

Я. В. ДРОБЖЕВА О. В. ВОЛОБУЕВА

**ОСОБЕННОСТИ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВИАЦИИ
В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ**

Учебное пособие

Санкт-Петербург
Издательско-полиграфическая ассоциация
высших учебных заведений
2022

УДК 551.509.59(075.8)

ББК 26.237

Д75

Рецензенты:

В. З. Горохольская, кандидат географических наук
(ФГБУ «Башкирское УГМС)

Ю. В. Ефимова, кандидат географических наук
(ФГБОУ ВО «РГГМУ»)

Дробжева Я. В., Волобуева О. В. Особенности метеорологического обеспечения авиации в Арктической зоне: Учебное пособие. — СПб.: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2022. — 76 с.

Учебное пособие предназначено для бакалавров, магистров и аспирантов гидрометеорологических специальностей, занимающихся проблемами «Особенности метеорологического обеспечения экономики в высоких широтах» и «Экономической метеорологии». В пособии представлены результаты статистических исследований по изменению числа возникновения опасных гидрометеорологических явлений и комплексов неблагоприятных метеорологических явлений, нанесших социальные и экономические потери. Особое внимание уделено построению матриц потерь потребителя метеорологической продукции.

Рекомендовано учебно-методическим советом метеорологического факультета РГГМУ от 20.04.2022 № 8.

Подписано в печать 24.05.2022. Формат 60×84/16. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 4,75. Тираж 50. Заказ 77.

Выпущено Издательско-полиграфической ассоциацией
высших учебных заведений
с готового оригинал-макета, предоставленного заказчиком
194021, Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 24, лит. В,
пом. 11-Н № 25, 26.
Тел.: (812) 987-75-26
mediapapir@gmail.com www.mediapapir.com www.mediapapir.ru

© Дробжева Я. В., Волобуева О. В.,
2022

© Издательско-полиграфическая
ассоциация высших учебных
заведений, 2022

ISBN 978-5-91155-148-3

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
Глава 1 АРКТИКА — ОСОБЫЙ РЕГИОН РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	9
Глава 2 ОСОБЕННОСТИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ	15
2.1. Гидрометеорологические особенности Арктического региона	15
2.2. Особенности применения летательных аппаратов в Арктическом регионе	19
Глава 3 МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В АРКТИКЕ НА ПРИМЕРАХ	22
3.1 Особенности метеорологического обеспечения авиации на примере Чукотки	22
3.2 Климатические и метеорологические условия Баренцева моря в районе расположения Штокмановского газоконденсатного месторождения (ШГКМ)	26
3.3 Авиаметобеспечение в Западном секторе Российской Арктики	33
Глава 4 ОСОБЕННОСТИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЁТОВ АВИАЦИИ В АРКТИЧЕСКИХ РАЙОНАХ	38
4.1 Требования для организации воздушного сообщения	40
4.2 Причины, обуславливающие сложные условия погоды для полетов	46
4.3 Основные факторы, определяющие степень сложности метеорологических условий для полетов ..	47
4.4 Повторяемость опасных и неблагоприятных для авиации явлений острова Диксон	52

4.4.1 Причины возникновения опасных и неблагоприятных метеорологических явлений	53
4.5 Специфика полетов воздушных судов в арктических районах	54
ГЛАВА 5 ОСОБЕННОСТИ СЕТИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ	57
5.1 Метеорологическое обеспечение воздушных судов полярной авиации с использованием спутниковых технологий	60
ГЛАВА 6 ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ОСВОЕНИЕ ШЕЛЬФА	67
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	73

ВВЕДЕНИЕ

Российская Арктика - полярная область земли в пределах границ РФ, примыкающая к Северному полюсу и включающая северное побережье Евразии, Северный Ледовитый океан с островами и часть Тихого океана, омывающую Чукотку. Современные границы российской Арктики определены указом президента РФ Владимира Путина "О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации" от 2 мая 2014 года.

Решение основных задач государственной политики Российской Федерации в Арктике осуществляется в рамках стратегического планирования социально-экономического развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности.

Основными национальными интересами Российской Федерации в Арктике являются:

- а) использование Арктической зоны Российской Федерации в качестве стратегической ресурсной базы Российской Федерации, обеспечивающей решение задач социально-экономического развития страны;
- б) сохранение Арктики в качестве зоны мира и сотрудничества;

в) сбережение уникальных экологических систем Арктики;
г) использование Северного морского пути в качестве национальной единой транспортной коммуникации Российской Федерации в Арктике.

Национальные интересы определяют главные цели, основные задачи и стратегические приоритеты государственной политики Российской Федерации в Арктике.

Появление новых задач по освоению российской части Арктики, требуют совершенствования форм и способов гидрометеорологического обеспечения (ГМО).

Гидрометеорологическое обеспечение в Арктическом регионе организуется и осуществляется, в том числе, в целях обеспечения полетов летательных аппаратов, правильной оценки и учета влияния гидрометеорологических условий (ГМУ) в интересах предупреждения об опасных и стихийных гидрометеорологических явлениях (ОЯ и СГЯ).

В границах Арктической зоны установлена сеть воздушных трасс, маршрутов зональной навигации и МВЛ (местные воздушные линии), проходят кроссполярные, трансполярные и трансовосточные транзитные маршруты.

Принятие в 2013 г. «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной

безопасности на период до 2020 года» обусловлено необходимостью более эффективного использования и развития ресурсной базы Российской Арктики, способной в значительной степени обеспечить потребности России в углеводородных, водных биологических ресурсах и других видах стратегического сырья, а также ближнесрочными планами многократного роста объемов грузоперевозок по Северному морскому пути.

Системное представление этих и других факторов отражено, например, Экспертным советом Председателя коллегии Военно-промышленной комиссии РФ в докладе «Приоритеты России в Арктике».

Наряду с привлечением больших материальных и кадровых ресурсов, реализация стратегии требует и надежного обеспечения безопасности со стороны Вооруженных Сил страны. В связи с этим в последние годы растет активность полетов воздушных судов в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ), что всё более актуализирует следующие задачи:

- развитие эффективной системы авиационного обслуживания арктических районов, включая реконструкцию и модернизацию аэропортовой сети вдоль трассы Северного морского пути;

- развитие малой авиации с целью удовлетворения потребностей в воздушных перевозках и обеспечение их доступности в Арктической зоне Российской Федерации;

- формирование современных транспортно-логистических узлов обеспечения магистральных и международных перевозок на базе аэропортов федерального значения и региональных аэропортов малой интенсивности полетов.

Решение поставленных задач невозможно без метеорологического обеспечения.

ГЛАВА 1

АРКТИКА — ОСОБЫЙ РЕГИОН РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Арктика — особый регион Российской Федерации. Под Арктикой будем понимать [5] северную околополюсную область Земного шара, включающую Северный Ледовитый океан, его моря и острова, а также прилегающие участки материков Евразии и Северной Америки. Границы арктического региона России представлены на Рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 - Границы арктического региона Российской Федерации

Площадь арктических территорий России составляет почти 9 млн км².

Более 2,5 млн человек – население Арктической зоны России, это около 40% населения всей Арктики.

9 регионов входят в Арктическую зону России – это 1/5 часть доходов федерального бюджета.

8 государств: Канада, Дания, Финляндия, Исландия, Норвегия, Россия, Швеция и США входят в Арктический совет, в котором с 2021 по 2023 год председательствует Российская Федерация.

В настоящее время в Арктике производится более 10% ВВП страны и более 20% объема общероссийского экспорта. В регионе расположено 90% извлекаемых ресурсов углеводородов всего континентального шельфа России [8].

Под акваторией Северного Морского Пути (СМП) понимается [5] водное пространство, прилегающее к северному побережью России, охватывающее внутренние морские воды, территориальное море, прилежащую зону и исключительную экономическую зону России и ограниченное с востока линией разграничения морских пространств с Соединенными Штатами и параллелью мыса Дежнева в Беринговом проливе, с запада меридианом мыса Желания до архипелага Новая Земля, восточной береговой линией

архипелага Новая Земля и западными границами проливов Маточкин Шар, Карские Ворота, Югорский Шар.

Северный Морской Путь (СМП) – национальная транспортная коммуникация России в Арктике имеет исключительное значение для обеспечения дальнейшего развития экономики северных регионов и государства в целом. Северный морской путь обеспечивает прежде всего функционирование транспортной инфраструктуры в особенно труднодоступных районах архипелагов, островов, морей и побережья Крайнего Севера, центральных районов Восточной и Западной Сибири, связывая в единую систему меридионально расположенные материковые водные пути великих сибирских рек и широтно направленные морские трассы перемещения на запад и восток страны каботажных и экспортных грузопотоков.

Кроме того, Севморпуть - это высокоширотная транзитная арктическая судоходная магистраль, которая может служить альтернативой существующим межконтинентальным транспортным связям между странами Атлантического и Тихоокеанского бассейнов через Суэцкий и Панамский каналы [8].

Обеспечение устойчивого и безопасного функционирования Северного морского пути задача сложная

из-за крайне тяжелых природных условий арктического региона, наличия постоянного ледового покрова в акватории Северного Ледовитого океана, климатических изменений, которые характеризуются максимальной амплитудой и ведут к наиболее серьезным последствиям как для экосистем, так и морской хозяйственной деятельности.

