



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

Кафедра метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему: «Особенности туманов в г. Магадан»

Исполнитель Татаева Александра Афанасьевна

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель доктор географических наук, профессор

(ученая степень, ученое звание)

Русин Игорь Николаевич

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
заведующий кафедрой

(подпись)

кандидат физико-математических наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Сероухова Ольга Станиславовна

(фамилия, имя, отчество)

« 4 » июня 2022 г.

Санкт-Петербург
2022

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	
1. Образования туманов и их особенности	3
1.1. Атмосферное явление – туман	5
1.2. Виды туманов	6
1.2.1. Туманы испарения	6
1.2.2. Туманы перемешивания	6
1.2.3. Туманы охлаждения	7
1.3. Физические характеристики туманов	10
2. Физико-географическое и климатическое описание г. Магадан	13
2.1 Физико-географическое описание г. Магадан	13
2.1.1 Общее описание Магаданской области	13
2.1.2. Общее описание г. Магадан	15
2.2. Климатическое описание г. Магадан	16
2.2.1. Климат Магаданской области	16
2.2.2 Климат г. Магадан	18
3. Условия образования туманов в г. Магадан	22
3.1. Годовой и суточный ход повторяемости туманов	22
3.2. Характерные синоптические положения для образования туманов	35
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	39
Список используемых источников	41

Введение

Туман является одним из самых опасных атмосферных явлений. В результате образования туманов ухудшается дальность горизонтальной видимости. Вследствие этого происходят трудности при управлении дорожного и водного транспортов, затрудняется работа на строительных площадках. Образование туманов наносит ущерб сельскому хозяйству и различным отраслям экономики.

Туман является особо неблагоприятным атмосферным явлением для авиации, поскольку низкая видимость приводит к тому, что усложняется взлёт и посадка воздушного транспорта.

Туманы локально неоднородны по пространству и времени, поэтому его изучение для каждого пункта представляет собой важную практическую задачу и имеет большое значение для метеорологического обеспечения авиации и многих других отраслей. Поэтому выполненная дипломная работа, посвящённая изучению особенностей туманов в Магадане, является актуальной.

Целью данной работы является изучение особенностей образования туманов в г. Магадан.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить климатическое и физико-географическое описание города Магадан.
2. Определить повторяемость метеорологических условий при образовании туманов.
3. Изучить характерные синоптические положения для образования туманов.

Структура работы состоит из введения, трёх глав, заключения и списка использованной литературы.

В первой главе рассмотрены общие сведения о туманах: физические характеристики и виды туманов;

Во второй главе рассмотрены общие физико-географические и климатические особенности Магадана и Магаданской области;

В третьей главе представлен анализ метеорологических условий образования туманов и примеры синоптических положений, характерных для образования туманов.

1. Образования туманов и их особенности

1.1. Атмосферное явление – туман

Туман – видимый аэрозоль, состоящий из крошечных капель воды или кристаллов льда, взвешенных в воздухе на поверхности Земли или вблизи нее. Туман можно рассматривать как тип низкорасположенных облаков, обычно напоминающих слоистый слой, и на него сильно влияют близлежащие водоемы, рельеф местности и условия ветра. В свою очередь, туман влияет на многие виды человеческой деятельности, такие как судоходство, путешествия и военные действия. Туман появляется, когда водяной пар (вода в газообразной форме) конденсируется. Во время конденсации молекулы водяного пара объединяются, образуя крошечные капельки жидкой воды, которые висят в воздухе. Морской туман, который появляется вблизи водоемов с соленой водой, образуется в результате конденсации водяного пара на частицах соли. Дымка – явление, при котором дальность горизонтальной видимости будет от 1 до 10 км. Также существует понятие мглы, представляющая собой совокупность взвешенных в воздухе твёрдых частиц. Видимость при мгле ухудшается до 10 км и менее. Отличием мглы от тумана и дымки является то, что относительная влажность в ней меньше 80 %. [1]

Выделяют следующие виды туманов, в зависимости от дальности видимости:

А) сильный туман (дальность горизонтальной видимости меньше 50 м)

Б) умеренный туман (дальность горизонтальной видимости - 50- 500 м)

В) слабый туман (дальность горизонтальной видимости - 500- 1000 м)

Наиболее важной характеристикой туманов является их водность, то есть количество сконденсированной влаги в единице объёма воздуха. [1]

1.2. Виды туманов

Туман часто описывается как слоистое облако, лежащее у земли. Туман образуется, когда температура и точка росы воздуха приближаются к одному и тому же значению, либо за счет охлаждения воздуха (вызывая адвекцию, излучение или туман на склоне), либо за счет добавления достаточного количества влаги для повышения точки росы (создавая пар или фронтальный туман). Когда он состоит из кристаллов льда, его называют ледяным туманом.

1.2.1. Туманы испарения

В северных широтах туман испарения образуется, когда водяной пар добавляется к гораздо более холодному воздуху, а затем конденсируется в туман. Обычно его рассматривают как струйки пара, поднимающиеся с поверхности воды. Этот туман наиболее распространен в средних широтах вблизи озер и рек осенью и в начале зимы, когда вода еще теплая и преобладают более холодные воздушные массы. Сильная инверсия ограничивает восходящее перемешивание относительно неглубоким слоем, внутри которого туман собирается и приобретает однородную плотность. В этих условиях видимость часто составляет 300 метров или меньше. [5]

1.2.2. Туманы перемешивания

Перемешивание воздушный масс с разными термогигрометрическими свойствами происходит и в горизонтальном и вертикальном направлениях. При определённых условиях ввиду смешения

масс образуется туман. Процесс перемешивания масс воздуха занимает важную роль в образовании туманов и облачности. Под влиянием этого фактора происходит образование туманов вблизи побережья (если имеется значительный перепад температур между сушей и водной поверхностью) и фронтальные туманы. [1]

1.2.3. Туманы охлаждения

Одна из причин конденсации водяного пара – спад температуры воздуха вблизи земли и в свободной атмосфере. Из-за понижения температуры воздуха образуются интенсивные туманы.[5]

Радиационный туман (наземный или долинный туман). Радиационное охлаждение создает этот тип тумана. При стабильных ночных условиях земля испускает длинноволновое излучение; это охлаждает землю, что вызывает температурную инверсию. В свою очередь, влажный воздух вблизи земли охлаждается до точки росы. В зависимости от влажности грунта влага может испаряться в воздух, повышая точку росы этого стабильного слоя, ускоряя образование радиационного тумана. Радиационный туман обычно возникает при спокойных погодных условиях, когда не более чем легкие ветры перемешивают слои воздуха вблизи поверхности. Сильные ветры обычно смешивают холодный воздух нижнего уровня с сухим воздухом верхнего уровня, тем самым препятствуя тому, чтобы воздух внизу стал достаточно насыщенным, чтобы создать заметный туман. Наличие облаков ночью также может предотвратить образование тумана такого типа, поскольку они уменьшают радиационное охлаждение. Радиационный туман часто образуется поздней осенью и зимними ночами, особенно в более низких районах, потому что холодный и тяжелый воздух движется вниз по склону, собираясь в долинах или других относительно низменных районах.

Соответственно, радиационный туман также называют долинным туманом. Утром радиационный туман обычно рассеивается или "сгорает", когда солнечное тепло нагревает землю и воздух выше температуры точки росы (т.е. температуры, при которой влага в воздухе конденсируется).

Адвективный туман образуется из-за движения влажного воздуха над более холодной поверхностью, и в результате охлаждения приповерхностного воздуха до температуры ниже точки росы, адвективный туман возникает как над водой (например, паровой туман), так и над сушей.

Для образования требуется некоторая скорость ветра, и фактически туман становится гуще и плотнее по мере увеличения скорости ветра, более сильные ветры поднимают влагу в низкослойные облака. Туман может оставаться над водой в течение недели, перемещаясь над сушей в конце дня и обратно над водой на следующее утро. Как правило, существует два сценария, которые способствуют образованию адвекционного тумана: холодная вода, поднимающаяся из глубин на поверхность, охлаждает воздух над ней (т.е. Тихий океан). Тропический воздух, движущийся над холодной землей (т.е. побережье Мексиканского залива). Солнечное излучение обычно не может проникнуть сквозь толщу, чтобы прогреть Землю в достаточной степени, и поэтому требуется ветер, чтобы нагреть поверхность, обращая процесс насыщения вспять. Особенно из-за высокой удельной теплоемкости воды.

Адвективные туманы наблюдаются в разное время суток. В основном они усиливаются в ночное время.

Береговой туман является нередким случаем адвективных туманов. Такой туман образуется в зимний период на суше при ветре с моря. [1]

Туманы восхождения. Этот тип возникает, когда наклонная местность поднимает воздух, адиабатически охлаждая его до точки росы и насыщения. Туман на склоне может рассматриваться либо как слоистое

облако, либо как туман, в зависимости от точки отсчета наблюдателя. Туман, поднимающийся вверх по склону, обычно образуется на более высоких высотах и накапливается вниз, в долины. Этот туман может сохраняться при более высоких скоростях ветра из-за увеличения подъемной силы и адиабатического охлаждения. Восходящие ветры с высокой скоростью узлов обычно приводят к образованию слоистых облаков, а не тумана.

Фронтальный туман. Связанный с фронтальными зонами и фронтальными проходами, этот тип тумана можно разделить на три типа: теплый фронтальный предфронтальный туман; холодный фронтальный постфронтальный туман; и фронтальный туман. Пред- и послефронтальный туман вызывается дождем, попадающим в холодный стабильный воздух, что повышает точку росы. Фронтальный туман может возникать в ряде ситуаций: когда теплые и холодные воздушные массы, каждая из которых близка к насыщению, смешиваются очень слабыми ветрами во фронтальной зоне; когда относительно теплый воздух внезапно охлаждается над влажной землей с прохождением хорошо заметного холодного фронта осадков; и летом в низких широтах, где испарение дождевой воды при фронтальном проходе охлаждает поверхность и вышележащий воздух и добавляет достаточное количество влаги для образования тумана.

