



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

Кафедра метеорологии, экологии и экономического обеспечения деятельности
предприятий природопользования

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)
по направлению подготовки 05.03.05 Прикладная гидрометеорология
(квалификация – бакалавр)

На тему «Режим туманов Краснодарского края»

Исполнитель Тахмазян Анжелика Михайловна

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

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

«24» 01 2020 г.

Туапсе

2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Общая климатическая характеристика Краснодарского края и города Краснодар.....	5
1.1 Климатические условия Краснодарского края	5
1.2 Климатические условия г. Краснодар.....	10
2 Метеорологические условия развития туманов в Краснодарском крае.....	18
2.1 Влияние температуры, ветра и влажности атмосферы на формирование туманов.....	18
2.2 Сезонный ход повторяемости образования туманов	21
3 Пространственно-временная характеристика туманов в г.Краснодар	30
3.1 Годовой и суточный ход повторяемости туманов.....	30
3.2 Влияние туманов на основные отрасли народного хозяйства и методы защиты.....	39
Заключение	49
Список использованной литературы.....	51

Введение

Туманы среди атмосферных явлений наблюдаются во все сезоны года и представляют собой опасное явление погоды, ввиду сокращения горизонтальной дальности видимости до 1 км и менее капельками воды, ледяными ядрами или сочетанием капелек воды с дымом (смог). При сокращении дальности видимости менее 50 м продолжительности более 12 ч и охвате в населенном пункте или акватории порта более 30% территории, туманы характеризуются, как особо опасное явление погоды.

Для разработки эффективных методов оценки и прогнозирования туманов, необходим в первую очередь, анализ климатических условий рассматриваемой территории благоприятно влияющих на формирование и распространение туманов по территории.

Туманам, свойственна пространственная изменчивость распределения на близких расстояниях и чем разнообразнее физико-географические особенности территории, тем больше эта изменчивость. В отличие от естественных ландшафтов, города характеризуются более разнообразными типами подстилающей поверхности. Кроме местных особенностей пространственное распределение туманов зависит от их генезиса: адвективные более всего приурочены к прибрежным районам и повышенным участкам рельефа, открытым, по отношению к туманонесущим потокам; радиационные – к низинным участкам; антропогенные - к объектам антропосферы.

Актуальность исследований обусловлена тем, что изучение условий прогнозирования и режима распределения туманов, способствует предупреждению или уменьшению ущерба природно-хозяйственным объектам и уменьшению опасности жизни и здоровью людей от опасных явлений и чрезвычайных ситуаций, связанных с сильными туманами.

Объект исследования – туманы.

Предмет исследования – выявление закономерностей пространственного распределения различных видов туманов по территории Краснодарского края.

Цель исследования – выявление особенностей пространственно–временного распределения туманов в г. Краснодар.

Задачи:

- рассмотреть физико-географические характеристики г.Краснодара и Краснодарского края;
- провести анализ условий образования, распространения, наблюдений за туманами, их влияние на различные отрасли экономики, а так же методы воздействия на них;
- изучить и проанализировать пространственно-временную характеристику туманов в г. Краснодар.
- обобщить материалы по увеличению видимости при туманах в аэропортах и автодорогах.

1 Общая климатическая характеристика Краснодарского края и города Краснодар

1.1 Климатические условия Краснодарского края

Краснодарский край – самый южный регион России. Он находится на одной географической параллели с северной Италией и южной Францией. Краснодарский край разделен на 38 районов и включает 28 городов. По размерам территории его можно сравнить с крупным европейским государством. Омывается двумя морями: на юго-западе – Черным морем, а на северо-западе – Азовским морем (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Муниципальное районирование Краснодарского края [2, с. 46]

Территорию Краснодарского края по крупным чертам рельефа можно разделить на две основные части – северную равнинную, и южную - горную,

представляющую собой западную часть большого Кавказа. Равнинная зона представлена Кубано - Приазовской низменностью, занимает две трети территории. Южная зона образована системами хребтов Западного Кавказа, примыкающей к ним полосой предгорий и узкой лентой Черноморского побережья.

Кубано-Приазовская низменность обладает довольно спокойным рельефом, однообразие которого нарушается лишь долинами степных рек (Еи, Челбаса, Бейсуга, Кирпили, Понуры и др.), текущими в северо-западном направлении в Азовское море, а также балками и отрогами Ставропольского плато [18, с. 44].

К востоку от меридиана Краснодара низменность приобретает характер волнистой равнины, так как по мере приближения к Ставропольскому плато происходит постепенное повышение рельефа и возрастает его расчлененность. К югу от реки Кубань Кубано-Приазовская равнина постепенно переходит в наклонную Прикубанскую равнину, которая постепенно повышается к подножию Большого Кавказа.

Вся территория Кубано-Приазовской низменности относится к степной зоне России. Большая часть этой территории занята южными черноземами. Естественный растительный покров составляет разнотравно-типчаково-ковыльные степи. К юго-востоку на каштановых почвах растительность принимает характер полынно-злаковых засушливых степей.

К югу от р. Кубани степи сменяются лесостепью – чередованием лесных и степных участков. Лес занимает ущелья и пониженные места, а степь – повышенные элементы рельефа, представляя собой луговую степь. В целом климат Кубано-Приазовской низменности считается благоприятным для произрастания самых разнообразных зерновых, технических и плодовых культур [18, с.55].