Полярная авиация – специальный вид военно-транспортной и гражданской авиации, предназначенный для обеспечения логистики, пассажирских и специальных перевозок, наблюдательных полётов в полярных районах Северного и Южного полушарий [6]. Со становлением и развитием отечественной полярной авиации связано планомерное изучение и освоение Арктики и Северного морского пути, а также исследования Антарктики. Наблюдаемое изменение климата арктических архипелагов и ледовых условий на трассе СМП происходит в результате ускоренного глобального потепления и изменения климата Арктики, что существенным образом сказывается на требованиях к инфраструктуре региона, виде и характере транспортных задач для полярной авиации. Наиболее яркими индикаторами прошлых и текущих изменений являются температурный режим приземного слоя воздуха, циркуляция атмосферы и состояние ледяного покрова. Это обусловило

изменение требований к транспортным операциям в Арктике, что, в свою очередь, приводит к изменению самой полярной авиации.

Отмечается [16], что потепление Арктики происходит вдвое быстрее, чем в мире в целом, так период 2005-2010 гг. стал самым теплым за всю историю наблюдений (с 1880 г.). Наибольший рост температуры в приземном слое атмосферы отмечен осенью в районах, где морской лед тает к концу лета. Зафиксированы невиданные ранее аномалии в океанических течениях, в том числе большой приток в Северный Ледовитый океан теплых вод из Тихого океана.

Использование полярной авиации при проведении ледовой авиаразведки и технологий дистанционного зондирования Земли позволило составить детальные ледовые карты дрейфа морского льда в Арктике. Данные технологии позволяют наглядно изучить динамику образования ледяного покрова, выработать проектные рекомендации для перспективной авиационной техники, предназначенной для эксплуатации в Арктике, с учётом инфраструктурно-климатических ограничений (ИКО), изменяющейся толщины и площади ледяного покрова. Толщина льда и площадь ледяного покрова являются основными инфраструктурными ограничениями для полярной авиации и самолётов

арктического базирования, т. к. остальные требования к полётам при экстремальных (отрицательных) температурах (например, требования по обледенению, навигации) могут быть удовлетворены за счёт применения дополнительного авиационного и радионавигационного оборудования. Толщина льда и площадь ледяного покрова – динамически изменяемые величины, и анализ изменения ледовой обстановки в Арктике с 1950 позволяет сделать прогноз о практически полном таянии ледовой шапки российского сектора Арктики к 2090.

Контрольные вопросы:

1. Какие области, районы и округа включает арктическая граница Российской Федерации?
2. Что понимается под акваторией Северного Морского Пути?
3. Значение Северного Морского Пути для Российской Федерации.

ГЛАВА 2

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ

Арктика по своим климатоформирующим факторам является уникальным регионом. Она связана с круглогодичным существованием ледяного покрова; наличием полярных дня и ночи; высоким альбедо снежно-ледовой поверхности; критически низкими температурами; внутригодовой изменчивостью облачности с минимумом в темное время года и максимальными значениями в светлый период; преимущественно инверсионной стратификацией атмосферы, блокирующей вертикальный воздухообмен; обогревающим воздействием океана и т.д. [13].

2.1 Гидрометеорологические особенности Арктического региона

Для большинства территорий за полярным кругом характерны следующие гидрометеорологические особенности [7]:

- полярная ночь и полярный день длительностью 3–5 месяцев, оказывающие отрицательное влияние на психику человека;

- северное сияние, магнитные бури и другие геомагнитные параметры [12], нарушающие радиосвязь за счёт помех радиотехническим средствам;

- низкие температуры воздуха во время полярной ночи в сочетании с сильными ветрами создают крайне неблагоприятные условия для проживания и несения службы;

- резкая изменчивость условий погоды во времени и по пространству из-за влияния местных особенностей;

- практическое отсутствие пыли, что обуславливает высокую прозрачность воздуха;

- сильные ветры (до 40 м/с), вызывающие метели и создающие снежные заносы, и ледяные торосы;

- высокая повторяемость инверсий и изотермий, под которыми возникают дымки, туманы и низкая облачность, ухудшающие видимость;

- редкие метеорологическая, аэрологическая и радиолокационная сети;

- малое количество аэродромов и пунктов базирования;

- однообразная заснеженная и ледяная поверхность, крайне бедная ориентирами;

- белая мгла вследствие размытия контраста в атмосфере над большими водными пространствами [5].

Анализ данных наблюдений показывает [7, 8]:

– два периода повышения глобальной приповерхностной температуры воздуха: с 1910 по 1940-е годы и с 1970-х годов, в промежутке между этими периодами температура в целом понижалась;

– ускоренное повышение глобальной приповерхностной температуры воздуха с 1992 по 2005 год и последующее её понижение, приостановленное повышением приповерхностной температуры воздуха в 2010 году;

– усиление потеплений в высоких широтах;

– 2 периода роста температуры воды на поверхности океана с 1860 по 2000 год, разделённые понижением;

– уменьшение средней по бассейну толщины льда на 42 % к середине 1990-х годов относительно среднего значения за 1958–1977 годы, а после 1987 года отмечено сокращение доли многолетних льдов в 2–3 раза и уменьшение всей их толщины в Арктическом бассейне к 2006 году на 23 %, например, на 22–25 сентября 2012 года значение площади, занятой морским льдом, составило 3,37 млн км² ;

– область распространения и время существования снежного покрова и морского льда по всей Арктике значительно уменьшились: площадь арктической суши, покрытой снегом в начале лета, сократилась с 1966 г. на 18%.

Высота снежного покрова уменьшилась в североамериканской части Арктики, но при этом увеличилась на севере России;

- температура вечной мерзлоты повысилась на 2°C, особенно в более холодных районах: южная граница вечной мерзлоты в России в 1970—2005 гг. отступила на 30—80 км к северу, а в канадской провинции Квебек — почти на 130 км за последние 50 лет;

- прогнозируется, что количество осадков в виде снега и дождя увеличится в течение всего года, особенно зимой. При этом предполагается, что арктические территории станут более засушливыми в летнее время. Это связано с тем, что более высокая температура воздуха вызовет большее испарение воды, снег начнет таять раньше, и водный режим изменится.

Причина резкого сокращения количества арктических льдов в конце летнего периода связана с потеплением климата. С развитием потепления произошла перестройка циркуляционной системы с формированием дипольной структуры. При сравнении потепления в Арктике с глобальным потеплением или потеплением в Северном полушарии отмечают его максимальное развитие в Арктике. Этот феномен назван Арктическим усилением.

2.2. Особенности применения летательных аппаратов в Арктическом регионе

Использование авиации в полярных районах в настоящее время определяется Федеральными авиационными правилами полетов в воздушном пространстве Российской Федерации [18] и Федеральными авиационными правилами производства полетов государственной авиации [19].

В соответствии с требованиями этих документов полеты в полярных районах относятся к полетам в особых условиях, организуются и выполняются с учетом физико-географических и метеорологических условий этих районов, а также особенностей самолетовождения в них:

- из-за недостаточности естественных и искусственных ориентиров;
- из-за частых изменений метеорологических условий;
- из-за продолжительности полярного дня (ночи);
- из-за низких температур воздуха.

В осенне-зимний период возможно использование авиации с ледовых и заснеженных аэродромов. К особенностям применения летательных аппаратов с этих аэродромов, а также необорудованных (для использования авиации) территориях относится то, что при посадке и взлете снег может быть поднят в воздух, а это сильно ухудшает

видимость и может привести к потере ориентации в пространстве, что неоднократно являлось причиной авиационных происшествий и авиационных инцидентов.

Поэтому применение авиации в Арктическом регионе возможно только при качественном анализе гидрометеорологической обстановки, анализ которой, особенно в центральных районах Арктики, затруднен из-за недостаточной сети наблюдений.

Перечисленные особенности гидрометеорологического управления в Арктическом регионе свидетельствуют о необходимости максимально полного их учета для эффективного освоения и функционирования авиации в данном регионе [11].

В Арктическом регионе в настоящее время требуется от гидрометеорологического обеспечения более высокий уровень эффективности и по пространственному охвату, и по уровню точности и детальности предоставляемой гидрометеорологической информации.

С учетом опыта работ в Арктике можно сформулировать следующие предложения по совершенствованию метеорологического обеспечения безопасности полетов авиации в западном секторе российской Арктики:

- Увеличение количества первичной метеорологической информации для высокоширотного района «Мурманск—океанический». Этого можно достигнуть, как минимум, двумя способами:

- установка автоматических метеостанций на арктических архипелагах;

- обязательная передача метеоданных со всех гражданских судов и военных кораблей.

- Увеличение оперативного поступления данных дистанционного зондирования атмосферы посредством использования метеорологических спутников и радиолокаторов.

- Обеспечение автоматизированного рабочего места синоптика более точными методами для прогнозирования такого важного метеопараметра, как нижняя граница облачности (НГО) [14].

Контрольные вопросы

1. С чем связана уникальность Арктики?
2. Гидрометеорологические особенности Арктического региона.
3. Особенности самолетовождения в Арктике.

ГЛАВА 3

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В АРКТИКЕ НА ПРИМЕРАХ

Перспектива освоения ресурсов континентального шельфа Арктического региона Российской Федерации осложняется наличием угрозы возникновения нештатных и аварийных ситуаций на объектах хозяйственной деятельности, обусловленных опасными гелиогеофизическими и гидрометеорологическими явлениями (ГМЯ), которые влекут за собой человеческие жертвы и наносят значительный ущерб экономике и имуществу граждан.