Ледяной туман. Ледяной туман состоит из кристаллов льда вместо капель воды и образуется в чрезвычайно холодном арктическом воздухе (-29°C и холоднее). Ледяной туман значительной плотности встречается вблизи населённых пунктов, в чрезвычайно холодном воздухе и там, где при сжигании углеводородного топлива в воздух поступает большое количество водяного пара. Паровые вентиляционные отверстия, выхлопы автомобилей и выхлопные газы реактивных двигателей являются

основными источниками водяного пара, который образует ледяной туман. Сильная инверсия низкого уровня способствует образованию ледяного тумана, задерживая и концентрируя влагу в неглубоком слое.

При прогнозировании тумана важно учитывать следующие характеристики:

- Синоптическая ситуация, время года и климатология станции.
- Термическая (статическая) стабильность воздуха, ожидаемая степень охлаждения и увлажнения воздуха, сила ветра и понижение точки росы.
- Траектория движения воздуха над типами подстилающих поверхностей (например, более холодные поверхности или водоемы).
- Рельеф, топография и характеристики поверхности земли.

Также стоит отметить, что классификация туманов имеет некоторую условность. Чёткая грань между отдельными видами туманов отсутствует. Например, существует такой вид туманов, как адвективно-радиационный. К данному виду относятся туманы, которые образуются как по адвективным, так и по радиационным факторам. Положительная адвекция удельной влажности и адвекция тепла, которые приводят к уменьшению дефицита точки росы, наблюдаются в дневные часы. Однако, появление такого вида туманов связано с полным или неполным прояснением ночью.

Появление адвективных туманов и туманов испарения, как правило, не обходится без радиационного выхолаживания.

Следовательно, при упоминании того или иного вида туманов, подразумевают основную причину, при которых они образуются. [1]

1.3 Физические характеристики туманов

Водность (весовая концентрация) тумана – количество сконденсированной влаги в единице объёма. Величина водности туманов зависит от числа и размеров капель или кристалликов льда в единице объёма. Она изменяется от тысячных долей до 1,5- 2 г/м³. Водность увеличивается с ростом интенсивности тумана (табл. 1.3.1).

Таблица – Водность туманов (г/м³) различной интенсивности при положительных и отрицательных температурах

туман	Т, °С	интенсивность тумана		
		слабый	умеренный	сильный
адвективный	>0	0,02-0,09	0,04-0,18	0,10-0,76
испарения	<0	0,02-0,04	0,05-0,11	0,08-0,37

Водность туманов охлаждения увеличивается с ростом температуры, тогда как водность туманов испарения, напротив, уменьшается при повышении температуры воздуха. Это связано с тем, что при понижении температуры воздуха увеличивается разность температур.

Относительная влажность и агрегатное состояние туманов

По агрегатному состоянию туманы можно классифицировать следующим образом:

- А) капельно - жидкие туманы (состоят из капель воды);
- Б) кристаллические или ледяные туманы (состоят из кристаллов льда);
- В) смешанные туманы (состоят из кристаллов льда и капель воды).

Кристаллические и смешанные туманы образуются лишь при отрицательных температурах. Капельно - жидкие наблюдаются при отрицательных и положительных.

Скорость ветра

Для образования адвективных туманов благоприятны условия, когда ветер умеренный. Для возникновения радиационных туманов скорость ветра вблизи земли должна быть незначительна.

2. Физико-географическое и климатическое описание г. Магадан

2.1 Физико-географическое описание г. Магадан

2.1.1 Общее описание Магаданской области

Магаданская область расположена в северо-восточной части Азиатского материка. Граничит с Камчатским, Хабаровским краями, Якутией и Чукоткой. Это огромная территория с непростым и разнообразным рельефом. Для этой области характерным является сложный комплекс плато, нагорий, разновысотных хребтов, прибрежных равнин и впадин. Главное место в рельефе занимают средневысотные нагорья.

В восточной части протянулось Колымское нагорье, высота до 1903 м. Его вершины большей частью выположены. Часть вершин имеет следы ледниковой обработки. Колымское нагорье включает в себя три крупных, параллельно ориентированных хребта – Конгинский, Омсукчанский и Коркодонский. Высоты этих хребтов уменьшаются к северу до 600 – 800 м. В южной стороне на побережье растянулась цепочка приморских заболоченных впадин (высота 100 – 150 м) с равнинным рельефом.

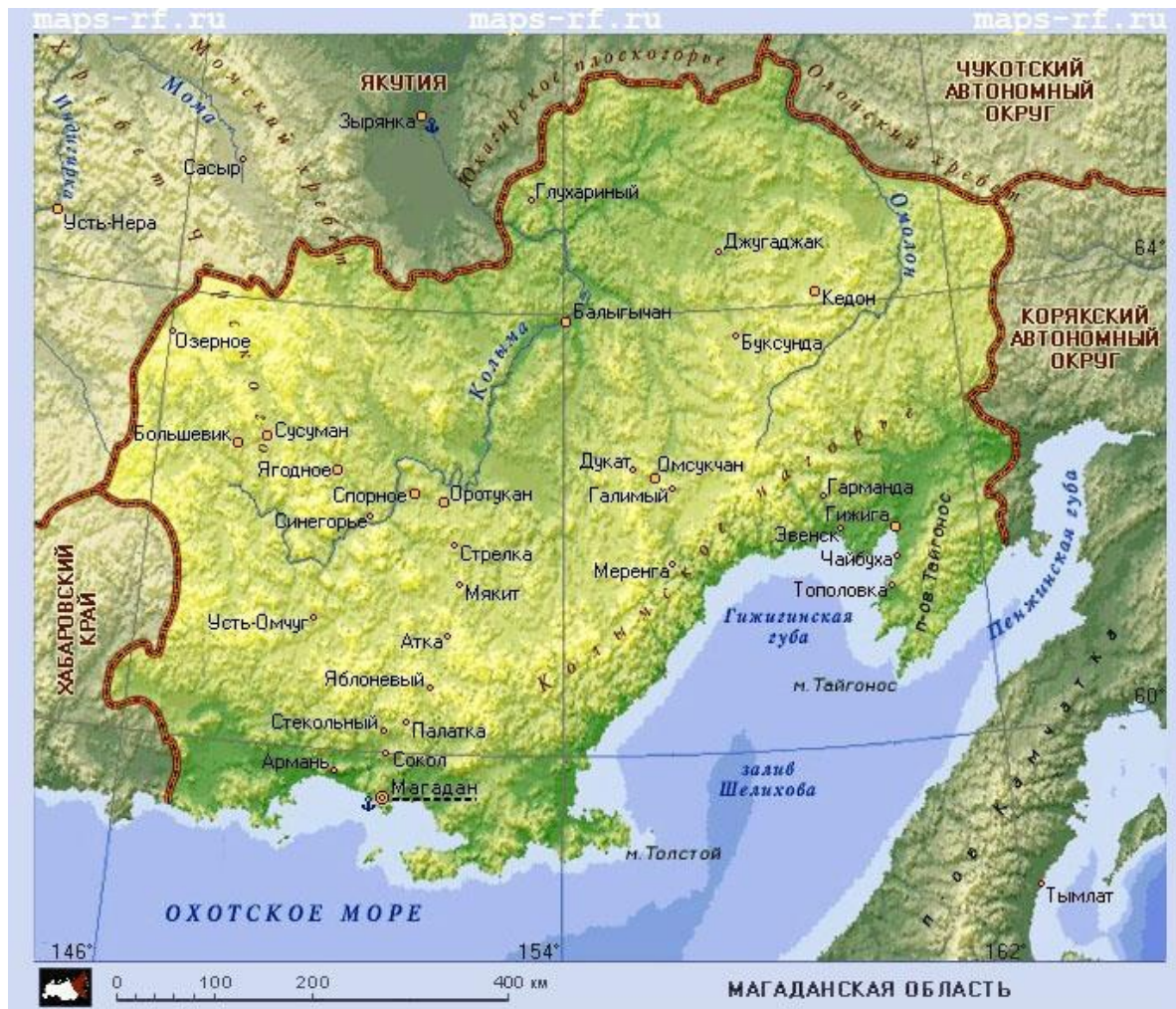


Рисунок 2.1.1.1 - карта Магаданской области

Территория Магаданской области находится в пределах Охотско-Анадырского и Черского сейсмических поясов. Сила землетрясений может достигать до восьми баллов на хребте Черского и до семи баллов вдоль побережных районов. Черский хребет протягивается более чем на 1500 км в западной части региона.

С юго-восточной стороны омывается Охотским морем, входящего в бассейн Тихого океана. В области большое количество рек и озёр. Самой крупной рекой является Колыма, относящаяся к бассейну Северного Ледовитого океана. К её притокам относятся следующие реки: Детрин, Тенька, Омолон, Таскан, Сугой и др.). К бассейну Тихого океана относятся реки Тауй, Армань, Ола, Яма, Гижига и др. Они во многом уступают по

протяжённости притокам Колымы. В основном все реки замерзают осенью, а именно в конце октября-начале ноября.

2.1.2 Общее описание г. Магадан

Магадан стоит на побережье Тауйской губы Охотского моря на перешейке, соединяющем полуостров Старицкого с материком. С запада город омывается водами бухты Нагаева и с востока-бухтой Гертнера.



Рисунок 2.1.2.1- физико-географическое положение г. Магадан

Основная часть города расположена на правом берегу реки Магаданки. Она протекает по перешейку с северо-запада на юго-восток и впадает в бухту Гертнера. Левый берег Магаданки окружают полого

спускающиеся сопки, вершины которых удалены от берега на расстояние 3,5 км, высота вершин- 150-300 м. Правый берег реки окружают склоны сопок высота которой до 705 м, на расстоянии 2,5-3 км к западу от устья реки сопки расступаются, образуя всхолмленную местность, на которой располагается основной городской массив. В сторону бухты Нагаева высота местности понижается. Там располагаются посёлки Нагаево и Марчекан, которые примыкают к городу. С северо-запада к городу снова подступают сопки, ближайшая из них имеет высоту 420 м.

В р. Магаданка впадает р. Каменушка. Северо-восточнее устья р. Магаданки в бухту Гертнера впадает р. Дукча.