Кубано-Приазовская низменность через широкую долину реки Кубани переходит в наклонную террасированную равнину предгорий северо-западной части Большого Кавказа.

Современный Большой Кавказ – это сложно построенная горная система, состоящая из ряда крупных горных цепей. Часть осевой зоны Большого Кавказа от горы Эльбрус до правого истока реки Белой иногда называют Абхазско-Кубанским Кавказом, а западную часть его – Лабинскими горами. Здесь вздымаются ввысь увенчанные шапками ледников и вечных снегов вершины таких гор, как г. Чугуш (3238 м), Псеашхо (3255 м) и другие.

Западнее Лабинских гор располагается так называемый Черноморский Кавказ, состоящий из ряда горных цепей, постепенно понижающихся к северо-западу и меняющих очертания на все более мягкие и округлые.

Горы Большого Кавказа заканчиваются близ Анапы рядом гряд и холмов. Зона Краснодарского Причерноморья протянулась от Таманского полуострова до границы с Абхазией, а в поперечном направлении – от прибрежной зоны моря до Главного Кавказского хребта. На климатические условия Краснодарского Причерноморья определяющее влияние оказывают следующие факторы:

- близость теплого Черного моря, не замерзающего даже в самые суровые зимы;
- защищенность побережья северо-западной частью Кавказского хребта, служащего почти непреодолимым препятствием для холодных воздушных масс.

Черноморское побережье края – единственный в нашей стране приморский курортно-рекреационный район с достаточно развитой инфраструктурой, и только здесь Россия обладает небольшим районом субтропиков. Поэтому, несмотря на тяжелые экономические условия, одной из важнейших задач, стоящих в настоящее время в крае, является сохранение этого уникального природного комплекса .

Сложные физико – географические условия, разнообразие ландшафтов, близость незамерзающих морей и наличие системы высоких хребтов Кавказа вносят изменения в общий перенос воздушных масс и обуславливают большое разнообразие климата на территории Краснодарского края [12, с.44].

Год в Краснодарском крае разделен на 4 сезона, неравных по продолжительности. Здесь самый продолжительный сезон – лето (137 дней), зима длится 65, весна – 83, осень – 80 дней.

В большинстве случаев принимается условное подразделение года на климатические сезоны:

- зима начинается с момента перехода среднесуточных температур через 0°С в сторону понижения;
- весна – после перехода среднесуточных температур через 0°С в сторону повышения и заканчивается при среднесуточных температурах воздуха 15°С;
- лето охватывает период времени со среднесуточными температурами выше 15°С;
- осень начинается при наступлении среднесуточных температур ниже 15°С и заканчивается при их понижении до 0°С.

На равнинных территориях края в годовом ходе наибольшая относительная влажность наблюдается в декабре, январе (84%), с февраля она уменьшается, достигая минимума (64%) в июле - августе, а с сентября вновь увеличивается. Относительная влажность воздуха выше 80% наблюдается в холодное время года (ноябрь - февраль), с максимумом в январе от 11 до 17%. В летнее время влажных дней бывает в среднем 1-2 за месяц.

В холодный период она держится в высоких пределах и в среднем за месяц колеблется от 75 до 85%. В горах и на Черноморском побережье влажность несколько ниже (70 - 80%).

В теплый период года значение относительной влажности становится наиболее низким и составляет в северных и северо-восточных степных районах в среднем за месяц около 45 - 50%, а в предгорной части, в горах и на Азово-Черноморском побережье она остается в более высоких пределах (60 - 70%), а на остальной территории края – 50 - 60% [24, с.44].

Среднее годовое количество осадков колеблется от 450 мм (Таманский полуостров) до 3000 мм (высокогорные районы края, массив Фишт - Оштен).

Больше всего осадков выпадает на южном склоне Большого Кавказского хребта в районах, прилегающих к зоне влажных субтропиков края, где среднее их значение составляет (в мм): Ачишхо - 3200, Красная Поляна - 1676, Сочи - 1500, Туапсе - 1424. К северо-западу от Туапсе их количество уменьшается и составляет в Джубге 1176, Геленджике - 779, Новороссийске - 805, Анапе - 533. В полосе северных предгорий и низкогорий обычны осадки от 600 до 800 мм, на Кубанской равнине – 400 - 600 мм. Распределение годового количества осадков в крае отражено на климатической карте. В теплый период в Краснодаре выпадает в среднем 393 мм, в холодный – 293 мм, что соответствует 57 и 43% их годовой суммы.

В Краснодаре даже зимой преобладают жидкие осадки – за год 546 мм, твердые – 73, а смешанные составляют 67 мм. Так, максимальное количество осадков, выпавших в июне 1970 г., за сутки в Краснодаре составило 107 мм. Как правило, большое количество осадков за короткий промежуток времени выпадает в виде ливней.

Особо сильные ливни, давшие за сутки более 500 мм осадков, были отмечены в июне 1954, 1960, 1961, 1965 и 1970, 2000, 2012 гг. Зимний максимум объясняется длительными обложными осадками, а летний минимум – кратковременными ливнями. Общая продолжительность осадков в Краснодаре около 800 часов. В день с осадками их средняя продолжительность составляет от 2 часов летом и до 8 часов зимой [2, с.113].