3.1 Особенности метеорологического обеспечения авиации на примере Чукотки

Чукотка - огромная, малонаселенная территория (по размеру сопоставимая с Францией и Англией вместе взятыми), с крайне суровыми климатическими условиями и резкой изменчивостью погоды. Изменчивость погоды усугубляет протяженная изрезанная береговая линия. Для Чукотки характерна очень высокая повторяемость опасных явлений погоды: ураганные ветры (Южак) и сильные метели

на побережье, экстремально низкие зимние температуры в центральной части округа, туманы и низкая облачность. Все эти и многие другие особенности необходимо учитывать при проведении мониторинга состояния окружающей среды для организации и проведения метеорологического обеспечения гражданской авиации.

В Северо-Восточном филиале ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета» центральным звеном в обеспечении пользователей воздушного пространства является АМСГ первого разряда Анадырь.

АМСГ «Анадырь» осуществляет организацию работы по сбору, распространение оперативной метеорологической информации (ОРМЕТ) между авиаметеорологическими станциями Чукотского автономного округа, контроль состояния сбора и распространения ОРМЕТ между АМСГ и за прохождением ее в Банк авиационных метеорологических данных Росгидромета.

Основные трудности, с которыми сталкиваются техники связи на АМСГ Анадырь, – это неустойчивая работа сети Интернет, низкая пропускная способность каналов связи и периодическое отсутствие этого вида связи. Помимо контроля качества прохождения метеорологической информации, на

АМСГ Анадырь возложены и другие не менее важные функции:

- составление прогнозов погоды по семи аэродромам Чукотского автономного округа
- зональных прогнозов GAMET по территории центральной и восточной Чукотки;
- подготовка прогностической информации по любой территории в зоне ответственности Северо-Восточного филиала;
- доведение прогностической информации до авиационных пользователей и передача в каналы связи в соответствии с руководящими документами;
- проведение метеорологических консультаций для органов ОрВД;
- организация стажировок вновь принятых синоптиков и студентов, направленных для прохождения практики на АМСГ; участие в проведении оценки компетентности персонала и аттестации на соответствие занимаемой должности;
- участие в составлении технических заданий на разработку новых и усовершенствование существующих методов прогнозов и технологий сбора и передачи оперативной информации;

- участие в испытании и внедрении новых и усовершенствованных методов метеорологических прогнозов погоды, а также новых технологий автоматизированной обработки оперативной информации;

- изучение и внедрение передового отечественного и зарубежного опыта составления метеорологических прогнозов и их доведения до потребителей.

Помимо АМСГ Анадырь, в состав филиала входят две станции второго разряда: АМСГ Певек и АМСГ Кеperвеем, а также АМСГ Марково. Все эти станции находятся за полярным кругом. Особое место в жизнедеятельности Арктики занимает санитарная авиация.



Рисунок 3.1 - Выполнение санитарного рейса
вертолетом Ми-8

Для своевременного обеспечения экипажа санитарной авиации всей необходимой метеорологической информацией привлекаются все сотрудники филиала. Несмотря на крайне сложные погодные условия, оправдываемость авиационных прогнозов на Чукотке составляет 93 %, что близко к средним значениям в системе Росгидромета [15].

3.2 Климатические и метеорологические условия Баренцева моря в районе расположения Штокмановского газоконденсатного месторождения (ШГКМ)

Арктика является регионом с экстремальными гидрометеорологическими условиями.

Опасное природное явление (ОЯ) – гидрометеорологическое или гелиогеофизическое явление, которое по интенсивности развития, продолжительности или моменту возникновения может представлять угрозу жизни или здоровью граждан, а также может наносить значительный материальный ущерб.

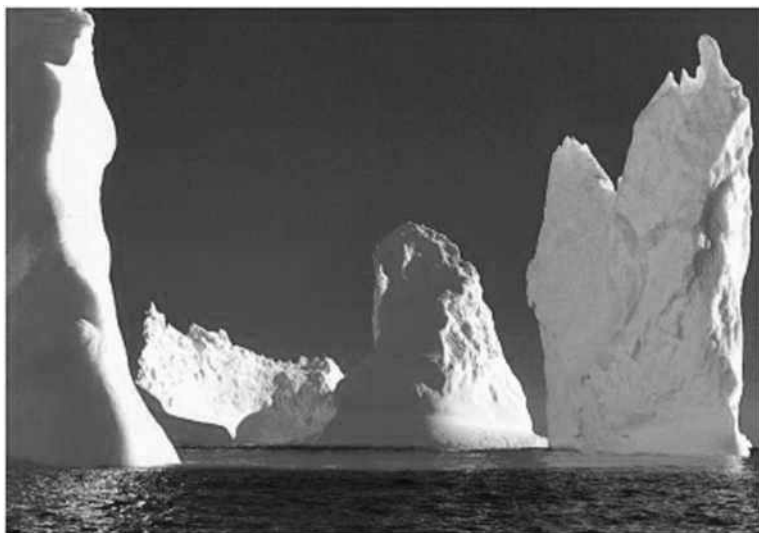


Рисунок 3.2 - Айсберги в районе Штокмановского газоконденсатного месторождения, Баренцево море

Комплекс неблагоприятных метеорологических явлений (КНЯ) – сочетание двух и более одновременно наблюдавшихся неблагоприятных метеорологических явлений, каждое из которых по интенсивности (силе) не достигает критериев ОЯ, но близко к ним; наносит ущерб не меньше размеров, чем ОЯ.

Для примера, в Таблице 1 представлен перечень и критерии ОЯ для района порта Диксона.

Таблица 1

Перечень и критерии ОЯ для района порта Диксона

Метеорологические явления	
Сильный ветер (в т.ч. шквал)	Скорость ветра (включая порывы) 25 м/с и более, на побережьях арктических морей 35 м/с и более
Очень сильный дождь (мокрый снег, дождь со снегом)	Количество осадков 50 мм и более за период не более 12 часов
Сильный ливень (очень сильный ливневый дождь)	Количество осадков не менее 30 мм за период не более 1 часа
Продолжительный сильный дождь	Количество осадков 50 мм за период не более 12 часов
Очень сильный снег	Количество осадков не менее 20 мм за период не более 12 часов
Сильная метель	Общая или низовая метель при средней скорости ветра не менее 15 м/с и видимости менее 500 м продолжительностью не менее 12 часов
Сильный мороз	Минимальная температура приземного воздуха не менее минус 45 градусов, на побережье Арктических морей минус 40 градусов в течение более 3-х суток
Сильный туман	Видимость не более 50 м продолжительностью не менее 12 часов

Комплекс неблагоприятных метеорологических явлений	
Сочетание: ветра и температуры приземного воздуха	Скорость ветра 20 м/с (включая порывы) и температура приземного воздуха минус 25 °С (площадь распространения НЯ 30 % и более)
Морские гидрометеорологические явления	
Сильное волнение	Высота волн: п. Диксон (бухта) –4 м м. Сопочная Карга – 4 м участок о. Диксон – о. Правды – 6,5 м
Штормовой нагон	Уровень начала подтопления пунктов м. Сопочная Карга - 350 см
Штормовой сгон	Критическое понижение уровня –м. Сопочная Карга – 50 см
Раннее появление льда	Устойчивое ледообразование: б. Диксон до 26 сентября; п. Хатанга до 18 сентября. Образование припая: б. Диксон до 3 октября; п. Хатанга до 29 сентября
Сильный ветер	Сильный ветер по акватории Арктических морей не менее 30 м/с (включая порывы)
Сильный туман	Туман с видимостью менее 100 м

Рассмотрим климатические и метеорологические условия Баренцева моря в районе расположения Штокмановского газоконденсатного месторождения [11].

Календарный год в зоне Штокмановского газоконденсатного месторождения делится на четыре сезона: зима (ноябрь–март), весна (апрель–май), лето (июнь–август), осень (сентябрь–октябрь). Зима продолжается около 150 дней и характеризуется длительной полярной ночью, низкими температурами, сильным ветром, метелями и устойчивым снежным покровом. В любой из зимних месяцев могут наблюдаться непродолжительные оттепели.

Весна продолжается около двух месяцев и характеризуется неустойчивой, переменной погодой. В этот период года оттепели сменяются кратковременными сильными морозами, снег начинает таять, но полностью еще не сходит, увеличивается долгота дня. Нередко в течение суток ясная и теплая погода сменяется на холодную шквалистую и обратно.

Лето – короткий период года. Количество солнечной радиации в этот период не меньше, чем в средних широтах, но из-за сплошной облачности и частых туманов прямая солнечная радиация редко достигает земной поверхности. Средняя температура воздуха составляет около +5 °С.

Осень характеризуется переменной погодой: ясные морозные дни сменяются пасмурными днями с дождями и

туманами, сильным ветром. Осадки выпадают в виде дождя и мокрого снега.

В зоне Штокмановского газоконденсатного месторождения полярный день продолжается с 9 мая по 5 августа, а полярная ночь с 18 ноября по 26 января.

Через этот регион в среднем за год проходит 95 циклонов, с которыми в основном бывают связаны резкие изменения погоды. Характер погоды в районе резко меняется в зависимости от местоположения циклонов, направления и скорости их перемещения.

Природно-климатические условия этого региона определяются влиянием Гольфстрима и Североатлантического течения, циклонической деятельностью Атлантики, ледовой обстановкой в Арктике и западной периферией Сибирского антициклона.

Зимой средняя скорость ветра составляет 6 – 12 м/с, а летом порядка 6 – 9 м/с. Усиление ветра происходит, как правило, внезапно, а затем также внезапно прекращается. При этом ветер иногда меняет свое направление на противоположное. С прохождением через район циклонов, отмечается усиление ветра от 15 – 30 м/с, до 45 – 50 м/с. Наибольшая скорость ветра наблюдается зимой при ветре восточных направлений.