2.2. Климатическое описание г. Магадан

2.2.1. Климат Магаданской области

Магаданская область занимает две суровые зоны Крайнего Севера: лесотундру и тундру. Высокий процент влажности, снежная зима и холодное лето свойственны для данной местности. Природные условия для жизни человека нельзя назвать благоприятными.

В прибрежной части Магаданской области климат морской, а на большей части территории-резко континентальный. В основном вся территория области находится в зоне вечной мерзлоты.

Среднегодовые значения температуры воздуха повсеместно отрицательные.

На побережье Охотского моря средние значения температуры -2, -3 °С, в континентальных районах -11, -13 °С.

Зимой преобладают холодные континентальные воздушные массы. В континентальных районах (бассейн реки Колымы) средние температуры января от -32 °С до -35 °С (в отдельные дни -52 °С), абсолютный минимум -60 °С; на побережье-от -19 до -23 °С, абсолютный минимум -45 °С.

Суровость погоды в прибрежной зоне Магаданской области увеличивается из-за сильных ветров, скорость которых может быть выше 40 м/с. Среднее количество дней с метелями в январе варьируется от 15 до 20. Для континентальных районов характерен антициклональный тип погоды.

Снежный покров в среднем устанавливается в середине октября. В исключительные годы может установиться в начале октября. Наибольшей мощности снежный покров достигает к концу января в бассейне среднего течения р. Колыма. Его высота составляет 60-80 см (в некоторых местах до 100 см), на юге и западе области - 40 см. Число дней залегания от 200 до 240. В районах высокогорья активен сход лавин. Разрушение снежного покрова происходит в мае.

Лето в прибрежной части прохладное и влажное, в континентальных районах - короткое и тёплое. Самым тёплым месяцем в прибрежных частях является август (ср. температура 10-12 °С), в континентальных районах - июль (12-15 °С). Днём в бассейне верхнего течения р. Колыма воздух может нагреваться до 30 °С и выше, но не исключены и заморозки до -7 °С. В зоне побережья летом наблюдается наибольшая повторяемость туманов (от 10 до 20 дней), в континентальном районе частым явлением считается гроза (до 10 дней в месяц). Сумма осадков в год варьируется от 600 мм и более на побережье Охотского моря до 350-400 мм в континентальных зонах. Максимальное количество осадков фиксируется в июне-августе, частично в сентябре-октябре. Продолжительность сезонов года отличается в основном из-за увеличения зимнего периода, который в прибрежных районах длится около 6 месяцев, в континентальных районах - 7 месяцев. Весенний период уменьшается до 1,5 и 1 месяца соответственно. Погода в Магаданской области более суровая, чем в районе полюса холода Евразии.

2.2.2 Климат г. Магадан.

Климатические условия в Магадане нельзя назвать благоприятными из-за холодного короткого лета и долгой зимы. Такой климат формируется ввиду близкого расположения Охотского моря, а также под влиянием расположения в северных широтах. Продолжительность сезонов во многом отличается от общепринятой из-за суровости климата. Также стоит отметить, что из-за сложного рельефа в пределах самого города видны значительные различия в климате между Магаданом и близкими населёнными пунктами (Сокол, Уптар).

Большое значение в формировании климата Магадана имеет гидрологический режим бухт, омывающих город.

За начало зимнего периода считают дату, когда среднесуточная температура воздуха устойчиво переходит через 0 °С в сторону отрицательных значений. За окончание зимы принимают дату перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °С в сторону положительных значений. В Магадане зимний период продолжается в среднем 7 месяцев (табл. 2.2.2.1).

Таблица 2.2.2.1 – Среднемесячные температуры воздуха (°С)

Среднее по полю Т	МЕС												
ГОД	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2017	-17,60	-10,80	-3,17	-1,85	2,53	8,53	12,08	12,55	9,47	-2,18	-9,56	-15,58	
2018	-15,28	-11,05	-12,88	-2,87	2,34	8,73	12,43	12,77	8,53	1,02	-7,80	-13,49	
2019	-14,41	-18,12	-11,47	-0,35	4,83	8,89	10,84	13,36	8,90	-0,16	-5,28	-15,92	
2020	-15,19	-15,69	-9,38	-4,97	3,89	9,19	12,62	11,88	8,49	1,59	-10,24	-15,67	
2021	-19,07	-12,94	-13,51	-4,69	1,49	8,62	12,27	12,44	7,44	-2,61	-6,21	-16,36	
2022	-15,68												
Общий итог	-16,31	-13,73	-10,08	-2,95	3,01	8,79	12,05	12,60	8,57	-0,47	-7,82	-15,40	

Особенности зимнего сезона более отчётливо выражаются в декабре, январе и феврале. Начало и конец зимы имеют черты смежных сезонов.

В ноябре происходит значительное понижение температуры воздуха по сравнению с октябрём. В период с ноября по январь среднемесячная температура воздуха понижается, а в феврале и марте она несколько повышается. Зима отличается неустойчивой погодой, отмечаются значительные колебания температуры воздуха. В зимний период отклонения среднемесячной температуры воздуха от нормы наибольшие и в среднем составляют 2,5...2.8 °С.

Зима считается самым ветреным периодом. Средняя скорость ветра за сезон-6, 7 м/с.

Для прибрежных районов характерна небольшая повторяемость штилевой погоды даже при низкой температуре воздуха. В Магадане скорость ветра при температуре ниже -20 °С составляет 4-10 м/с. В некоторые дни превышает 15 м/с. Такая погода чаще всего устанавливается в случае, когда глубокие циклоны проходят в некотором отдалении от северного побережья Охотского моря.

Зима в Магадане малоснежна, за период выпадает часть годовой суммы осадков.

Весенний период начинается с таяния и схода снежного покрова. Средняя суточная температура воздуха повышается до 0 °С. Перестройка барических полей происходит в апреле, поэтому он и считается первым весенним месяцем в Магадане. Однако, по температурным характеристикам апрель относится к переходному месяцу, так как средняя температура ещё отрицательная.

Весной повторяемость сильных ветров становится меньше. В мае средняя непрерывная продолжительность сильного ветра (более 12 м/с) немного меньше по сравнению с зимой. Ветер западного направления становится преобладающим, скорость его невелика по сравнению с восточным и северо-восточным ветрами. Средняя скорость ветра весной – 5 м/с.

В весенний период осадков в 3 раза больше, чем в феврале и марте. В апреле осадки чаще всего выпадают в виде снега, в мае смешанные – твёрдые и жидкие.

За летний период принимается июнь, июль и август. Июнь можно считать за переходный период, так как основные черты летнего сезона несут июль и август, которые мало отличаются друг от друга по своему термическому режиму.

В летний период температура воздуха превышает 5 °С. Переход через 5 °С, как правило, происходит в июне, среднемесячная температура воздуха больше 10 °С устанавливается в июле и августе.

В первой декаде июня возможны заморозки. В июле и в начале августа температура не понижается до 0 °С, но это не исключает сильных заморозков. Они происходят при интенсивном вторжении холодных арктических масс, когда в атмосфере устанавливается устойчивый северный ветер в тылу циклонов, стационарирующих на восточными районами Чукотки и Береговым морем.

Дожди и частые бризы характерны для летнего сезона, их повторяемость увеличивается, если сравнивать с весной. Более тёплая погода наблюдается после прохождения над Охотским морем циклонов, в тыловой части которых дуют северные ветры, приносящие тёплый воздух с континента. В таких случаях температура воздуха поднимается выше 20 °С.

Средняя скорость ветра летом не превышает 3-4 м/с.

По сравнению с весенним периодом почти вдвое увеличивается количество осадков. Они могут быть как обложные, так и ливневые. За одни сутки количество осадков может превышать месячную норму.

Грозы наблюдаются не каждое лето, но за отдельные годы было по 3 грозы в июле и августе. В Магадане они слабые и непродолжительные.

Для летнего сезона характерно высокое влагосодержание воздуха и преобладание пасмурной погоды. Относительная влажность воздуха летом превышает 80 %.

К осеннему периоду относятся сентябрь и октябрь. Первые заморозки наблюдаются в августе, в сентябре их повторяемость увеличивается. В сентябре в основном отмечаются положительные температуры, в октябре происходит постепенный переход от положительных температур к отрицательным. В сентябре часто отмечаются осадки в виде дождя, в октябре – в виде снега. Однако, во второй половине сентября не исключено выпадение снега.

Осенью усиливается ветер, повторяемость штормовой погоды увеличивается. Не характерный для Магадана ветер южного направления усиливается, скорость ветра в среднем – 6 м/с, максимальная 20 м/с. В сентябре возможны метели и град.

В осенний период уменьшается количество облачности. Половину октября могут не наблюдаться облака нижнего яруса.

3. Условия образования туманов в г. Магадан

3.1 . Годовой и суточный ход повторяемости туманов

Годовой ход повторяемости

За период с 2017 по 2021 г. в Магадане было отмечено 291 случаев с туманами, в среднем 58 случаев в год.

По таблице 3.1.1 видно, что наибольшее число дней с туманами наблюдалось в 2021 году. За этот год было зафиксировано 73 дня с туманами, что составляет 25 % от общего числа случаев (рис. 3.1.1). Наименьшее число дней с туманами было в 2020 году – 43 дня (15 %).