В крае в холодный период года почти повсеместно, за исключением Черноморского побережья, выпадает снег. Уже в ноябре могут наблюдаться снегопады, вызывающие образование первого неустойчивого снежного покрова, который держится несколько часов. В декабре снег и дожди выпадают примерно одинаково часто и устойчивого снежного покрова, за исключением горной части края, не отмечается. В январе обычно устанавливается снежный покров, хотя продолжительность залегания снега очень различна и колеблется от нескольких дней до месяца.

Средняя многолетняя продолжительность снежного покрова 39

дней (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Даты появления и схода снежного покрова в г. Краснодаре за период наблюдений [2, с.22]

Число дней со снежным покровом	Дата появления снежного покрова			Дата схода снежного покрова			Число зим, когда устойчивый снежный покров не наблюдается, %
	средняя	самая ранняя	самая поздняя	средняя	самая ранняя	самая поздняя	
39	8.XII	22.X	18.I	14.III	17.I	21.IV	70

Календарные времена года не всегда совпадают с климатическими сезонами, с которыми связаны изменения природных явлений. Метеорологи считают началом сезонов средние многолетние даты перехода среднесуточной температуры воздуха через 0°, 10°, 15° С. Но такие критерии не всегда соответствуют другим показателям развития природных комплексов. Между отдельными сезонами в условиях кубанского климата нет резкой границы. После весны установить начало лета или после осени – начало зимы порой бывает почти невозможно.

1.2 Климатические условия г. Краснодар

Климат Краснодара формируется в условиях сложного географического расположения, относительная удаленность от теплых с запада и юга незамерзающих морей и системы высоких хребтов Кавказа, присутствие нескольких водохранилищ. Все эти факторы прямо или косвенно влияют на общую циркуляцию воздушных масс, и вызывают своеобразие климата Краснодара. Особенность географического положения (район взаимодействия нескольких циркуляций воздушных масс) город Краснодар способствует развитию различных систем циркуляции.

Здесь периодически взаимодействуют воздушные массы как по физическим так и по происхождению: в частности холодными из Арктики, теплыми морскими с Атлантики, жаркими и сухими из Казахстана, тропическими со Средиземноморского бассейна и Ирана.

Не меньшее влияние оказывает рельеф конкретной местности и близлежащих территорий.

Так, например, Западное Предкавказье находится под воздействием черноморской депрессии и под защитой Ставропольского плато от восточных континентальных воздействий.

При подходе к хребтам Большого Кавказа, холодные массы воздуха замедляют движение фронтов и снижают обусловленное рельефами обострение, и феновые эффекты, при адвекции теплых масс с юга или при нисходящих движениях воздуха над хребтом, значительно обуславливают климатические условия горных высот, но и прилегающих к ним обширных равнин Предкавказья [2, с.80].

В зимний период, зачастую наблюдаются загоны холодных континентальных воздушных масс Казахстана, а зарождающиеся на Средиземном море циклоны, приносят теплый и влажный воздух с осадками.

На пути средиземноморских циклонов, встречаясь с теплыми Черноморскими воздушными массами, возникают новые циклонические возмущения, которые выдвигают циклоны на северную часть территории Северного Кавказа. Зимняя циркуляция в значительной мере определяется зависимостью между черноморской депрессией и гребнем азиатского антициклона.

Система Кавказских хребтов, задерживает движение холодных воздушных масс арктического происхождения, которые не в состоянии переваливать через хребты, обтекают его с северо-запада и юго-востока [6, с.75]. Это приводит к тому, что антициклоны стационарируют над юго-восточной частью европейской территории России, так как холодный азиатский антициклон не пропускает их дальше на восток.

Комплекс факторов особенно ощутимо проявляется в межсезонье, в особенности весной, при резком уменьшении показателей давления и температуры воздуха, при ослаблении азиатского барического максимума,

над Атлантикой усиливается азорский антициклон.

Теплые средиземноморские циклоны свободно продвигают к востоку и северо-востоку с одновременным выносом теплых воздушных масс с юга и юго-запада, которые ускоряют процессы повышающие температуру воздуха.

Определенный вклад в повышение температуры воздуха, приносят процессы трансформации воздушных масс, которые в начале лета имеют заметно меньшую повторяемость, чем процессы адвекции. Возвраты холодов в весенний период, связаны с адвекцией арктического воздуха в тылу проходящих циклонов и распространяющаяся далеко на юг. Весенняя циркуляции подвержена большой изменчивости синоптических процессов и быстрой смене воздушных масс.

Летом влияние циркуляции ослабевает. Интенсивный приток солнечной радиации определяет основной летний процесс – прогревание континентального воздуха и трансформацию его в тропический воздух. Условия циркуляции определяются воздействием континента летом больше, чем в другие сезоны года.

Развитию процессов трансформации способствует также преобладание антициклонической циркуляции. Процессы трансформации и определяемая ими засушливость усиливается к середине лета. Тропический воздух, сталкиваясь с более холодным континентальным из Западной Европы, создает ветвь полярного фронта. На этом фронте развиваются циклоны, способствующие выпадению осадков. В формировании режима осадков рельефу принадлежит определяющая роль [25, с.99].

Характерной особенностью климата Краснодара, является относительно мягкая и теплая зима, сравнительно не жаркое лето и выпадает довольно большое количество осадков (таблица 1.2).