Количество пасмурных дней в районе ШГКМ за год составляет около 200. Туманы наблюдаются во все месяцы года, но наибольшее их количество – летом. В течение года осанки выпадают неравномерно. Наименьшее их количество приходится на февраль–апрель, наибольшее – на сентябрь – октябрь. Осадки выпадают преимущественно в виде снега, и лишь в июле – августе в виде дождя. Общее число дней с метелями составляет 100 – 120 в году.

Основным фактором, определяющим степень сложности метеорологических условий в этом регионе, являются низкие облака, ограниченная видимость и обледенение.

В Баренцевом море наблюдаются экстремальные в Арктическом регионе условия обледенения воздушных и морских судов.

Природная среда арктического региона имеет ключевое значение для обеспечения безопасности и эффективности экономической деятельности. Низкие температуры, состояние морского ледяного покрова, оледенение, вечная мерзлота, уязвимость наземных и морских экосистем составляют основные факторы, которые оказывают существенное влияние не только на транспорт, но и на социально-экономический комплекс, энергетику, транспорт, уклад жизни коренного населения.

В последние десятилетия в мире и, особенно, в северных регионах отмечается увеличение повторяемости, интенсивности и продолжительности опасных и экстремальных природных явлений, оказывающих негативное воздействие на население и хозяйственную деятельность. В связи с этим возрастает роль технологий прогнозирования опасных ГМЯ с различной заблаговременностью для включения их в национальные и региональные системы раннего обнаружения и предотвращения стихийных явлений.

3.3 Авиаметобеспечение в Западном секторе Российской Арктики

Северо-Западный филиал ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета» в западном секторе Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ):

- обеспечивает своевременное, профессиональное и качественное предоставление метеорологической информации потребителю с целью повышения безопасности, эффективности и регулярности полетов гражданской и экспериментальной авиации.

- решает задачи по обеспечению летного и диспетчерского состава сведениями о погоде и ее прогнозами по районам аэродромов и по трассам полетов

Рассмотрим метеорологическое обеспечение авиации на примере метеорологических станции гражданских (АМСГ) Северо-Западного филиала ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета» [15].

Мурманская область – один из стратегических центров АЗРФ, сеть метеорологических станций в западном районе российской Арктики представлена на Рисунке 3.3.

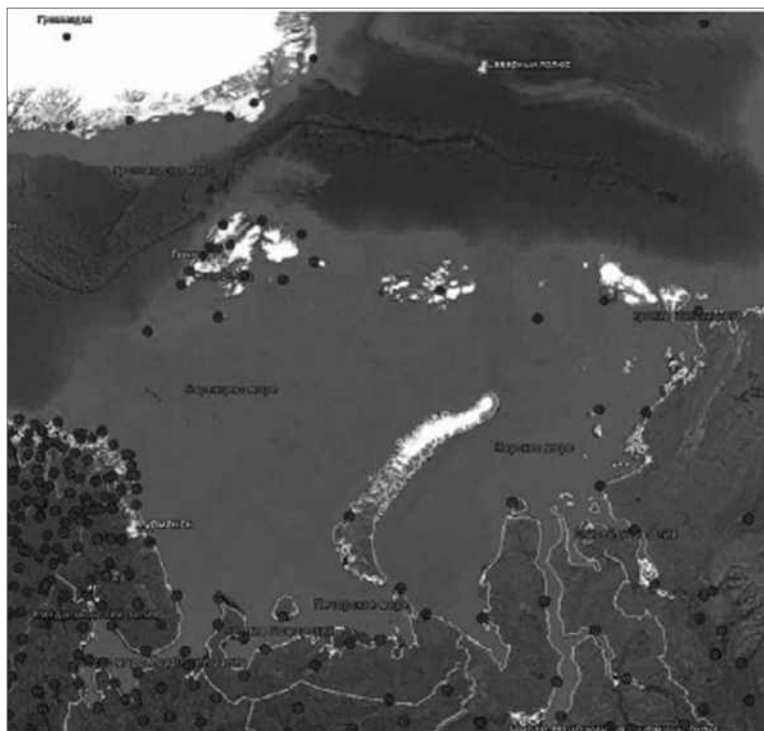


Рисунок 3.3 - Сеть метеорологических станций в западном районе российской Арктики

В этом районе ежегодно осуществляется доставка грузов из Мурманска, Лонгйира (Шпицберген) и аэродрома о. Средний (Северная Земля) к Северному полюсу на сезонную полярную станцию «Барнео» (Рисунок 3.4).

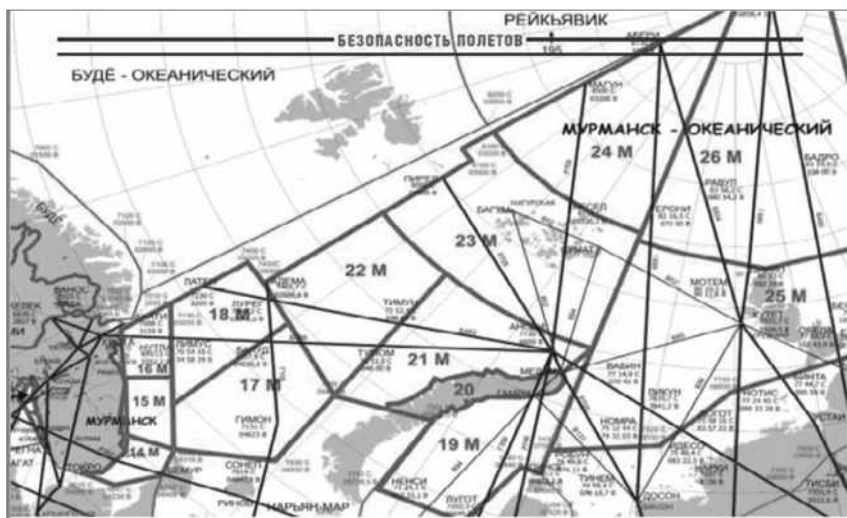


Рисунок 3.4 - Район ответственности «Мурманск-океанический»

На территории Мурманской области находятся две авиационных метеорологических станции гражданских (АМСГ) Северо-Западного филиала ФГБУ «Авиаметтеком Росгидромета»: Мурманск (1 разряда) и Апатиты (4 разряда).

АМСГ расположены в аэропортах, обеспечивающих транспортные потребности этого арктического региона:

- полеты малой авиации для пассажирского сообщения с удаленными районами области;
- доставка туристов на объекты рекреационной инфраструктуры;
- регулярные и чартерные линии, связывающие Мурманск и Апатиты с российскими и зарубежными аэропортами;
- старт экспедиции «Барнео» из аэропорта Мурманска. (Барнео – комплексная высокоширотная арктическая экспедиция, ежегодно в марте-апреле организуемая Экспедиционным центром Русского географического общества. Так же называется дрейфующий ледовый лагерь - база экспедиции в непосредственной близости от Северного полюса);

- обеспечение полетов авиации силовых структур.

Консультации, предоставляемые АМСГ экипажам транспортных самолетов:

- прогностические данные метеорологических параметров в данном районе;
- данные дистанционного зондирования в разных диапазонах;

- фактическая погода на имеющихся ближайших к планируемым работам станциях.

Ввиду того, что в арктических районах полеты воздушных судов выполняются, как правило, без запасных аэродромов, метеорологическая служба, обеспечивающая эти районы, несет особую ответственность за качество предоставляемой информации.

При обеспечении полетов по ПВП (правила визуальных полетов) в арктическом регионе прогнозы погоды по районам полетов составляются на английском языке в формате GAMET. Синоптики осуществляют постоянный контроль прогнозов GAMET и своевременно вносят в них соответствующие коррективы. Вне зависимости от правил полета предоставляется информация в форматах SIGMET, AIRMET, касающаяся данного района.

Контрольные вопросы

1. Особенности метеорологического обеспечения авиации на примере Чукотки.
2. Перечень и критерии ОЯ для района порта Диксона.
3. Авиаметеобеспечение в Западном секторе Российской Арктики

ГЛАВА 4

ОСОБЕННОСТИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЁТОВ АВИАЦИИ В АРКТИЧЕСКИХ РАЙОНАХ

В настоящее время Арктика является перспективным регионом, который активно осваивается, где ведутся работы по поиску и разработке месторождений полезных ископаемых. Также Арктика представляет интерес с точки зрения развития туристической отрасли, поскольку она обладает уникальными флорой, фауной, ландшафтами и специфическим климатом. Все это определяет необходимость развития воздушного сообщения в рассматриваемом регионе.

В арктических районах неопенима роль воздушного транспорта, так как он обеспечивает оперативную доставку пассажиров и грузов в отдалённые, труднодоступные пункты, в том числе выполнение срочных санзаданий по оказанию неотложной медицинской помощи населению районов, а также выполняет аварийно-спасительные работы в максимально короткие сроки. Арктический регион в настоящее время имеет редкую сеть полярных метеорологических станций, из-за чего освещённость метеорологической информацией в данном регионе крайне мала, поэтому определение погодных условий и

распределения параметров атмосферы в арктическом регионе представляется весьма сложной задачей. Тем не менее, её решение представляет значительный интерес для метеорологического обеспечения полётов авиации [2].