Таблица 3.1.1 – Число дней с туманами в г. Магадан за период 2017-2021 гг.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
2017	0	0	0	3	14	5	13	21	10	1	0	0	67
2018	0	0	0	0	12	11	19	12	1	1	0	0	56
2019	0	0	0	1	5	13	21	6	5	1	0	0	52
2020	0	0	0	3	5	14	12	7	0	2	0	0	43
2021	0	0	0	3	13	10	16	20	9	0	2	0	73
всего	0	0	0	10	49	53	81	66	25	5	2	0	291

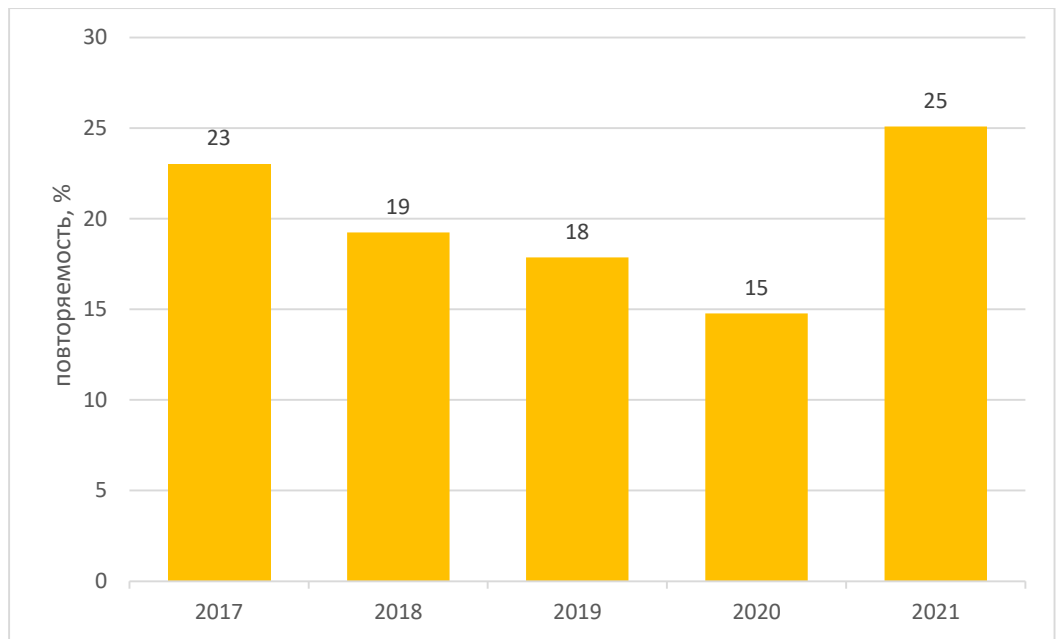


Рисунок 3.1.1 – повторяемость туманов за период 2017-2020 гг.

В соответствии с особенностями образования тумана распределяется и число дней с туманом в течение года. Исходя из данных, представленных на рисунке 3.1.2 можно сказать, что туманы в Магадане имеют чётко выраженный годовой ход. В апреле появляются первые случаи с туманом. Начиная с мая число дней с этим явлением увеличивается, в среднем 10 случаев за месяц. Максимум дней с туманом приходится на летний период, ежегодно отмечается не менее 5 дней с туманом. Наибольшее количество дней с этим явлением приходится на июль и август (в среднем 16 и 13 дней в месяц соответственно). Осенью повторяемость туманов уменьшается, особенно в октябре. За рассматриваемый период в ноябре отмечалось лишь 2 дня с туманами, с декабря по март не было ни одного дня с туманами.

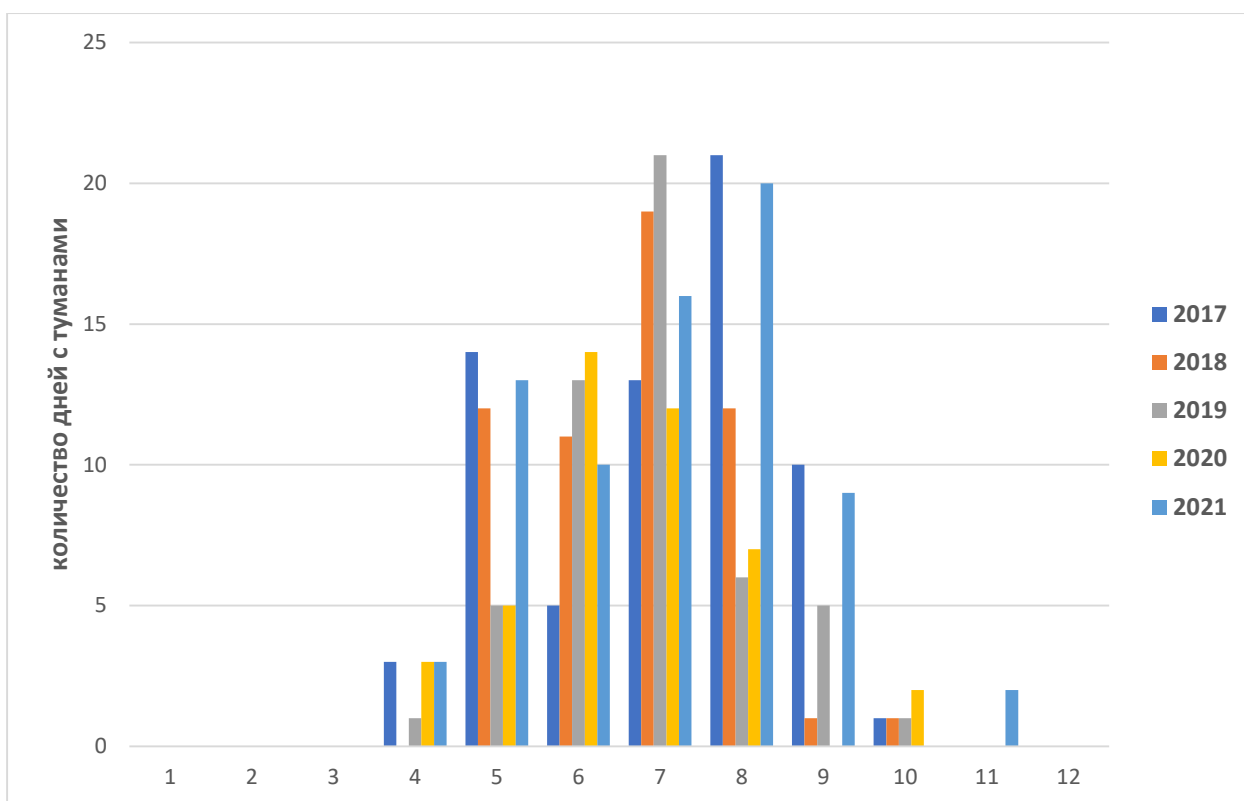


Рисунок 3.1.2 – количество дней с туманами за период 2017-2021 гг.

Суточный ход повторяемости

На рисунке 3.1.3 видно, что туманы имеют хорошо выраженный суточный ход.

В основном туманы образуются в период с 20 до 8 часов утра. С 8 до 11 часов утра происходит рассеивание туманов. Минимум туманов в основном наблюдается после полудня, с 11 до 17 часов.

В летние месяцы туманы рассеиваются быстрее, чем в осенние. Это можно объяснить тем, что в переходные периоды нагрев подстилающей поверхности происходит медленнее, чем в летний период.

В сентябре туманы не наблюдались в период с 11 до 17 часов.

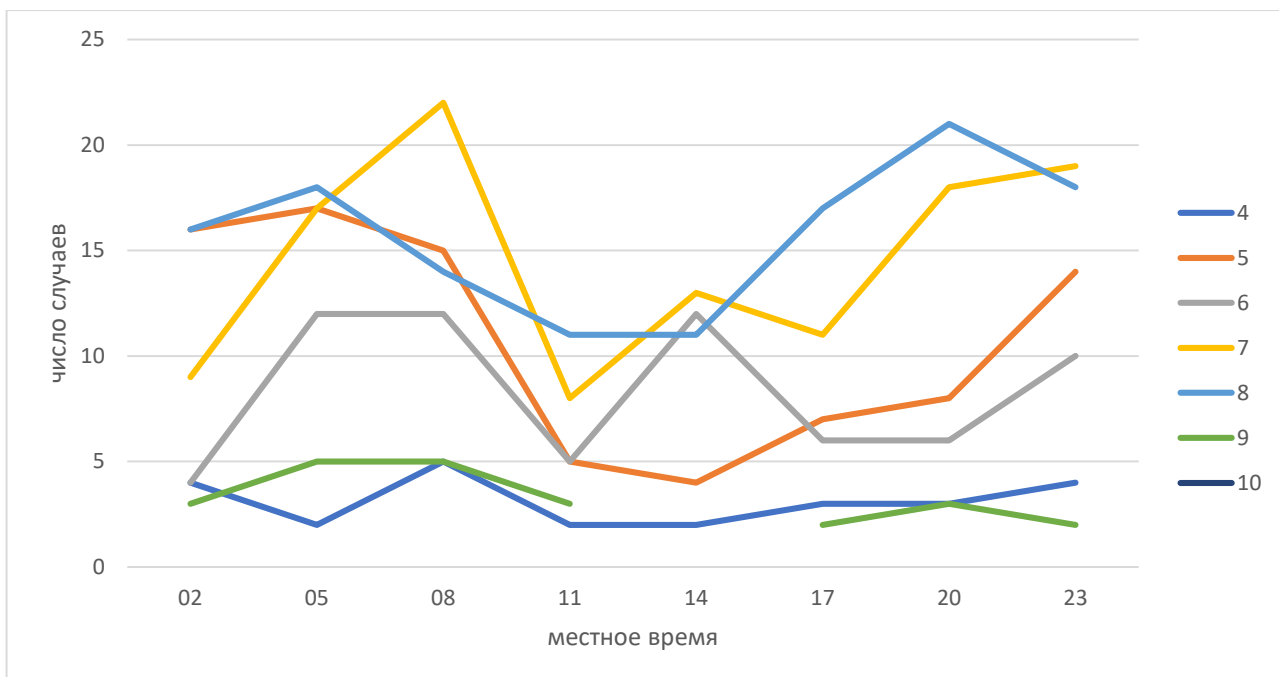


Рисунок 3.1.3 – суточное распределение туманов в г. Магадан в период 2017-2021 гг.