Как и следовало ожидать здесь, как и во многих других регионах, среднегодовая температура воздуха за период 1998-2008 год была на $0,8^{\circ}\text{C}$ больше среднемноголетних данных и составила $11,4^{\circ}\text{C}$ против $10,6^{\circ}\text{C}$.

Таблица 1.2 – Повторяемость метеорологических величин и явлений погоды в г. Краснодар за период 1998 - 2008 г.г.

Метеорол. величины	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Тср (град)	-0,5	0,8	5,9	12,0	16,2	20,9	24,1	23,0	17,9	11,6	4,7	0,6	11,4
Тср.мах (град)	3,1	5,7	11,7	18,6	22,1	26,8	30,5	29,8	24,4	17,8	9,8	4,3	17,1
Тср min (град)	-3,7	-2,9	1,6	6,7	10,9	15,5	18,0	16,9	12,3	6,9	1,4	-2,4	6,8
Табс max (град)	17,3	22,6	26,7	33,8	31,4	34,9	41,0	39,1	36,9	33,3	24,6	19,5	41 2000 г
Табс min (град)	-30,3	-24,6	- 11,2	-4,0	0,4	8,2	9,0	9,7	2,4	-5,3	-19,2	-20,4	-30,3 2002 г
Рср (мм)	762, 9	761, 7	759, 6	757, 9	757, 4	756, 0	754, 8	755, 7	758, 1	761, 5	761, 8	761, 6	759, 1
Р абс max (мм)	778, 1	777, 3	783, 0	768, 5	767, 9	765, 1	763, 0	764, 5	769, 9	774, 1	777, 4	776, 5	783, 0 1990
Р абс min (мм)	740, 7	741, 5	741, 5	744, 7	745, 0	745, 3	745, 5	747, 6	743, 4	748, 0	743, 7	743, 1	740, 7 2000
Ср.отн. влажн., %	83	76	75	71	71	72	66	66	72	78	84	83	75
Ср. количество осадков (мм)	59,0	43,2	55,6	49,9	73,6	90,5	68,4	54,7	43,2	67,9	75,2	68,3	749, 5
Максимум осадков за сутки (мм) в годы	38,4 2000 г	27,9 1999 г	34,9 200 1 г	44,4 1996 г	49,6 1990 г	70,0 2000 г	71,4 4989 г	54,0 1999 6 г	35,3 1998 г	55,5 1997 г	51,2 2002 г	29,6 1998 г	71,4 1989 г
Ср. число дней с осадками	18	14	16	14	15	15	9	10	10	12	16	19	168
Ср. число дней с туманом	7	5	2	2	2	2	2	2	5	6	6	6	47
Ср. число дней с осадками менее 1000 м	3	2	1	0,1	0,1	1	1	0,4	1	0,4	1	3	14
Заморозок ранний поздний				22,0 -0,1						14,1 -1,2			-
Среднее число дней с ветром ≥ 15 м/с	3	3	4	3	2	1	1	1	1	1	2	3	25
Преобладающее направление ветра	В 18,2 %	В 24,9 %	В 29,3 %	В 24,9 %	В 21,2 %	ЮЗ 16,6 %	В 16,3 %	В 19,3 %	В 18,7 %	В 23,0 %	В 26,8 %	В 27,2 %	В 21,9 %

Соответственно этому, значительно выше оказался абсолютный минимум при многолетних показателях - 36°С, за исследуемый период он

составил - 30,3°C а, а абсолютный максимум не превысил многолетние показатели за оба периода составил +41 °С.

Средняя температура самого жаркого июля за исследуемый период +24,1°C, а средняя температура многолетнего периода +22,9°C, а самого холодного января соответственно - 0,5°C и -2,1 °С .

Значительно увеличилась средняя продолжительность безморозного периода 186 дней средний за многолетний период, и 208 дней за исследуемый период.

Сроки наступления первых и последних заморозков сдвинулись почти на целый месяц. За исследуемый период средняя дата первого заморозка отмечена 15 октября, а последнего – 11 апреля, тогда как по многолетним данным соответственно - 18 сентября, и - 12 мая. За исследуемый период первый заморозок наблюдался 14 октября, последний заморозок – 22 апреля.

Из всех метеорологических показателей меньшим колебаниям подвержены показатели относительной влажности воздуха, они в действительности были равны 75%, что соответствует норме, и наибольших значений достигает в ноябре с максимумом 84%. С февраля, в связи с ростом температуры воздуха, начинается понижение относительной влажности. В теплый период года относительная влажность воздуха имеет наименьшие величины, минимум 66% приходится на июль – август [15, с. 68].

Наблюдается превышение среднегодового количества осадков почти на 100мм и составило за последние годы 749,5 мм, в сравнении с многолетними показателями - 640 мм. Анализ сезонной изменчивости осадков указывает, что за теплый период в среднем осадков выпадает - 448,2 мм или больше на 84,2 мм, чем по многолетним данным - 364 мм. С ноября по март осадков в среднем выпало 301,3 мм, это на 25,3 мм больше нормы.

Увеличилось число дней с осадками за исследуемый период до 168 дней по сравнению с многолетними - 132 дня.

В среднем за год наблюдалось 14 дней с осадками при видимости

менее 1000 м. В 1999 году отмечалось максимальное число дней (27) с осадками при видимости менее 1000 м, а в 2001 году осадков ухудшающих видимость менее 1000 м не наблюдалось.