Низкая облачность, грозы, туман, шквалистые ветры, сильные осадки, метели, пыльные бури серьезно затрудняют или даже полностью исключают взлет и посадку самолетов и вертолетов. По мере увеличения дальности и скорости полета, а также размеров и массы самолетов метеорологическое обеспечение авиации усложняется. Необходимы сведения о ветре, обледенении, болтанке и облачности по маршруту полета. Развитие технических средств самолетовождения и усовершенствование оборудования аэродромов постепенно ослабляют зависимость авиации от погоды в смысле возможности полета, взлета и посадки. Однако резко возрастают требования к достоверности и точности наблюдения и прогноза таких величин, как высота облачности и дальность видимости, с целью обеспечения полной безопасности и экономической эффективности полетов. Климатические данные о преобладающем направлении ветра, частоте появления туманов, состоянии земной поверхности используются при проектировании и эксплуатации аэродромов. Обеспечение гражданской авиации осуществляют авиаметеорологические

станции, имеющиеся во всех аэропортах нашей страны. Они составляют прогноз погоды на время полета каждого самолета.

Сверхзвуковые самолеты гражданской авиации осуществляют полеты в нижней стратосфере — на высотах до 20 км. В связи с этим требуются сведения о болтанке самолетов, температуре и скорости ветра, которая в области так называемых струйных течений, расположенных чаще всего на высотах от 8 до 15 км, может достигать нескольких сотен километров в час (максимальные значения близки к 700 км/ч).

Рассмотрим климатические и погодные особенности Арктического региона, опасные для авиации явления погоды с наибольшей повторяемостью; специфику выполнения полётов в Арктике и современное состояние метеорологического обеспечения полётов; пути решения задач по повышению качества метеообеспечения полётов авиации в Арктике [2].

4.1 Требования для организации воздушного сообщения

Исходя из требований к метеообеспечению авиации, Росгидрометом, по согласованию с авиационными пользователями, сформирована структура авиационного метеорологического обслуживания, определены аэродромные

органы и органы метеорологического слежения, осуществляющие наблюдения, подготовку и предоставление метеорологической информации авиационным пользователям: органам ОрВД, экипажам воздушных судов, авиакомпаниям, службам аэродрома и др.

Авиационные метеорологические подразделения Росгидромета – это:

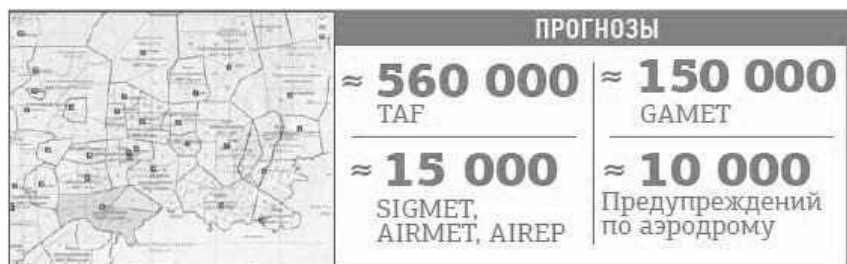
- Более 3500 сотрудников
- 253 АМЦ/АМСГ, из которых:
 - 251- осуществляют наблюдения
 - 123 – выпускают прогнозы по
 - 107 зонам МДП и 20 РПИ

За 2019 год обслужено 1 127 416 самолетовылетов (для сравнения: за 2009 год – 716 796)

Авиационных происшествий или инцидентов, связанных с неудовлетворительным метеорологическим обеспечением, не было уже более 10 лет.

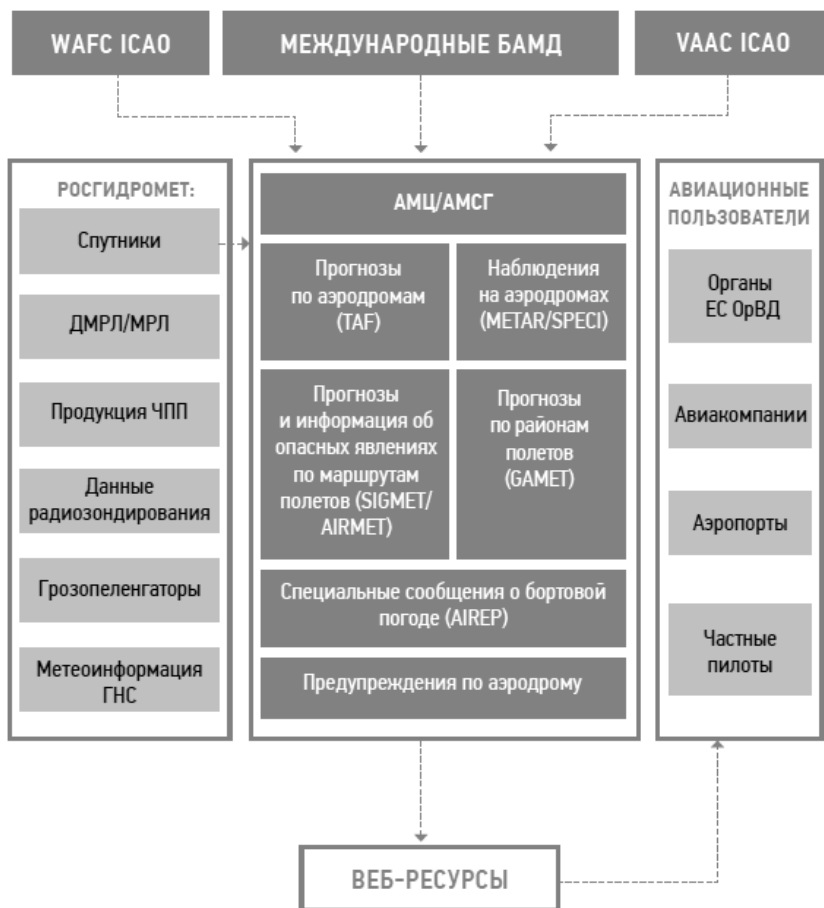
Средняя оправдываемость (успешность) авиационных прогнозов погоды в Российской Федерации составила 94,5 %, что превышает установленные ИКАО пороговые значения [20].

АМЦ/АМСГ производят и предоставляют для авиации более 6 000 000 единиц информации в год:



ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ	
Данные дистанционных измерений: - ДМРЛ/МРЛ - Спутниковые снимки с ИСЗ - Грозопеленгаторы - Профилемеры	Информация о вулканической деятельности Аэродромная климатологическая информация Изображения с погодных видеокамер Бортвая погода

Метеорологическое обслуживание авиации как часть интегрированной системы наблюдений и прогноза Росгидромета



**Предоставление метеорологической информации
экипажам воздушных судов
(полетная документация согласно п. 64 фап-60)**

ОБЯЗАТЕЛЬНАЯ для вручения		ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ для показа	
Фактическая погода METAR/ SPECI	Прогнозы TAF/ TAF AMD	Местные сводки погоды по аэродрому вылета MET REPORT / SPECIAL	Предупреждения о сдвиге ветра и предупреждения по аэродрому вылета
Прогнозы особых явлений погоды (SWH, SWM)	Прогнозы ветра и температуры на высотах (WIND/ TEMP)	Данные искусственных спутников Земли	Информация ДМРЛ / МРЛ (при наличии)
SIGMET / AIRMET / AIREP	Консультативная информация о вулканическом пепле / тропическом циклоне		
Прогнозы GAMET			



ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ:

- консультирование на АМЦ / АМСГ экипажей или представителей авиакомпаний;
- через веб-ресурсы Росгидромета, FTP-сервер, в т.ч. с использованием терминалов брифинга, для самоподготовки экипажа;
- адресно по электронной почте от подразделений Росгидромета.

Для организации воздушного сообщения требуются:

- климатические данные;
- фактическая и прогностическая метеорологическая информация о нескольких десятках метеорологических параметров, в том числе погодных явлений и процессов по району полётов;
- информация о природных явлениях, характеризующих метеорологические условия по маршрутам полетов воздушных судов и аэродромам вылета и посадки, и, в первую очередь, данные об отдельных опасных и неблагоприятных метеорологических явлениях и их комплексах.



Рисунок 4.1 - Аэропорт Анадырь

Особенность полета самолетов в Арктической зоне – полеты выполняются обычно без запасных аэродромов. Метеорологическая служба в этих районах несет особую ответственность за качество метеорологического обеспечения полетов, методов их прогнозирования в районах аэропортов взлёта, посадки и по маршрутам полётов для обеспечения безопасности, регулярности и экономической эффективности выполнения полетов воздушных судов.

4.2 Причины, обуславливающие сложные условия погоды для полетов

В соответствии с имеющимися данными наблюдений в арктических районах в течение всего года наблюдаются сложные для полётов условия погоды, которые обусловлены следующими причинами:

- наличие полярного дня и полярной ночи;
- очень низкие (отрицательные) температуры воздуха в зимний период;
- сильные снегопады (снежные заряды) в переходные сезоны;
- большая повторяемость явлений погоды, ухудшающих или искажающих видимость (белая мгла, низовые метели и др.);

- плохое прохождение радиосвязи и малое количество метеорологической информации по районам полётов (из-за крайне редкой сети метеостанций);

- отсутствие наземных визуальных ориентиров при полётах над акваториями северных арктических морей.

Наиболее важный фактор, влияющий на полёт воздушного судна (ВС) – это ветер.

Целесообразно использовать сильный ветер, если он попутный, а при наличии зоны встречного ветра, наоборот, обойти эту зону, чтобы избежать значительного увеличения продолжительности полета и, соответственно, большего расхода топлива.