На рисунке 3.1.4 представлены значения повторяемости туманов в разное время суток. Наиболее низкая повторяемость туманов приходится на 11 часов утра (8 %). В 5 и 8 утра повторяемость туманов практически одинакова (около 16 %)

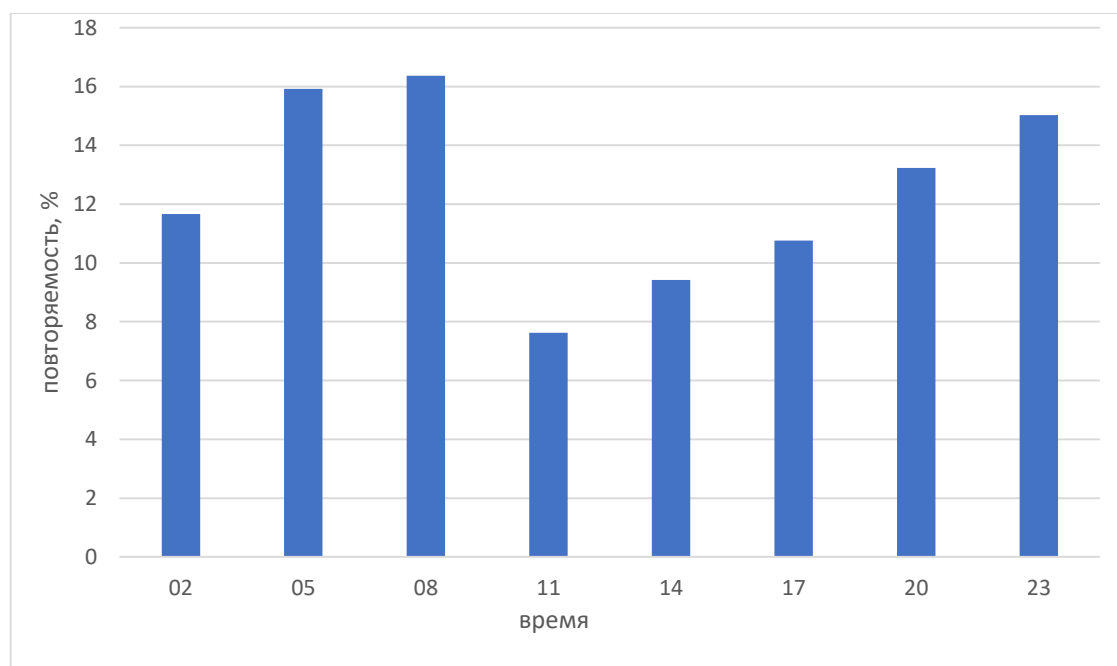


Рисунок 3.1.4 - повторяемость туманов в разное время суток

Таблица 3.1.1 – суммарная продолжительность туманов, ч

год	месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2017	0	0	0	53	82	41	123	225	39	1	0	0	564
2018	0	0	0	0	75	66	159	31	3	2	0	0	336
2019	0	0	0	3	55	67	197	50	17	1	0	0	390
2020	0	0	0	—	22	63	59	30	0	4	0	0	178
2021	0	0	0	27	63	76	153	303	43	0	2	0	667
Средние значения	0	0	0	21	59	63	138	128	20	2	0	0	489

По таблице 3.1.1 видно, что наиболее продолжительные туманы приходятся на июль (в среднем 138 часов). Самые продолжительные туманы наблюдались в 2021 году. В июле этого года туманы наблюдались 303 часа в общей сумме, что составляет 45 %.

Наименее продолжительные туманы приходятся на весенний и осенний периоды.

Рисунок 3.1.5 иллюстрирует данные таблицы 3.1.1

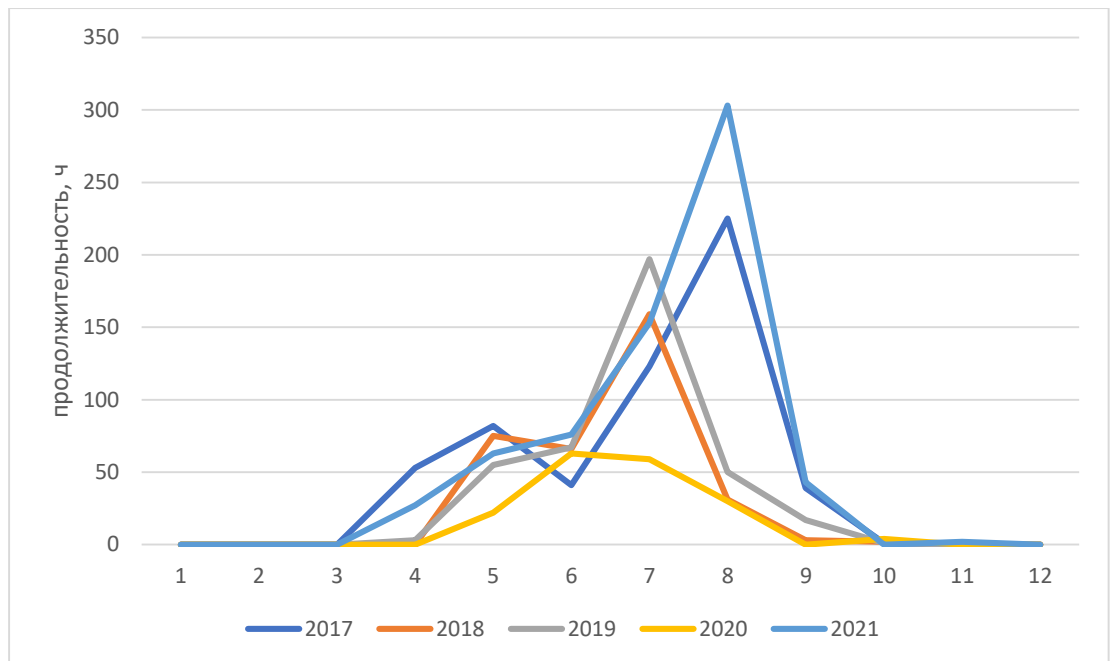


Рисунок 3.1.5 – продолжительность туманов за период 2017-2021

гг.

Горизонтальная видимость

Туманы сильно ухудшают горизонтальную видимость. Последствиями низкой видимости являются: трудности при движении транспорта, прекращение погрузо-разгрузочных работ в морском порту, на строительных площадках города и др.

В летний период горизонтальная дальность видимости составляет 10 км и более, но из-за частых туманов увеличивается повторяемость видимости 1 км и менее. В таблице 3.1.3 представлены данные среднего числа дней с разными градациями видимости.

Таблица 3.1.3 - Среднее число дней с разными градациями видимости за 5

лет

вид тумана и дымки	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ
умеренный туман (50- 500 м)	0	0	0	1,8	6,2	6,4	11,4	9,6	2,8	0,2	0	0	38,4
слабый туман (500- 1000 м)	0	0	0	0,6	4,2	4,2	6	5,8	1,6	0,2	0	0	22,6
сильная дымка (1-2 км)	0	0	0	0	1	0,4	1	1	0,2	0	0	0	3,6
умеренная дымка (2-4 км)	0	0	0	0,4	4	5,4	8,4	5,4	1,8	0,2	0	0	25,6
слабая дымка (4- 10 км)	0	0	0	0,4	4,6	6	9,8	6,6	1,6	0,6	0	0	29,6

Исходя из данных, представленных в данной таблице, можно отметить, что за пятилетний период больше наблюдались умеренные туманы (с горизонтальной видимостью 50 - 500 м). Наибольшее число случаев с этой градацией приходится на июль – 30% (табл. 3.1.3). Слабая дымка также часто наблюдалась, как и умеренный туман. В июле повторяемость слабой дымки составляет 26 % (рис. 3.6)

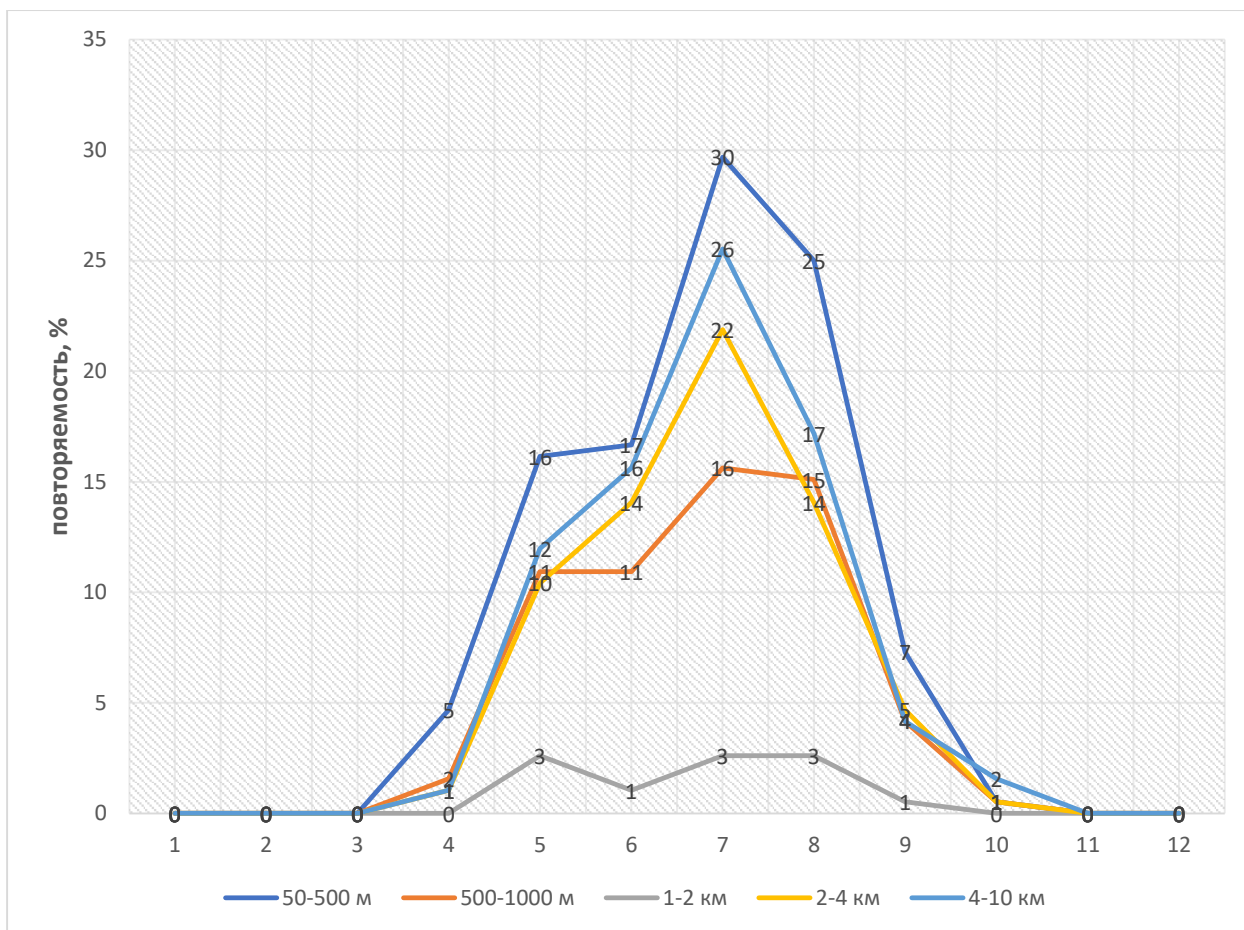


Рисунок 3.1.6 – повторяемость различных видов туманов и дымки

Температура и влажность воздуха при туманах

Температура воздуха оказывает значительное влияние на образование туманов. В основном туманы в Магадане образуются при температуре от -4°C до 14°C (табл. 3.1.4). В апреле туманы наблюдаются лишь при отрицательных температурах. В мае начинается постепенный переход от отрицательных значений к положительным. В этот период туманы образуются при температуре от -3°C до 2°C тепла. В июне туманы наблюдаются при температуре от 3°C до 10°C , в июле от 9°C до 12°C , в августе от 9°C до 14°C .