Анализ количества осадков по месяцам, указывает на то, что большое влияние на них оказывают ветры и относительно больше они наблюдаются при западных, юго-западных и северо-западных потоках воздуха. В среднем за исследуемый период их выпало в июне - 90,5 мм, тогда как по многолетним данным в июне наблюдалось 64 мм осадков.

В холодный период года максимум наблюдался в ноябре - 75,2 мм, что значительно меньше летнего максимума, а минимум осадков наблюдался в феврале и составил - 43,2 мм. По многолетним данным в этот период года максимальное количество осадков 64 мм отмечалось в декабре, наименьшее – 52 мм наблюдалось в январе-феврале. Объясняется этот факт тем, что в зимние месяцы весь Северный Кавказ находится под влиянием континентальных умеренных и арктических воздушных масс, приходящих с севера и северо-запада, содержание влаги в которых значительно ниже чем у влажных атлантических масс, принесенных с запада в теплый период года [3, с.105].

Ветры здесь явление не частые, в году со скоростью менее ≥ 15 м/сек наблюдаются в среднем 25 дней. За период с 1998 – 2008 гг., максимальная скорость ветра была 23-28 м/сек, наблюдалась в январе 2003 года, наибольшее число дней с сильным ветром установлено в 2001 году, когда ветер дул на протяжении 45 дней [18, с.75].

Сильные восточные ветры возникают из-за двух предикторов:

- взаимодействия усиливающихся антициклонов, смещающихся с северо-запада, севера или северо-востока на юг ЕТР с малоподвижной депрессией, располагающейся над Чёрным морем;
- активизации Черноморской депрессии при наличии над югом ЕТР антициклона.

Скорость восточного ветра будет иметь максимальное значение, если

центр антициклона находится на одной долготе с Краснодаром, но не севернее Воронежа. Наибольшей силы достигает ветер с направлением 70 – 90 градусов.

Сильные юго-западные ветры возникают:

- в теплом секторе циклонов, смещающихся с запада на восток, вдоль широты 50-55 °С ов, при наличии антициклона над районами Малой Азии, но за сутки до усиления ветра в указанных широтах необходимо наличие ВФЗ, ориентированной с запада на восток, или с запада северо-запада на восток, юго-восток и очаг падения давления, достигающего 5-6 мб над районами Прибалтики;
- в передней части глубоких ложбин за 2-3 часа перед прохождением холодного фронта;
- в теплом секторе циклонов, смещающихся из районов Карпат к Воронежу. Максимальной силы ветер достигает в момент прохождения циклона через район Запорожья, Днепропетровска, при этом за 10-12 часов до усиления ветра в Краснодаре, усиливается юго-восточный ветер на Черноморском побережье Кавказа;
- в тылу циклонов, перемещающихся с восточных районов Черного моря через Новороссийск к северу. В этом случае юго-западный ветер усиливается через сутки, после появления циклона над восточными районами Черного моря, при наличии меридионально ориентированной ВФЗ над этими районами [4, с.99].

Устойчивый снежный покров в Краснодаре, согласно многолетних показателей в отдельные зимы (1941- 1942, 1953-1954 гг.) может наблюдаться на протяжении 3-4 месяцев. Однако за последние 10 лет, максимальное количество дней со снежным покровом в среднем наблюдалось 39 дней.

Минимум с числом дней - 11 был установлен в 1990 году, а максимум дней со снежным покровом - 62 отмечалось в 2003 году.

Близкое расположение Краснодарского водохранилища оказывают влияние на формирование туманов в городе и значительное уменьшение числа

дней с градом. Туманы здесь установлены всех типов: радиационного, адвективного характера и фронтальные, но большая часть их приходится на туманы радиационного характера.

Среднегодовое количество дней с туманом по показателям в Краснодаре составило 48 дней, чаще всего они отмечались в холодный период года с максимумом в январе - 7 дней. Раз в 10 лет, например в 2000 году число дней с туманом составило - 60 дней, а минимум до 28 дней в 2008 году.

Из опасных явлений здесь встречается град и за 10 летний период он наблюдался только в течение 4 лет. Этому способствует развитие восходящих потоков перед препятствиями, усиление турбулентности в приземном слое воздуха и, как следствие увеличение конвективной облачности. Иногда в апреле наступают поздние заморозки, а в сентябре ранние заморозки.

Продолжительность безморозного периода длится 208 дней, с минимумом 188 дней, и максимумом - 231 день [22, с.108].

2 Метеорологические условия развития туманов в Краснодарском крае

2.1 Влияние температуры, ветра и влажности атмосферы на формирование туманов

В условиях края туманы возникают как при внутримассовых, так и при фронтальных процессах. Существует общая классификация туманов, однако, в условиях Краснодарского края чаще встречаются внутримассовые туманы, которые подразделяются на радиационные и адвективные, преобладающее большинство во всех районах.

По краю были рассмотрены условия возникновения 202 случаев туманов в центральных районах, 144 – в северо-восточных, 122 в восточных, 130 в западных и 163 в юго-восточных районах.

Для характеристики общих метеорологических условий проявления туманов было рассмотрена повторяемость при тумане значений основных метеорологических элементов – ветра, температуры и влажности.