4.3 Основные факторы, определяющие степень сложности метеорологических условий для полетов

За счёт географического расположения, в Арктике наблюдается специфический годовой и сезонный ход метеорологических величин, очень короткое лето и продолжительная зима.

Основные факторы, определяющие степень сложности метеорологических условий для полётов:

- низкие облака и ограниченная видимость, которые и составляют в совокупности с ветром и с опасными для

авиации явлениями погоды минимум погоды [1]. При полетах в арктических условиях устанавливаются следующие минимумы: в открытом море видимость не менее 2000 м, высота нижней границы облачности (ВНГО) – не менее 150 м; вблизи береговой линии материка, островов и архипелагов видимость не менее 5000 м при отсутствии стоковых ветров, высота НГО – не менее 200 м;

- туманы и низкая облачность – частое явление, особенно в тёплый период года;

- высокая прозрачность атмосферы обуславливает хорошую видимость. Однако приземные инверсии и скопление под ними мельчайших ледяных кристаллов и капелек воды создают условия для ухудшения видимости в приземном слое атмосферы;

- при низкой температуре в условиях штилевой погоды после взлета самолета на ВПП может образоваться туман, эволюцию которого предсказать практически невозможно.

- облачная пелена, характерная только для арктических районов. Она представляет собой облака толщиной от нескольких метров до нескольких десятков метров. Эта облачная пелена расположена обычно на высоте 30-100 м. При полете в ней отмечают значительное ухудшение видимости и умеренное или сильное обледенение. Для

метеорологического обеспечения безопасности полетов большое значение имеет информация о низких облаках (высотой менее 300 м).

- максимум повторяемости низких облаков летом. Таяние снега и льда летом, увеличение площади разводий в арктических морях приводит к повышению влажности воздуха и, следовательно, увеличение повторяемости низких облаков.

- пространственная изменчивость высоты облаков существенно зависит от синоптической обстановки, особенно при смене внутримассовых облаков фронтальными. Высокая изменчивость нижней границы облаков создает значительные затруднения при взлете и в большей степени при посадке ВС.

Следует отметить, что формирование арктического воздуха происходит в высоких широтах зимой практически над всей территорией за Полярным кругом; а летом – преимущественно надо льдами Арктики.

При низкой температуре воздуха довольно высока его сухость (низкая абсолютная влажность), снежная и ледяная подстилающая поверхность обуславливает хорошую видимость в арктическом воздухе. При безоблачной погоде

при ярко-голубом небе можно видеть объекты на большом расстоянии.

В морском арктическом воздухе видимость несколько лучше, чем в континентальном. При отсутствии осадков, тумана и дымки воздух Арктики очень чист и прозрачен. В арктическом воздухе иногда могут возникать локальные области ухудшенной видимости за счет облачности. Туманы образуются в тех местах, где возникают трещины во льдах и появляется открытая вода. Температура водной поверхности всегда выше температуры воздуха, и это приводит к появлению в данном месте тумана испарения. Более обширные области туманов возникают в период полярного дня.

Наличие сложных погодных условий подтверждается данными повторяемости опасных для авиации явлений погоды и сведениями о задержках и отменах авиарейсов по метеоусловиям на а/д «Диксон» в 2013 г. (Таблица 2).

Таблица 2

**Сведения о задержках и отменах рейсов
по метеоусловиям на аэродроме «Диксон»**

Месяц	Отмены	Задержки	Количество прерванных рейсов	Количество опасных явлений								
				Ухудшение ВИД в осадках менее 2000 м (в т.ч. метели)	Ухудшение видимости в дымке, мгле менее 2000 м	Ухудшение видимости в тумане	Ветер (с учетом эксплуатационных минимумов)	Низкая облачность (ниже 200 м)	Переохлаждённые осадки	Гроза	Другие ОЯ	Итого ОЯ
I	1	0	0	35	6	0	12	6	-	0	60	119
II	5	0	0									
III	0	0	0									
IV	2	0	0	16	3	11	15	31	-	0	42	118
V	8	2	0									
VI	3	0	0									
VII	2	0	2	4	15	16	2	23	-	0	26	86
VIII	2	1	0									
IX	6	0	0									
X	2	2	0	19	3	4	9	13	-	0	47	95
XI	3	0	0									
XII	11	2	0									

Дни с осадками и дымкой в восточном секторе Арктики составили в среднем 36%. Меньше всего снегопадов и дождей встречается в июле (16%) и в сентябре (15%). Продолжительность туманов 4-9 ч составляет 83%. Плотные туманы (видимостью менее 200 м) отмечаются довольно редко. В 81% случаев видимость в туманах составляет 400 – 1000 м.

Таким образом, за счёт географического расположения в Арктике наблюдается специфический сезонный и годовой ход метеорологических величин, очень короткое лето и продолжительная зима.

4.4 Повторяемость опасных и неблагоприятных для авиации явлений острова Диксон

В летний период отмечается большая повторяемость опасных и неблагоприятных для авиации явлений:

- низкая облачность;
- туманы, дымки;
- выпадение переохлаждённых осадков.

Средний фон температуры в Арктике в летний период составляет порядка $+4^{\circ}\text{C} \dots +6^{\circ}\text{C}$, в зависимости от прохождения воздушных масс с различными характеристиками. При таких значениях средних температур

высота нулевой изотермы будет мала, соответственно полёты в основном будут проходить в слое с отрицательной температурой, и при выпадении осадков в виде дождя или мороси будет наблюдаться значительное обледенение ВС в подоблачном слое.

В зимний период отмечается большая повторяемость следующих метеорологических явлений:

- сильный ветер;
- метели, снегопады, снежная мгла (ухудшающие видимость);
- низкие температуры (особенно при повышенной влажности).

Продолжительность холодного периода года – с сентября по первую половину июня.

4.4.1 Причины возникновения опасных и неблагоприятных метеорологических явлений

Сильные ветры могут возникать при формировании Сибирского максимума над Центральной Сибирью. При этом воздушные потоки устремляются на север, из-за чего направление ветра становится южным, у побережья арктических морей наблюдается усиление ветра, вызывающее ухудшение видимости за счёт низовой метели.

Низкие температуры при повышенной влажности обуславливают обледенение воздушных судов, а также влияют на работу техники, т.е. при значении $-30...-35^{\circ}\text{C}$, есть ограничения по эксплуатации воздушных судов и наземной аэродромной техники. Над материковыми территориями полуострова Таймыр и другими районами температура может опускаться до $-45...-50^{\circ}\text{C}$ и ниже.

Существенное влияние на формирование местной погоды оказывает тип подстилающей поверхности (на морях – лёд, холодная вода; на суше – тундра, горная местность, зона вечной мерзлоты) и специфика атмосферной циркуляции в данном регионе.

Велико влияние полярных дня и ночи на радиационный баланс и соответственно суточный и годовой ходы метеорологических параметров.

4.5 Специфика полетов воздушных судов в арктических районах

Специфика полётов воздушных судов:

- однообразная и безориентирная местность,
- неустойчивость метеорологической обстановки, низкие температуры, большая повторяемость опасных для авиации явлений погоды;

- наличие полярных дня и ночи – особенность естественного освещения;
- большое магнитное склонение с резким его изменением на малых расстояниях, наличие магнитных аномалий и магнитных бурь;
- неустойчивость распространения радиоволн – плохое прохождение радиосвязи.

Наличие больших пространств над северными морями и Северным ледовитым океаном обуславливает перемещение барических образований с большими скоростями по причине отсутствия значительных горных препятствий, что приводит к быстрой смене погоды.

Большое магнитное склонение в арктических районах обусловлено расположением магнитного полюса в районе Гренландии, севера Канадского архипелага в отличие от расположения истинного географического Северного полюса Земли, за счёт значительного расстояния между этими полюсами магнитное склонение в арктических районах может достигать больших значений порядка 30-40 градусов и более [17].

Контрольные вопросы

1. Требования для организации воздушного сообщения в Арктике.
2. Причины, обуславливающие сложные условия погоды для полетов в Арктике.
3. Основные факторы, определяющие степень сложности метеорологических условий для полетов в Арктике.
4. Специфика полетов воздушных судов в арктических районах.

ГЛАВА 5

ОСОБЕННОСТИ СЕТИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ

Сеть станций слежения за погодой и параметрами атмосферы включает:

- гидрометеорологические станции (ГМС);
- станции аэрологического зондирования атмосферы (АЭ);
- авиационные метеорологические станции (АМСГ);
- радиолокационные станции (РЛС).

Особенности распределения сети станций в арктическом регионе заключаются в следующем:

- чрезвычайно редкая сеть ГМС;
- ещё более редкая сеть АЭ;
- единичные РЛС;
- редкие АМСГ из-за малого количества аэродромов в Арктике (расположены на больших расстояниях друг от друга).

Из-за специфики проведения наблюдений и передачи метеоинформации с гидрометеорологических станций данные поступают только через каждые 3 часа; данные со станций

аэрологического зондирования атмосферы – только 2 раза в сутки.

Очевидно, что имеющихся метеорологических данных явно недостаточно для надёжного прогнозирования метеорологических условий.

Таким образом, необходим учет достоверной фактической и прогностической метеорологической информации при выполнении и планировании авиаперевозок при отсутствии соответствующих средств и методов получения информации о метеорологических условиях, адаптированных к арктическим районам. Поэтому следует уделять особое внимание распределению метеорологических параметров атмосферы и их влиянию на параметры полёта, режимы работы двигателей ВС и другие лётно-технические характеристики с целью выполнения безопасного и комфортного полёта.