Таблица 3.2.4 - Повторяемость (%) туманов при различной температуре воздуха

температура	МЕСЯЦ							Общий итог
	4	5	6	7	8	9	10	
-9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
-7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
-6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
-5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
-4	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
-3	1,7	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1
-2	1,5	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5
-1	0,6	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1
0	0,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	3,1
1	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1
2	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1
3	0,0	0,6	1,5	0,0	0,0	0,4	0,0	2,5
4	0,0	0,8	1,1	0,0	0,0	0,4	0,0	2,3
5	0,0	0,2	2,1	0,0	0,0	0,2	0,2	2,7
6	0,0	0,0	2,5	0,4	0,0	0,4	0,0	3,2
7	0,0	0,0	1,9	0,6	0,0	1,0	0,0	3,4
8	0,0	0,0	2,7	2,3	0,4	0,4	0,0	5,7
9	0,0	0,0	2,3	4,8	1,1	0,0	0,2	8,4
10	0,0	0,0	1,0	7,1	1,5	1,3	0,0	10,9
11	0,0	0,0	0,4	7,1	5,2	1,1	0,0	13,7
12	0,0	0,0	0,0	3,1	9,7	0,0	0,0	12,8
13	0,0	0,0	0,0	1,1	6,7	0,2	0,0	8,0
14	0,0	0,0	0,0	1,1	3,1	0,0	0,0	4,2
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,4

Таблица 3.1.5 - Среднемесячные значения температуры воздуха при туманах

ВИДИМОСТЬ	МЕСЯЦ						
	4	5	6	7	8	9	10
0,2	-3,2	-0,6	6,1	9,9	11,6	8,9	0,1
0,5	-2,7	0,0	7,0	10,7	12,2	6,8	4,9

По таблице 3.1.5 видно, что средние минимальные значения температуры воздуха при туманах наблюдаются в апреле (-3,2 °С). Максимальные температуры при туманах наблюдаются в августе (11,9 °С).

Рисунок 3.3 иллюстрирует данные таблицы 3.1.3.

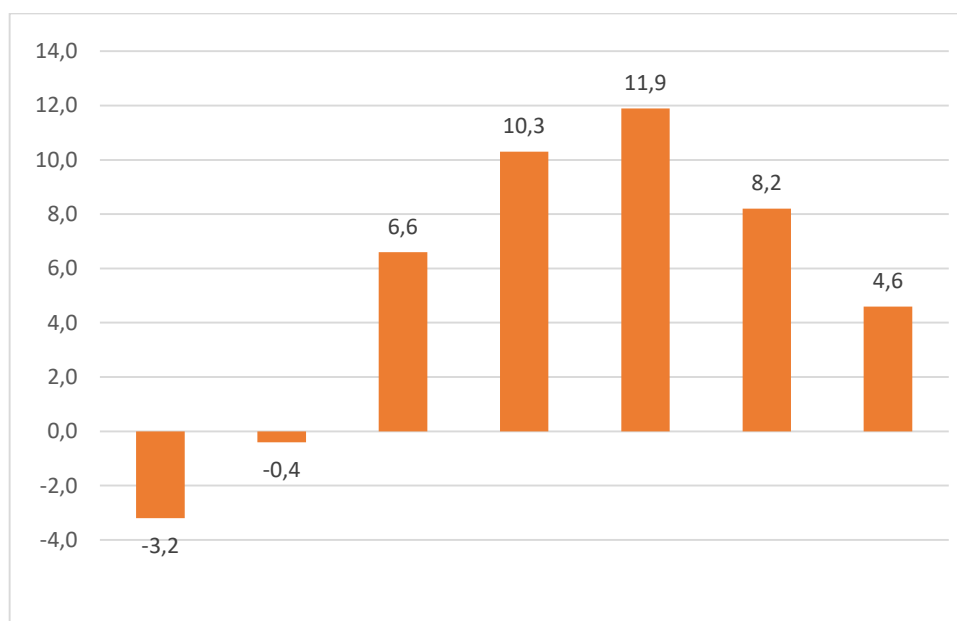


Рисунок 3.7 – средняя температура воздуха при образовании туманов за период 2017-2021 гг.

На рисунке 3.1.8 представлена повторяемость туманов при различных значениях дефицита точки росы. Разность значений между

температурой воздуха и температурой точки росы при умеренных туманах не превышает 2,5 °С. До 41 % всех туманов с видимостью менее 1000 м наблюдались при дефиците точки росы 0-0,1 °С. Значительно меньше туманы наблюдаются при значениях дефицита точки росы, превышающих 1 °С.

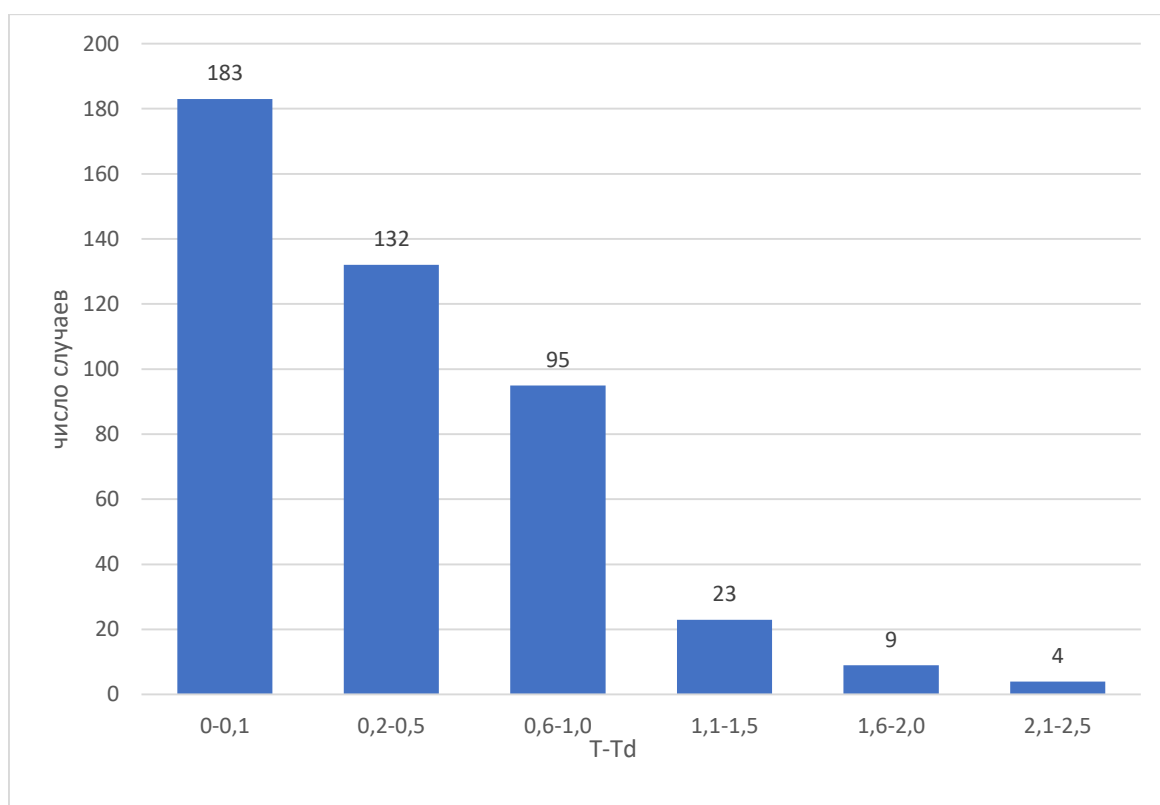


Рисунок 3.1.8 – повторяемость значений T-Td при туманах при видимости менее 1000 м за период 2017 – 2021 гг.

Ветер при туманах

Значительное влияние на образование туманов оказывает ветер. На рисунке 3.1.9 показана роза ветра, построенная на основе данных за пять лет. Она наглядно показывает, что при туманах, когда дальность видимости менее 500 м, преобладает западный ветер. Именно ветер западного направления сопровождается холодными туманами и морозящими осадками.