Радиационные туманы в подавляющем большинстве случаев в центральных районах края возникают при ветре менее 2 м/с (78 случаев из 80), причём 87% их наблюдаются при полном отсутствии ветра – при штиле. Слабый ветер (0-2 м/с), наблюдавшийся в нескольких случаях тумана, преобладает восточного направления, при скорости 2-4 м/с иногда наблюдается юго-западного направления.

С юго-запада от аэропорта Краснодара в 3 км находится Краснодарское водохранилище. По-видимому, оно играет основную роль в увлажнении воздушной массы, проходящей над ним и поступающей в Краснодар с восточными и юго-западными переносом. Разумеется, основным условием образования радиационных туманов является не это, а охлаждение влажного воздуха в результате ночного излучения земной поверхности.

При образовании адвективных туманов в центральных районах в 40 случаев из 54 скорость ветра не превышает 2 м/с, в 13 случаев усиливается до 2-4 м/с и очень редко (1 случай за период) адвективный туман образуется при

умеренном ветре – 8-11 м/с. Господствующее направление ветра, способствующее образованию туманов – восточное (46%) и северное (31%).

Фронтальные туманы также в большинстве случаев (82%) возникают при штиле или, во всяком случае, при ветре, не превышающем, в основном, 2-4 м/с, при более сильных ветрах фронтальные туманы практически не наблюдаются. Направление ветра колеблется в широком диапазоне – говорить о преобладающем направлении ветра трудно.

В таблице 2.1 приведены данные повторяемости туманов при различных значениях температуры.

Таблица 2.1 – Повторяемость туманов (%) в зависимости от температуры

Тип	Станция	Температура								Число случаев
		-30 -29	-28 -25	-24 -15	-14 -5	-4 +5	+5 +15	+15 +17	+18 +21	
Радиационные	Краснодар		5	8	8	44	28	4	3	80
	Тихорецк		1	3	20	32	40	1	3	62
	Армавир			2	22	50	22	2	2	59
	Славянск			5	10	32	46	4	3	80
Адвективные	Краснодар			2	16	44	36		2	50
	Тихорецк				17	53	60			17
	Армавир				20	70	10			10
	Славянск			6	12		82			14
Фронтальные	Краснодар			2	11	38	41	2	6	65
	Тихорецк			5	2	60	30	2	1	59
	Армавир				13	60	10		2	51
	Славянск				6	30	82	3	3	33

Анализ данной таблицы говорит о том, что только в летние месяцы температуры +15°C, +30°C, разность между температурой и точкой росы в исходный момент колеблется в широких пределах от 1° до 8°, а в северо-восточных районах даже больше 8°. С похолоданием разность уменьшается при температуре равной -10...+14°C дефицит точки росы не более 5°C в 85-90% всех случаев, и при температурах от +4°C до -29°C разность равна 3°C почти в 100% всех случаев.

Можно видеть, что радиационные туманы наиболее часто бывают в центральных и восточных районах при температурах от -4° до +5° (44-50% всех случаев), в северо-восточных и западных районах максимум повторяемости

смещается на диапазон более высоких температур от $+5^{\circ}\text{C}$ до $+15^{\circ}\text{C}$.

В общей сложности радиационные туманы в Краснодарском крае в 70-80% случаев возникают в интервале температур от -4°C до $+15^{\circ}\text{C}$, при более высоких и более низких температурах туманы образуются реже, особенно при более высоких значениях температуры.

Иногда туманы возникают и при очень низких температурах от -25°C до -28°C (в северо-восточных и центральных районах), в таких случаях способствует этому (как одна из причин) наличие снежной подстилающей поверхности.

За очень небольшим исключением, адвективные туманы в 100% случаев наблюдаются от -14°C до $+15^{\circ}\text{C}$, но максимальная повторяемость их – 40%, а в восточных районах 70% отмечается при температурах от -4°C до $+5^{\circ}\text{C}$, только в западных районах наибольшая повторяемость адвективных туманов наблюдается при более высоких температурах воздуха – от $+5^{\circ}\text{C}$ до $+15^{\circ}\text{C}$.

Основная масса фронтальных туманов наблюдается так же в интервале температур от -14°C до $+15^{\circ}\text{C}$ (90-95% случаев), с заметным максимумом 60% при температурах от -4°C до $+5^{\circ}\text{C}$ в северо-восточных и восточных районах; в центральных и западных районах наблюдается сдвиг (максимум 41-58%) в сторону более высоких температур от $+5^{\circ}\text{C}$ до $+15^{\circ}\text{C}$.

О влажности воздушной массы в настоящее время принято судить по значениям точки россы, которые характеризуют не только влагосодержание воздуха, но в сочетании с температурой и степень его насыщения. В дальнейшем данное исследование будет касаться только радиационных туманов.

В качестве вспомогательного материала при составлении прогноза тумана можно пользоваться результатами таблицы 2.1, которая даёт зависимость между появлением тумана и дефицитом точки россы в исходный момент при различных значениях температуры, в это же время иными словами – это есть повторяемость различной влажности воздуха в момент захода солнца.

Если рассматривать значения дефицита точки росы в момент образования

тумана и связывать их с температурой туманообразования, то можно отметить, что при всех положительных температурах во время появления тумана почти 100% повторяемость 1°C , исключение представляет интервал температур от $+10^{\circ}\text{C}$ до $+14^{\circ}\text{C}$, когда разность температуры и дефицита точки росы равняется 2°C в 5-7%, в центральных районах даже 30% случаев.

