неустойчивый, быстроменяющийся тип погоды.

Для авиации, одной из важнейших характеристик облачности является высота её нижней границы над землей. Влияние низкой облачности на полеты обусловлено не только расположением ее на большой высоте, но и сложным строением нижней границы. Особенное большое влияние оказывают на посадку самолетов низкие облака и ограниченная видимость. Посадка в сложных метеорологических условиях требует высоких летных навыков и связана со значительным эмоциональным напряжением экипажа, поэтому многие авиационные происшествия бывают при посадке при условиях плохой видимости и низкой облачности.

Таким образом, из вышеизложенного можно сделать следующие **выводы:**

- вследствие преобладания в течение всего года морских воздушных масс, поступающих с Атлантики, относительная влажность в Санкт – Петербурге и его пригородах во все месяцы высокая – меньшие ее значения не опускаются ниже 75... 80%;
- в течение года осадки выпадают неравномерно: большая часть их (70%) приходится на теплый период года и только 30% - на холодный. В целом за год выпадает 618 мм осадков, при этом более половины жидких;
- отличительной особенностью режима давления в Санкт – Петербурге, как и на всем Северо – Западе Европейской территории России, является

большая изменчивость во времени, особенно в холодный период, что обусловлено интенсивной циркуляционной деятельностью. Причем диапазон изменения атмосферного давления очень широкий – от 953,8гПа до 1064,3гПа.

1. Район аэродрома Пулково относится к районам с умеренным морским климатом;

- особенно летом, свойственно наличие сухой мглы, распространяющейся до больших высот;
- благодаря частому проникновению теплых воздушных масс с Атлантического океана зимы в Санкт – Петербурге, как правило, не суровые, и для широты 60° район Санкт – Петербурга является одним из самых теплых в России. Температура января здесь -8°С;

2. Значительные колебания температуры и давления воздуха вызывают существенные изменения скорости отрыва.

Наибольший перепад температуры по средним значениям наблюдается в период апрель – май (6,6°С). Давление, в среднем, за все месяцы составило 756,8 гПа, а выраженных перепадов давления в течение всего периода не наблюдается.

3. Осадки нередко существенно осложняют деятельность авиации и даже могут быть причиной тяжелых авиационных происшествий. Степень влияния осадков зависит от их вида, интенсивности и температуры воздуха, при которой они выпадают.

За теплый период с 2001 по 2006 гг. среднее количество осадков максимально в июле – достигает 74,8 мм за месяц, а в сентябре минимально – 7,7 мм за месяц.

4. В течение всего периода средняя скорость ветра составляет 3м/с, а средний максимум достигает 13 м/с. Максимальная скорость ветра наблюдается в апреле - мае – 15-20 м/с, а преобладающими направлениями являются южное, юго-западное и западное.

5. Среднее значение относительной влажности за весь период составило

73% . а максимум отмечается в сентябре 79% и минимум - в июле 69%.

6. Максимальная высота нижней границы облачности в среднем за пятилетний период, колеблется от 900 м до 1100 м в июле и августе, а минимум от 700 м до 800 м. в апреле и мае. Из этого следует, что в июле и августе преобладала кучево-дождевая облачность, а в апреле и мае – слоисто-кучевая.

7. Из метеорологических явлений вызывающих ограниченную видимость преобладает атмосферная дымка, которая сопровождается туманом. Максимум дымки приходится на июль (22 дня), минимум – на август (17 дней). а максимум тумана – в сентябре (10 дней), минимум – в апреле и июне (3 дня).

Следовательно, максимальное ухудшение видимости за весь теплый период приходится на июль и август.

Список использованной литературы

1. Афиногеева Л.П., Романова Е.В. Приборы и установки для метеорологических измерений на аэродромах. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 295 с.
2. Баранов А.М., Солонин С.В. Авиационная метеорология: учеб. для вузов. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 252 с.
3. Берлянд М.Е, Воронцов П.А, Красиков П.Н, Никандров В.Я, Петренко Н.В. Туманы. – Л.: Гидрометеиздат, 1961. – 388 с.
4. Богаткин О.Г. Основы авиационной метеорологии. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2009. – 338 с.
5. Богаткин О.Г., Тараканов Г.Г. Учебный авиационный метеорологический атлас. – Л.: Гидрометеоздат, 1990. – 241 с.
6. Богаткин О.Г., Еникеева В.Д. Анализ и прогноз для авиации. – Л.: Гидрометеотздат, 1985. – 231 с.
7. Богаткин О.Г. Авиационные прогнозы погоды. – СПб.: БХВ-ПЕТЕРБУРГ, 2010. – 288 с.
8. Бочарников Н.В., Брылев С.О. Метеорологическое оборудование аэродромов и его эксплуатация. – СПб.: Гидрометеиздат, 2003. – 592 с.
9. Варагушин Ю.В., Петрова М.В. Наставление по метеорологическому обеспечению гражданской авиации России. – М.: Гидрометиздат, 1995. – 160 с.
10. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 616 с.
11. Дашко Н.А. Курс лекций по синоптической метеорологии. – Владивосток: ДВГУ, 2005. – 65 с.
12. Дубровина Л.С. Облака и осадки по данным самолетного зондирования. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 207 с.
13. Дроздов О.А., Васильев В.А. Климатология. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 568 с.

- 14.Зверев А.С. Туманы и их предсказание. – Л.: Гидрометеоиздат, 1954. – 74 с.
- 15.Зверев А.С. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеоиздат, 1968. – 711 с.
- 16.Качурин Л.Г. Методы метеорологических измерений. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 456 с.
- 17.Ковалев В.А. Видимость в атмосфере и ее определение. – Л.: Гидрометеоиздат, 1988. – 217 с.
- 18.Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 751 с.
- 19.Мейсон Б.Дж. Физика облаков. – Л.: Гидрометиздат, 1961. – 315 с.
- 20.Медников В.Н. Динамика полета и пилотирования самолетов. – Монино: ВВА, 1976. – 520 с.
- 21.Петренко Н.В. Прогноз тумана. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. – М.: Гидрометиздат, 1965. – Ч. 2. – 261 с.
- 22.Приходько М.Г. Справочник инженера-синоптика. – Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 327 с.
- 23.Руководство по прогнозированию метеорологических условий авиации. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 301 с.
- 24.Справочник по климату СССР. Вып. 13. Облачность и атмосферные явления. – Л.: Гидрометеоиздат, 1968. – 363 с.
- 25.Тараканова Г.Г., Богаткин О.Г. Авиационные прогнозы погоды: учеб. пособие. – СПб., 2007. – 270 с.
- 26.Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология: учеб. – 4-е изд.: перераб. и доп. – М.: Изд – во МГУ, 1994. – 520 с.