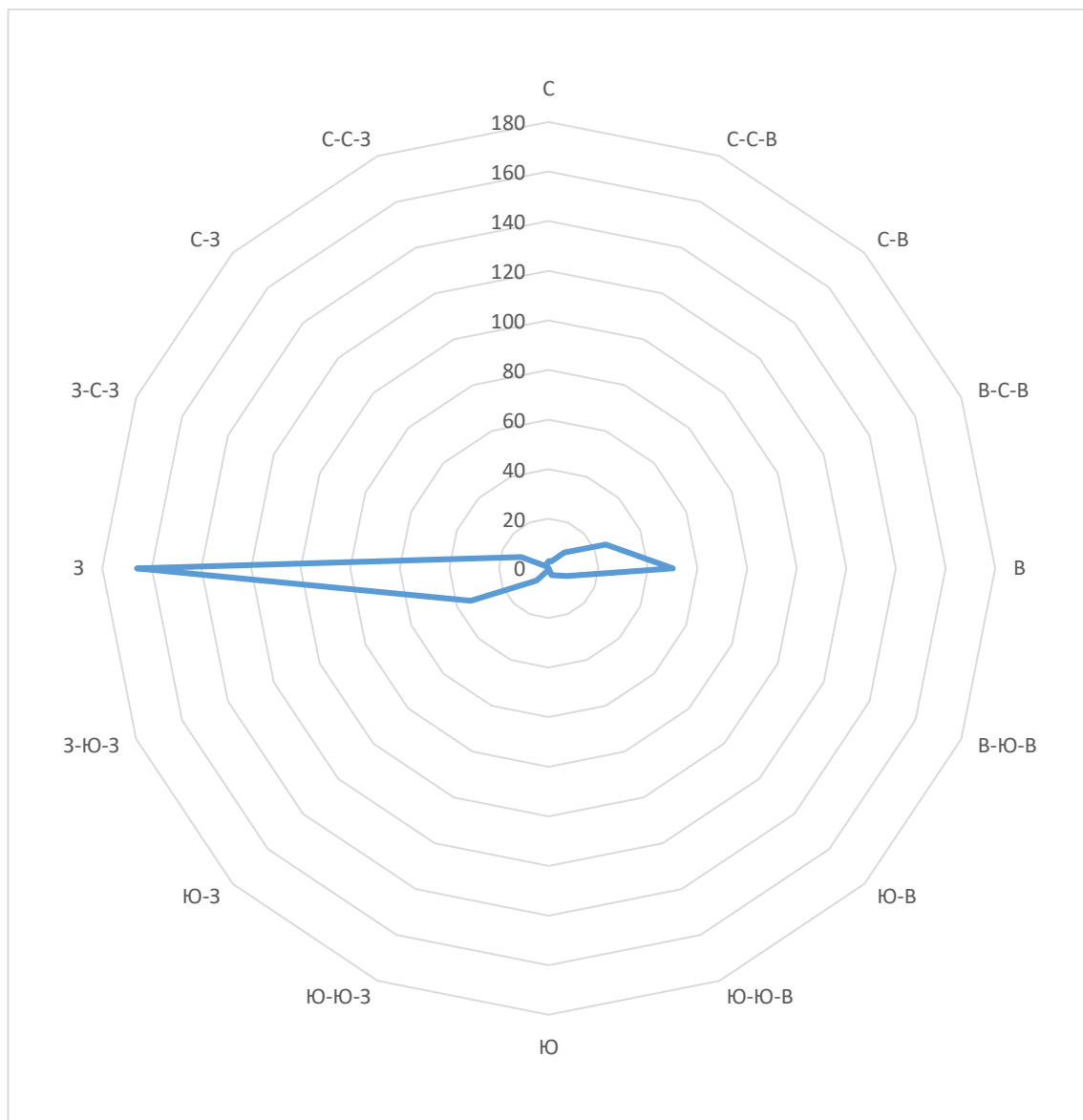


Рисунок 3.1.9 - Направления ветра при туманах в г. Магадан за период 2017-2021 гг.

Как видно по таблице 3.1.6 и по рисунку 3.1.10, при туманах с видимостью менее 500 м преобладающая скорость ветра – 3 м/с, что составляет 22 %. Повторяемость скорости ветра 1 и 2 м/с одинакова – 19 %. При скорости ветра 4 м/с повторяемость образования туманов составляет 17 %. При штиле и при более высоких скоростях ветра (более 4 м/с) туманы образуются редко (менее 8 %).

Таблица 3.1.6 - Средняя скорость ветра при туманах

		месяц						
ВИДИМОСТЬ	ГОД	4	5	6	7	8	9	10
0,2	2017	1	3	5	4	3	2	2
	2018		2	4	4	3		
	2019		3	3	3	2	3	
	2020	2	4	4	1	2		
	2021	3	2	3	3	3	3	
0,5	2017	2	2	3	4	2	2	
	2018		2	3	4	3		
	2019	4	2	3	4	2	2	
	2020	3		5	3	5		
	2021		3	3	3	2	2	
Общий итог		2	2	4	3	3	2	2

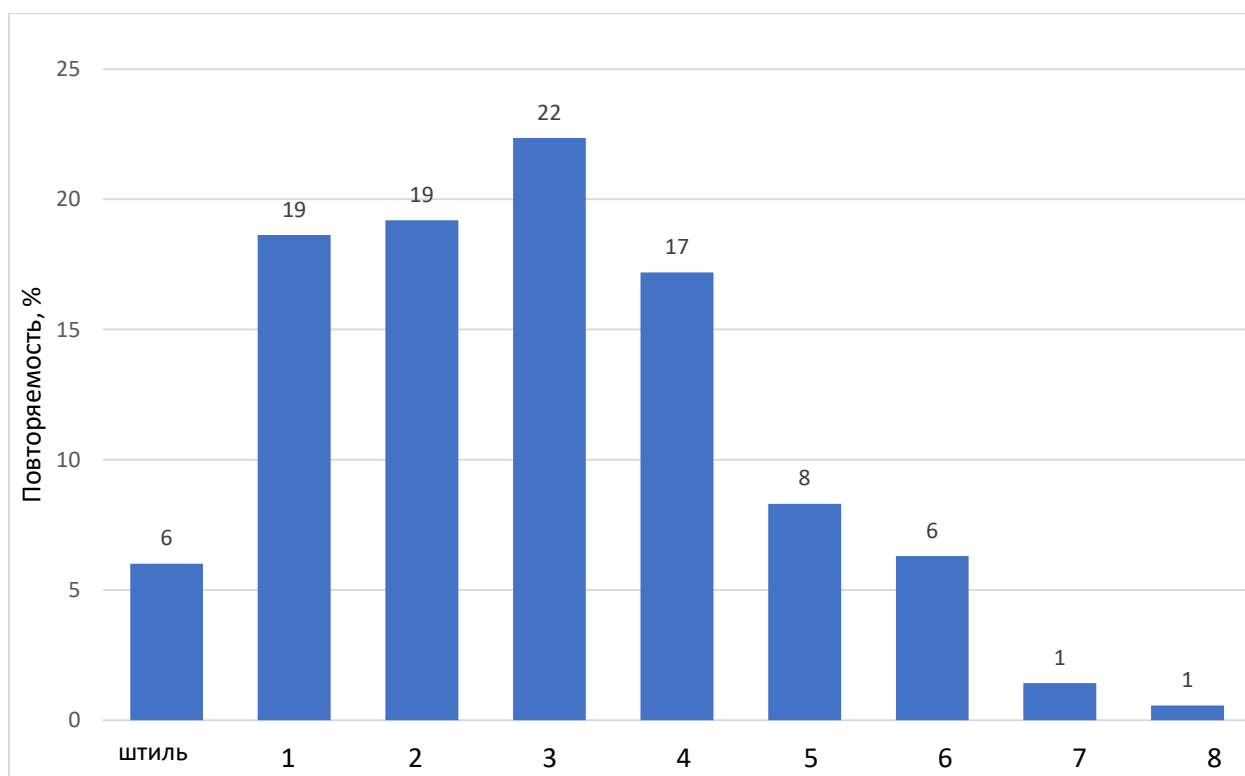


Рисунок 3.1.10 - Повторяемость туманов в зависимости от скорости ветра

3.2 Характерные синоптические положения для образования туманов

Магадан расположен в зоне муссонного климата умеренного пояса. С одной стороны город соседствует с морской поверхностью, с другой – с огромной территорией суши. Такое положение является благоприятным условием для формирования муссонного климата с изменением направления ветра по сезонам.

Весной над континентальными районами (над Якутией и центральными частями Магаданской области) происходит ослабление области высокого давления. Пропадают благоприятные условия для образования циклонов над дальневосточными морями, всё чаще происходит перемещение в этот район антициклонов. Повторяемость ветров западного и юго-западного направлений увеличивается, а повторяемость ветров северо-восточного направления становится меньше. Тёплые влажные воздушные массы с туманами с морозящими осадками и с низкой облачностью выносятся в прибрежную зону.

На рисунке 3.2.1 показана синоптическая ситуация, характерная для весеннего периода. Над материком, хоть и ослабленная, ещё сохраняется область высокого давления. Охотское море находится в малоградиентном поле высокого давления. В Магадане в период с 10 по 14 мая 2021 г. зафиксирован туман с отложением изморози, дальность видимости была менее 500 м. Средняя скорость ветра – 2 м/с, максимальная – 4 м/с, ветер западного направления.