Следует обратить внимание на то, что при отрицательных температурах от -16°C до -29°C дефицит точки росы в момент туманообразования достигает наибольших значений $3-4^{\circ}\text{C}$, это объясняется тем, что образование тумана над снежной поверхностью (как правило при таких температурах над сухой поверхностью тумана не отмечается по краю) происходит при меньшем влагосодержании воздушной массы.

2.2 Сезонный ход повторяемости образования туманов

Очень важным, и по-прежнему трудным считается прогноз времени возникновения тумана. В результате анализа материала, выявлены следующие положения, которые могут быть использованы при составлении прогноза времени образования и рассеивания туманов.

Радиационные туманы в подавляющем большинстве случаев возникают во вторую половину ночи, в часы, близкие к наступлению минимума температуры воздуха, т.е. от 3-х до 6-ти часов в сроки 0-3 и 6-9 часов.

Наибольший процент (10-16%) возникает в срок от 21 до 24 часов. Выборка времени образования туманов по месяцам, вкратце следующие: среднее время возникновения радиационных туманов зимой 6-7 часов, весной и осенью 4-5 часов и летом 3-4 часа.

В ночные часы (21-24 ч) возникают туманы над снежной поверхностью, в основном, в январе, феврале месяцах. К этому следует сказать, что над снежной поверхностью, в отдельных случаях, радиационные туманы возникают сразу же после захода солнца или даже в момент захода его, как видно из таблицы 16 – в 5% случаев в срок от 15 до 18 часов. Повторяемость образования туманов в

различные часы суток приведено в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Повторяемость времени образования туманов (%)

Тип	Станция	Время в часах								Число случаев
		0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24	
Радиационные	Краснодар	16	59	9	-	-	5	-	11	80
	Тихорецк	12	49	18	-	-	-	5	16	62
	Армавир	17	56	17	-	-	-	-	10	59
	Славянск	15	38	25	4	-	1	2	15	80
Адвективные	Краснодар	20	11	9	4	2	4	5	45	50
	Тихорецк	-	24	41	17	6	-	6	6	17
	Армавир	16	11	-	9	16	16	16	16	10
	Славянск	-	10	32	10	-	10	6	32	14
Фронтальные	Краснодар	19	38	7	6	4	2	2	22	65
	Тихорецк	8	37	27	2	2	5	3	16	59
	Армавир	10	35	17	8	-	9	11	10	51
	Славянск	12	46	18	-	-	9	3	12	33

Заход солнца зимой тоже приходится на это время. Синоптическая ситуация при этом, как правило, выражена небольшим приземным антициклоном или гребнем антициклона, образовавшемся за прошедшем на кануне холодным фронтом.

Антициклон в течение всего дня обуславливает ясную, морозную погоду, с низкой инверсией температуры.

Испарение со снежной поверхности создаёт увеличение влажности в приземном слое. Прекращение солнечного тепла сразу же после захода солнца приводит к быстрому понижению температуры, чему также способствует и излучение с поверхности снега. Эти факторы способствуют быстрому образованию тумана.

Адвективные туманы могут возникать в любое время суток – здесь нет чётко выраженной зависимости. В центральных районах они чаще образуются от 21 до 24 часов, в других - в срок от 6 до 9 часов, вероятно, суточный ход температуры с минимумом в эти же часы имеет и на их образование некоторое влияние.

Повторяемость различной продолжительность тумана в суточном ходе сведено в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Повторяемость различной продолжительности тумана (%)

Тип	Станция	Время в часах									Число случаев
		1	1-2	2-4	4-7	7-10	10-14	14-20	20-30	30	
Радиационные	Краснодар	2	19	28	14	14	4	-	-	-	80
	Тихорецк	9	23	24	23	8	9	-	4	-	62
	Армавир	7	30	32	18	9	4	-	-	-	59
	Славянск	16	20	33	15	6	4	4	2	-	80
Адвективные	Краснодар	3	11	14	13	13	16	7	18	-	50
	Тихорецк	33	5	19	5	19	5	14	-	-	17
	Армавир	16	33	-	17	17	17	16	-	-	10
	Славянск	18	23	29	-	-	12	-	18	-	14
Фронтальные	Краснодар	14	18	34	13	7	5	5	4	-	65
	Тихорецк	15	14	20	21	8	8	7	5	2	59
	Армавир	11	31	24	12	10	8	-	4	-	51
	Славянск	15	12	33	21	6	6	7	-	-	33

В таблице 2.3 приводится повторяемость различной продолжительности туманов. Используя табличные данные, можно утверждать, что радиационные туманы в центральных районах наиболее часто сохраняются в течение 2-4 часов - 28% всех случаев и в 82% случаев их продолжительность не превышает 7 часов.

Средняя продолжительность колеблется в диапазоне от 1 до 7 часов, причём наибольшая от 5 до 7 часов наблюдается с октября по февраль, а в период с мая по август радиационные туманы непродолжительны (1-2 часа), даже максимальная продолжительность в этот период не превышает 3 часов, тогда как в холодное полугодие (октябрь) радиационные туманы в центральных районах могут не рассеиваться в течении 16 часов.

В северо-восточных районах туманов вообще, а радиационных, в частности возникает меньше, чем в центральных (таблица 2.3). Последнее, по-видимому, можно объяснить тем, что в этих районах значительно большая повторяемость облачности и это препятствует ночному выхолаживанию приземного слоя воздуха, т.е. созданию условий для образования радиационных туманов.