При метеорологическом обеспечении полетов в арктических районах также необходимо использовать и тщательно анализировать данные бортовой погоды от экипажей ВС, находящихся в воздухе, а также данные МРЛ и МИСЗ. Кроме того, необходим детальный анализ штормовой информации, поступающей на АМСГ.

Обязательным является изучение и учет местных особенностей возникновения опасных для авиации явлений погоды.

Для повышения качества метеорологического обеспечения полетов ВС в арктическом районе необходима разработка автоматизированного метода определения гидрометеорологических условий в арктическом районе и их влияния на лётно-технические характеристики ВС.

Для определения метеорологических условий и распределения параметров атмосферы в районах, мало освещенных метеоданными, должна решаться в основном путем применения синоптико-статистических методов прогнозирования [10].

Для достижения этого необходимо оценить возможность получения прогностических полей метеорологических величин с помощью мезомасштабной гидродинамической модели атмосферы WRF в арктическом регионе; возможность применения методов физико-статистической интерпретации результатов гидродинамического прогнозирования, разработать методы диагностики и прогнозирования синоптической ситуации; разрабатывать метод вероятностного прогноза тумана и низкой облачности в

летний период; метод оценки эффективности вероятностного прогноза тумана и низкой облачности в арктическом регионе.

5.1 Метеорологическое обеспечение воздушных судов полярной авиации с использованием спутниковых технологий

Как уже было отмечено ранее, Арктика отличается от других регионов нашей страны сложной и весьма неустойчивой метеорологической обстановкой. В связи с этим актуальным становится вопрос о разработке новейшей и совершенной спутниковой системы, предназначенной для гидрометеорологического обеспечения как воздушных, так и морских судов, эксплуатируемых в Арктике [3].

В связи с необходимостью воссоздания и постоянного поддержания соответствующей российской группировки гидрометеорологических спутников, а также модернизации наземного комплекса приема, обработки и распространения данных, в 2006 г. Роскосмос и Росгидромет выступили с предложением создать перспективную космическую систему «Арктика», предназначенную для мониторинга гидрометеорологической и ледовой обстановки в полярных регионах с помощью метеорологических спутников, обращающихся на высокоэллиптических орбитах. Концепция

космической системы «Арктика» была разработана совместными усилиями специалистов Роскосмоса (при активном участии АО «Российские космические системы») и Росгидромета.

3 сентября 2021 года состоялось заседание Государственной комиссии по проведению летных испытаний космических комплексов социально-экономического, научного и коммерческого назначения, на котором принято решение о вводе космического аппарата «Арктика-М» №1 в эксплуатацию.

Созданный по заказу Росгидромета космический аппарат «Арктика-М» №1 является первым в мире гидрометеорологическим спутником, запущенным на высокоэллиптическую орбиту, и предназначен для наблюдения арктического региона выше 60° с.ш., недоступного для наблюдения с геостационарной орбиты. Он позволяет с периодичностью 15-30 мин. получать важнейшие данные о состоянии атмосферы, подстилающей поверхности и околоземного космического пространства по всему огромному пространству Арктики. Международное научное сообщество оценило создание и запуск спутника «Арктика-М» №1 как «пионерский успех мирового уровня» [21].

Установленная на спутнике «Арктика-М» №1 аппаратура ретрансляции метеорологических данных с наблюдательной сети Росгидромета позволит расширить на арктический регион зону покрытия системы сбора данных, которая в настоящее время функционирует через геостационарные космические аппараты «Электро-Л» №3, «Электро-Л» №2, «Луч-5В». Помимо этого, для работы через спутник «Арктика-М» №1 впервые в мире разработана система двухсторонней радиосвязи на частотах 401-403 МГц (линия «вверх»), 1697-1698 МГц (линия «вниз»).

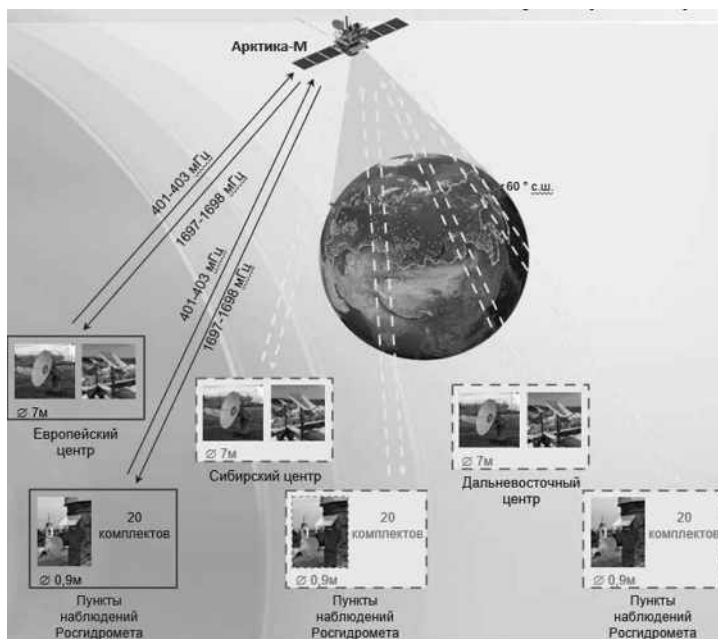


Рисунок 5.1 - Космическая система двухсторонней радиосвязи

Системы сбора данных и двухсторонней радиосвязи созданы, прежде всего, для арктической наблюдательной сети Росгидромета, где оперативной связи либо нет, либо она работает неустойчиво. Внедрение этих систем позволит сократить расходы, связанные с арендой каналов связи, в том числе у спутниковых космических систем, таких как Inmarsat. Прием, обработка, архивация и распространение спутниковых данных с КА «Арктика-М» №1 осуществляются Государственной территориально-распределенной системой космического мониторинга Росгидромета в составе Европейского, Сибирского и Дальневосточного центров ФГБУ «НИЦ «Планета».

В целом, орбитальная группировка «Арктика-М» должна будет состоять из четырех космических аппаратов, что обеспечит непрерывный круглосуточный обзор северной территории Российской Федерации и арктического региона Земли.

Целевые задачи ВГКС Арктика-М:

- Получение и обработка многоспектральных снимков облачности и поверхности Земли в пределах наблюдаемого диска Земли в арктическом регионе, недоступном для наблюдения с геостационарной орбиты, для решения задач:
 - анализа и прогноза погоды;

- анализа и прогноза состояния морей и океанов;
- анализа и прогноза условий для полетов авиации;
- мониторинга климата и глобальных изменений;
- контроля чрезвычайных ситуаций;
- экологического контроля окружающей среды и др.

- Получение и обработка гелиогеофизических данных на высоте орбиты о низкоэнергичных электронах и протонах, о протонах галактического космического излучения, о векторах магнитной индукции.

- Сбор и ретрансляция информации с платформ сбора данных (ПСД), расположенных в арктическом регионе, недоступном для связи через геостационарные спутники.

- Обеспечение двухсторонней радиосвязью между станциями приема данных и гидрометеорологическими пунктами сети наземных платформ сбора данных Росгидромета.

- Ретрансляция сигналов от аварийных радиобуев системы КОСПАС-САРСАТ.

Данные спутника «Арктика-М» №1 дают возможность впервые в мире с высокой периодичностью (15/30 мин.) выпускать для всего арктического региона статические и динамические карты облачности, снега, льда, векторов ветра на различных уровнях атмосферы, проводить мониторинг и

анализ эволюции полярных мезомасштабных циклонов, подготавливать карты микрофизических параметров облачности, таких как оптическая толщина облачности и эффективный радиус частиц, определять температуру и высоту верхней границы облачности, общее содержание водяного пара и озона, детектировать зоны и интенсивность осадков, своевременно определять очаги возгораний, в реальном времени отслеживать распространение дымовых шлейфов.

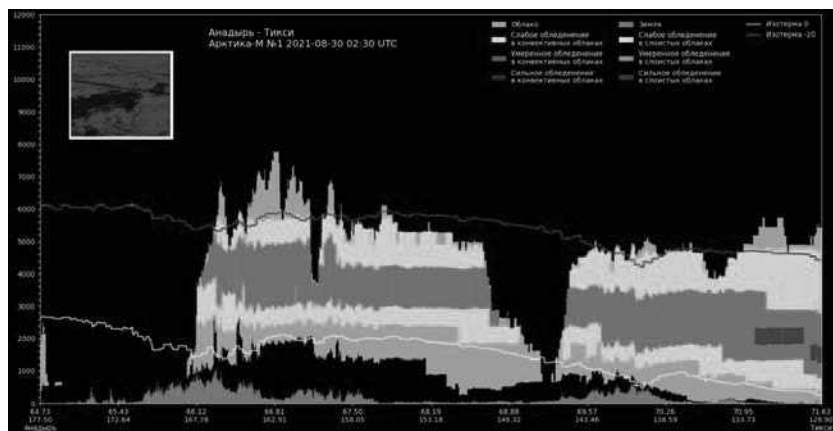


Рисунок 5.2 - Вертикальные разрезы облачности и обледенения по трассе Анадырь – Тикси по данным КА «Арктика-М» №1

С вводом КА «Арктика-М» в эксплуатацию ожидается значительное улучшение качества гидрометеорологического обеспечения воздушных и морских судов, функционирующих в Арктической зоне РФ и, в частности, – повышение уровня безопасности полетов самолетов и вертолетов отечественной полярной авиации.

Контрольные вопросы

1. Перечислить виды станций слежения за погодой и параметрами атмосферы в Арктике.
2. Особенности распределения сети станций в арктическом регионе.