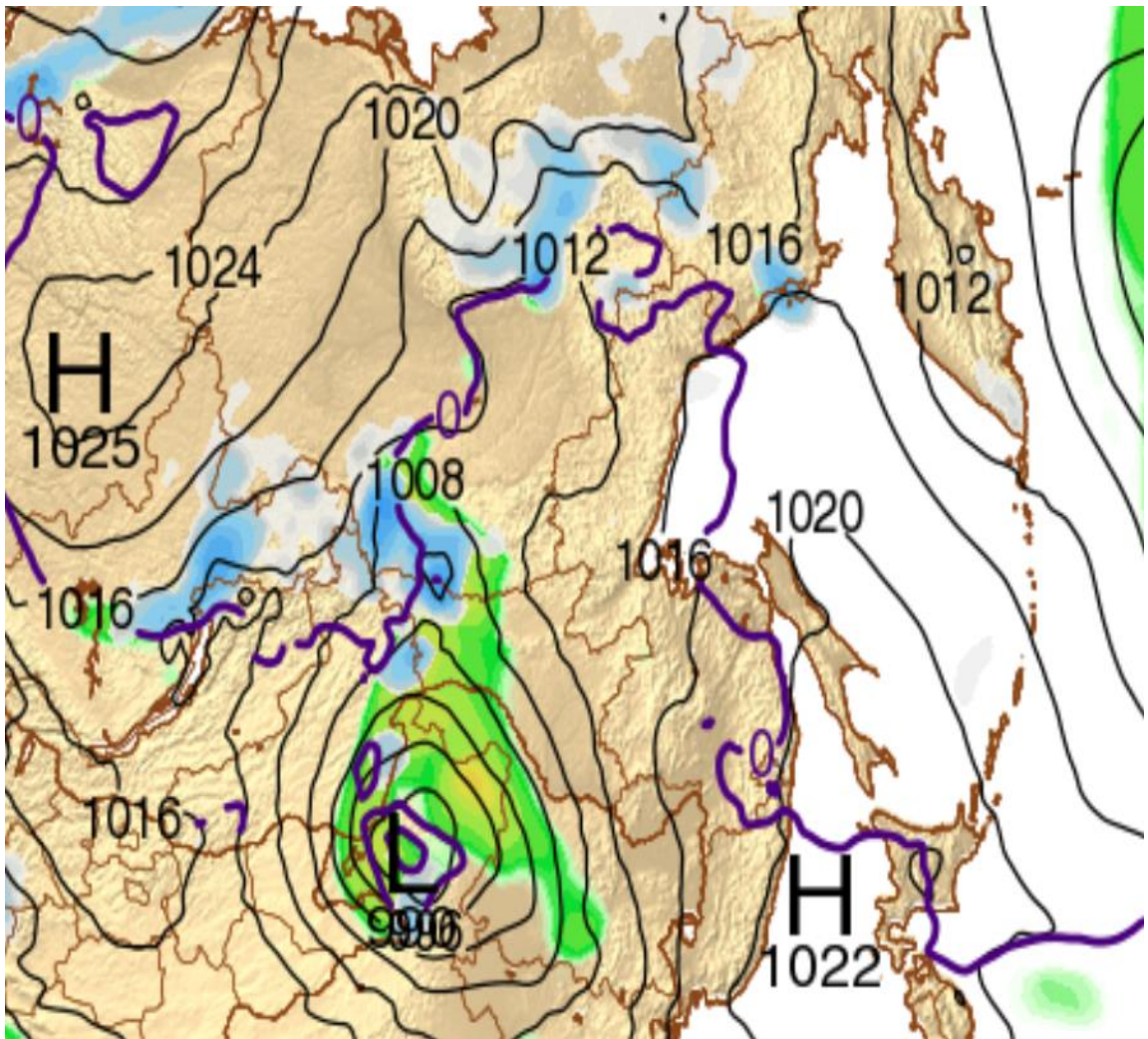


Рисунок 3.2.1 – Карта погоды за 11.05.2021 г. (синоптическая ситуация, характерная для весеннего периода).

Летом поверхность материка и океана значительно влияет на воздушные массы: циклоны начинают образовываться над быстро прогревающимся материком, а над холодным морем активизируется антициклогенез (рис. 3.2.2).



Рисунок 3.2.2 – траектория движения циклонов в летний период

В прибрежной зоне преобладают ветра западного и юго-западного направлений. Под влиянием бризовой циркуляции чаще всего наблюдается прохладная облачная погода. Если в центральных частях Магаданской области воздух в летнее время хорошо прогревается, то в прибрежной зоне под влиянием бризовой циркуляции преобладает прохладная облачная погода. Характерная синоптическая ситуация для летнего периода представлена на рисунке 3.2.3. По всему району Охотского моря распространены туманы. В Магадане умеренный туман с видимостью 200 м наблюдался ежедневно с 20 по 30 августа.

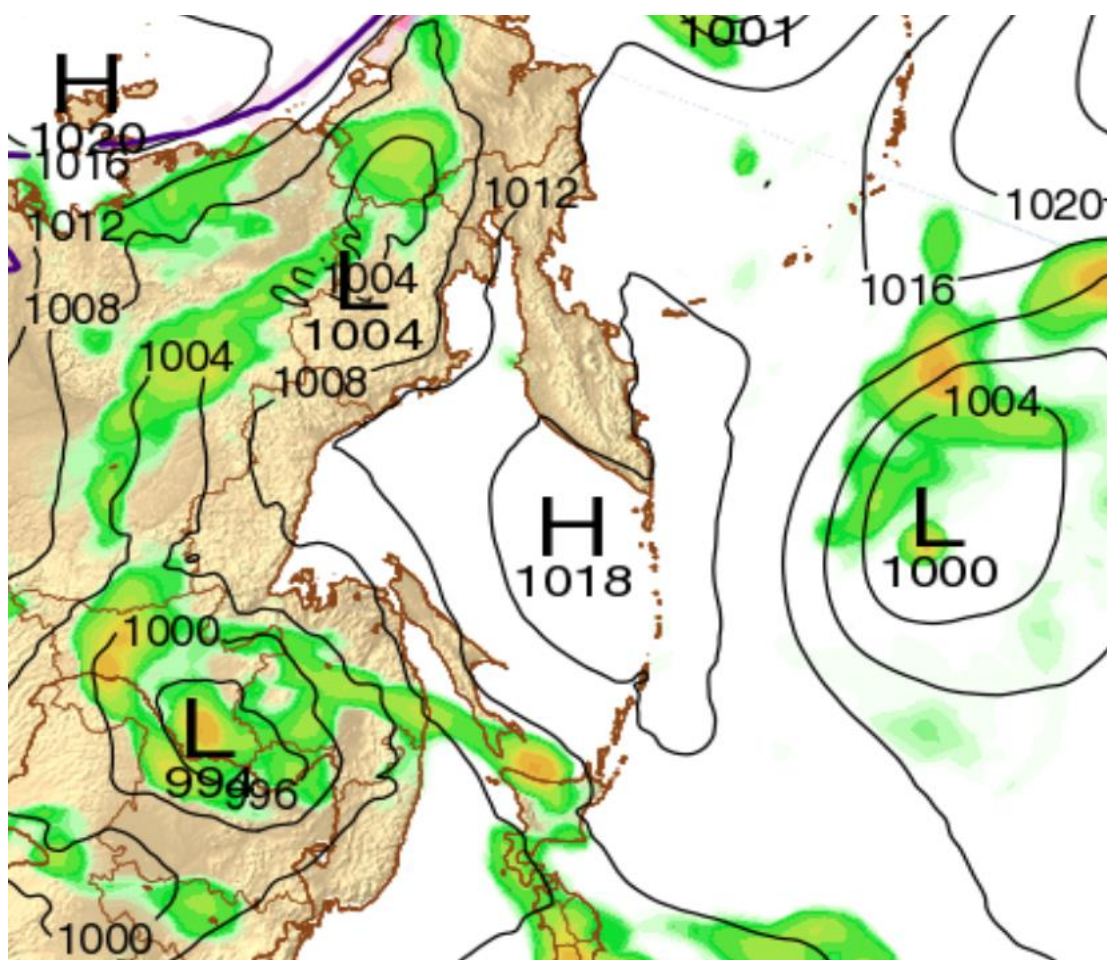


Рисунок 3.2.3 – карта погоды 22.08.2021 г. (синоптическая ситуация, характерная для образования продолжительных туманов).

Летний антициклогенез в районе Охотского моря оказывает значительное влияние на ход синоптических процессов, а также на общий характер погоды на всей территории Дальнего Востока.

Осенью разница температуры между земной поверхностью и морем уменьшается. Становятся слабее циклоны над континентальной частью; антициклоны, преобладающие над Охотским морем, разрушаются. Повторяемость ветров западного и юго-западного направлений уменьшается. Частыми становятся случаи выхода в район Охотского моря циклонов с южных морей. Ветер северо-восточного направления становится преобладающим.

Заключение

Цель данной работы заключалась в том, чтобы более подробно изучить основные особенности образования туманов в г. Магадан.

В данной работе сделаны расчёты климатических характеристик на основе обобщения результатов метеорологических явлений за период 2017-2021 гг. в г. Магадан.

Все материалы иллюстрированы графиками и таблицами.

Магадан расположен вблизи 60° с. ш. на северо-восточной окраине обширного континента Азии на северном берегу Охотского моря, входящего в бассейн Тихого океана. С запада омывается водами бухты Нагаева, с востока- бухтой Гертнера.

За период с 2017 по 2021 в Магадане наблюдалось 291 случай с туманами.

Туманы образуются в тёплый период, с апреля по сентябрь. В зимний период случаев с туманами не наблюдалось. Максимальное количество дней с туманами приходится на летние месяцы, минимум наблюдается в сентябре.

В суточном ходе максимум туманов наблюдаются в период с 20 до 8 часов утра. Рассеивание туманов происходит к 11 часам утра. В среднем наибольшее суммарное количество часов с туманами приходится на июнь.

Наибольшее количество туманов наблюдается с горизонтальной видимостью 50 – 500 м.

В основном туманы образуются при температуре от -4°C до 14°C тепла. Значения температуры точки росы близки к температуре воздуха. Дефицит точки росы редко превышает 2°C .

Преобладающим направлением ветра при образовании туманов является западное направление. Реже наблюдаются западные-юго-западные и восточные направления. За пятилетний период большинство туманов возникали при скорости ветра 1-4 м/с.

Благоприятным синоптическим условием для образования туманов является ситуация, когда Магадан находится в малоградиентном поле повышенного давления.

Список использованных источников

1. Матвеев А.Т. Курс общей метеорологии. Физика Атмосферы – Л.: Гидрометеиздат, 1984 г. – 738 с.
2. Зверев А.С. Синоптическая метеорология – Л.: Гидрометеиздат, 1967 г. – 547 с.
3. Справочник по климату СССР, вып.33. облачность и атмосферные явления. – Л.: Гидрометеиздат, 1968 г. – 25 с.
4. Справочник по климату СССР, выпуск 33, часть 1-6 – Л.: Гидрометеиздат, 1989 г. – 80 с.
5. Зверев А.С. Туманы и их предсказание – Л.: Гидрометеиздат, 1964 г. – 9 с.
6. Берлянд М.Е., Воронцов П.А., Красиков П.Н., Никандров В.Я., Петренко Н.В. Туманы. – Л.: Гидрометеиздат, 1961 г. – 396 с.
7. Головин О.С. География Магаданской области – М.: Магаданское кн. изд-во, 1983 г. – 5 с.
8. Метеорология. Гуральник И.И., Дубинский Г.П., Ларин В.В., Мамиконова С.В. – Л.: Гидрометеиздат, 1982 – 345 с.
9. Куролапа С.А., Акимова Л.М., Дмитриева В.А. Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы – В.: Издательство «цифровая полиграфия», 2019. – Том 1. – 532 с.
10. Полянская Е.А. Синоптические процессы Восточной Сибири и Дальнего Востока – С.: СГУ, 2011 г. – 35 с.