ГЛАВА 6

ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ОСВОЕНИЕ ШЕЛЬФА

В последние 10-20 лет в Арктике происходят заметные климатические изменения, поэтому стал актуальным вопрос их влияния на деятельность по освоению шельфа.

Существует два основных сценария климатических изменений: циклические изменения и однонаправленный тренд. Не оспаривая ни один из них, отметим, что, по мнению большинства ученых, наиболее вероятен второй сценарий. Циклические изменения климата с периодом, близким к 60 годам, присутствуют в данных наблюдений 20 века и начала 21 века. Поэтому, в случае реализации циклического сценария они будут пригодны для расчетов параметров для проектов 21 века. Данные указанного периода заложены в проектах Приразломного НМ и Штокмановского ГКМ.

Иная ситуация в случае сохранения однонаправленных изменений климата, продолжение наблюдаемого потепления в Арктике. В этом случае следует рассматривать изменения климата как фактор, требующий учета при проектировании долговременных, сложных морских объектов. Это означает, что недропользователи должны оценивать возможные

изменения параметров окружающей среды, необходимых для проектирования, и учитывать их в своих проектах.

Рост средних приземных температур вследствие потепления в той или иной степени скажется на различных компонентах природной среды, при этом изменения ее экстремальных значений оценить достаточно сложно с учетом региональной специфики. Вероятно, усиление ветровой активности, увеличение числа штормов и усложнение погодных условий – рост повторяемости случаев ограниченной видимости, количества облачности будет негативно сказываться на авиационном обеспечении шельфовых объектов. Очень вероятен рост количества оттепелей в холодный период года и опасностей атмосферного и брызгового обледенения.

Очень вероятно повышение летних температур воды, прежде всего в поверхностном слое и на относительно мелководных участках шельфа глубиной несколько десятков метров. Сохранится наблюдаемый рост среднего уровня моря, что будет усиливать эффект штормовых нагонов в прибрежных зонах и воздействие моря на берега. Следует также ожидать некоторое увеличение высот ветровых волн различной обеспеченности, что усилит волновые нагрузки на морские и прибрежные сооружения.

Заметные изменения могут произойти с толщиной льда. Дальнейшее сокращение доли многолетних, наиболее толстых льдов, приведет к абсолютному доминированию однолетних льдов на российском шельфе, что снизит силы воздействия ледяных полей. Рост ветровой активности может усилить торошение в локальных и относительно мелководных районах, но не следует ожидать вследствие этого значительных изменений размеров торосов и стамух. Повышение температуры воздуха и воды будет способствовать уменьшению размеров их монолитной консолидированной части, и, следовательно, некоторому снижению воздействий, которые они оказывают на сооружения. Оценки возможных изменений геометрии айсбергов затруднительны, для этого слишком мало данных.

Еще большую неопределенность содержат оценки долгопериодных трендов интенсивности продуцирования айсбергов выводными ледниками арктических архипелагов. Повышение температуры повлияет на скорость разрушения айсбергов, уменьшит время их жизни. Возможен некоторый рост максимальных скоростей движения ледяных образований, что может увеличивать силу их воздействий на морские объекты.

Существенные изменения ожидаются в сроках начала ледообразования, в продолжительности ледяного периода и сроках таяния льда, включая окончательное очищение акваторий. Будут возникать более благоприятные условия для морских операций, сократится время воздействия льдов на сооружения, что снизит риски возникновения неблагоприятных ситуаций. В среднем облегчится доступ к морским месторождениям российского шельфа.

Повышение уровня моря, рост числа и интенсивности штормов и увеличение продолжительности безледового периода в прибрежной зоне будет способствовать более интенсивному разрушению берегов, сложенных рыхлыми и льдистыми породами, что может угрожать прибрежной инфраструктуре.

Возможно увеличение числа и интенсивности ледовых штормов, когда сильное ветровое волнение развивается в зоне разряженных льдов, состоящей из достаточно крупных обломков льда. Так Печорское море представляет собой зону, где указанные факторы могут сочетаться при сильных продолжительных ветрах северо-западных направлений.

Менее однозначная ситуация с ветроволновыми и другими неледовыми воздействиями. Поэтому, можно рекомендовать недропользователям проводить более

тщательные оценки по учету указанных неблагоприятных тенденций. Целесообразно включить подобные рекомендации в нормативные документы, регламентирующие подготовку данных о параметрах окружающей среды для проектов по освоению арктического шельфа, а также повышать надежность методов расчета прогностических параметров окружающей среды.

В целом ожидаемые изменения будут благоприятствовать деятельности по освоению морских месторождений, включая плавания по трассам Северного морского пути. При этом сохранится потребность в мощных атомных и дизельных ледоколах, поскольку лед на трассах СМП будет присутствовать более половины года, будут возникать экстремальные ледовые явления.

Опыт последнего десятилетия показывает, что совместными усилиями государства и недропользователей проблемы обеспечения гидрометеорологической безопасности в Арктике решаются успешно [4].

Контрольные вопросы

1. Описать сценарии климатических изменений в Арктике.

2. Причины негативного влияния явлений погоды на авиационное обеспечение шельфовых объектов.

3. Последствия сокращения доли многолетних, наиболее толстых льдов в Арктике.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баранов А. М. Авиационная метеорология и метеорологическое обеспечение полётов. – М.: Транспорт, 1993. – 258 с., Астапенко П. Д. Авиационная метеорология. – М.: Транспорт, 1985. – 262 с.

2. В. А. Демчук, Н. О. Моисеева Исследование особенностей метеорологического обеспечения полётов авиации в арктических районах // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации. 2019 г., с. 32-41

3. В.В. Глушко, Н.М. Куприков Полярная авиация: состояние и перспективы развития // Известия ТулГУ. Технические науки. 2020. Вып. 6, С. 110-120

4. Данилов А.И. Арктика: обеспечение гидрометеорологической безопасности освоения /Neftegaz.RU. – 2012. – №11 [Электронный ресурс] URL: <https://magazine.neftgaz.ru/articles/tekhnologii/553355-arktika-obespechenie-gidrometeorologicheskoy-bezopasnosti-osvoeniya/>

5. Дмитриев В. В., Фрумин Г. Т. Экологическое нормирование и устойчивость природных систем [Текст]: учебное пособие / Дмитриев В. В., Фрумин Г. Т. – СПб.: Наука, 2004. – 294 с.

6. Куприков Н.М. Полярная авиация // Большая российская энциклопедия [Электронный ресурс] URL: https://bigenc.ru/technology_and_technique/text/4145182

7. Мазуров Г. И., Нестерук В. Н. Метеорологические условия и полёты вертолётчиков [Текст]: Монография/Мазуров Г. И., Нестерук В. Н. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992 – 254 с.

8. Мазуров Г. И., Акселевич В. И. Если растают льды Северного Ледовитого океана [Текст] / Мазуров Г. И., Акселевич В. И., Дроздов С. А. //Ученые записки ЗапГУ. – 2017. – Т.12– № 3. С. 108–112.

9. Макоско А.А. Гидрометеорологическое обеспечение плавания по трассам Северного морского пути [Текст] / Макоско А.А. //Арктика: экология и экономика. – 2013. – Т.11– № 3. С. 40–49.

10. Моисеева Н. О., Ременсон В. А., Румянцева Е. А. Применение методов синоптической климатологии в автоматизированных системах статистической интерпретации выходной продукции прогностических гидродинамических моделей атмосферы // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета № 44. Научно– теоретический журнал. – СПб.: РГГМУ, 2016. – С. 157-165.

11. Молчанов В.П., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Риски чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне Российской Федерации; МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС(ФЦ), 2011.300 с.: ил. С. 92-94, ISBN 978-5-93970-065-8

12 Морозов В. Н. Математическое моделирование атмосферно-электрических процессов с учётом влияния аэрозольных частиц и радиоактивных веществ [Текст]: Монография/Морозов В. Н. – СПб.: РГГМУ, 2011. – 254 с.

13. Н.Н. Жильцов, В.П. Свиридов, П.И. Малеев Особенности гидрометеорологического обеспечения в Арктическом регионе и возможные пути его совершенствования. Морской вестник, 2018, № 2(66)

14. Н. Моисеева. Авиация в развитии Арктической зоны//Безопасность полетов, 2016, № 4, С. 45-48

15. В. Степанов. Метеорологическое обеспечение полетов авиации в Арктике. // Транспортная стратегия-XXI, 2020, № 45, С. 34-36

16. Цатуров Ю. С., Клепиков А. В. Современное изменение климата Арктики: результаты нового оценочного доклада Арктического Совета [Текст] / Цатуров Ю. С., Клепиков А. В.//Арктика: экология и экономика. – 2012. – Т.8 – № 4. С. 76–81

17. Черный М. А. Самолетовождение/ М. А. Черный, В. И. Кораблин // М.: Транспорт, 1973. – 368 с.

18. Федеральные авиационные правила полетов в воздушном пространстве Российской Федерации: федеральные правила – М.: Воениздат, 2004.– 96 с

19. Федеральные авиационные правила производства полетов государственной авиации – М.: Воениздат, 2004. – 224 с.

20. Сайт ФГБУ «Авиаметтелеком Росгидромета»
[Электронный ресурс] URL:
http://www.aviamettelecom.ru/upload/docs/booklets/amo_rus.pdf

21. Сайт Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет)
[Электронный ресурс] URL:
<https://www.meteorf.gov.ru/press/news/25882/>