Кроме того, в северо-восточных и восточных районах турбулентность увеличена за счёт ветра у земли, обусловленного особенностью рельефа этих

районов, что тоже объясняет меньшую повторяемость туманов, чем в равнинных (центральных и западных) районах.

Возникающие радиационные туманы в северо-восточных и восточных районах в 70-80% сохраняются в течение 7 часов. Средняя продолжительность их колеблется от 2 до 12 часов в северо-восточных и от 1 до 8 часов в восточных районах. От лета к зиме её величина возрастает.

В северо-восточных районах отмечались случаи, когда туманы сохраняются в течении 30 часов, в юго-восточных – в течении 24 часов.

В западных районах края – радиационные туманы в 6% всех случаев сохраняются более 14 часов, в отдельных случаях их продолжительность достигает 30 часов, но в основном большинстве своём туманы непродолжительны – 2-4 часа в 70% всех случаев.

Продолжительность как адвективных, так и фронтальных туманов, колеблется в очень широких диапазонах от 0 до 30 часов. В центральных районах трудно даже сказать о максимуме её, так равномерно распределяется она по этому диапазону. Очень редко адвективные туманы в центральных районах рассеиваются сразу же после возникновения, через 1-2 часа в 11% случаев.

В 50% всех случаев туманы сохраняются от 2 до 20 часов и в 18% - от 20 до 30 часов. В остальных районах края максимальная продолжительность адвективных туманов приходится на время от 1-2 часов, хотя значительных процент их отмечается продолжительностью 20-30 часов (18% в западных районах).

Фронтальные туманы в 50-60% проанализируемых случаев – непродолжительны – от 1 до 4 часов. Однако, возможны такие туманы (в северо-восточных районах), которые сохраняются более 30 часов (случаи малоподвижных фронтов).

На время образования фронтальных туманов заметно влияние суточного хода температуры: наибольшая повторяемость времени их возникновения приходится на утренние часы, однако, они могут, правда в единичных случаях,

возникать в течении всех суток

В таблице 2.4 представлены средние многолетние числа дней с туманом для отдельных месяцев, холодного и тёплого периодов и за весь год.

Таблица 2.4 – Среднее количество дней с туманами по территории Краснодарского края

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VI I	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Белоглинская	7	5	4	2	1	0,8	0,3	0,5	1	3	6	7	38
Тихорецк	8	6	4	2	2	2	0,9	0,9	2	3	6	8	45
Кропоткин	5	4	3	2	2	1	1	0,9	2	3	4	6	34
Темрюк	5	4	4	3	2	0,8	0,5	0,9	3	4	5	5	37
Славянск-на-Кубани	5	4	3	2	2	2	1	1	2	4	6	6	38
Усть-Лабинск	7	6	4	2	2	1	1	1	2	4	6	7	43
Тамань	4	4	4	3	2	0,8	0,4	0,1	1	2	4	4	29
Краснодар	5	5	2	2	1	0,7	0,3	0,6	2	3	5	6	33
Майкоп	8	7	4	2	1	0,5	0,3	0,5	1	3	6	8	41
Армавир	5	4	3	1	1	0,9	0,4	0,5	0,8	2	4	4	27
Крымск	7	5	4	1	1	0,4	0,1	0,3	1	4	8	9	41
Анапа	2	1	1	3	2	0,6	0,2	0,2	0,2	0,8	2	1	14
Белореченск	7	5	3	2	2	0,7	0,2	0,5	1	3	6	8	38
Новороссийск		0,3	0,5	2	2	0,4	0,1	0,09	0,04	0,09	0,2	0,2	6
Лабинск	5	4	3	1	0,3	0,2	0,2	0,2	0,5	1	4	5	24
Горячий Ключ	4	4	2	1	1	0,7	0,3	0,6	2	4		6	32
Геленджик	0,03	0,4	0,8	3	2	0,6	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	8
Туапсе	0,0	0,4	1	2	2	0,3		0,03	0,03		0,07		5
Гузерибль	4	3	2	3	5	6	8	9	11	9	6	5	71
Ачишхо	19	19	21	16	15	16	17	15	15	15	14	16	198
Красная Поляна	7	6	6	5	4	0,8	1	1	1	2	3	6	43
Сочи		0,4	1	3	2	0,2							6

Данные получены путём непосредственного подсчёта за имеющиеся на станциях годы наблюдений за периоды 1985 – 2015 гг.

Числа меньше единицы обозначают, что данное явление наблюдается не ежегодно. Распределение по территории числа дней с туманом для отдельных месяцев, сезонов и всего года в целом довольно сложно.

Оно обусловлено общими физико-географическими условиями и особенностями атмосферной циркуляции, под влиянием которой образуются те или другие типы туманов.

В пределах отдельных районов на повторяемость оказывает влияние физико-географические условия.

Так, например, горная станция Ачишхо (высота над уровнем моря составляет 1880 м), на которой отмечается максимальное количество среднего числа дней с туманом (198), имеет условия для создания вынужденного восхождения воздушных масс, которое приводит к образованию низкой облачности и туманов.

Станция Ачишхо находится в 10 км от Красной поляны (высота над уровнем моря 566 м), но здесь количество дней заметно уменьшается до 43. Количество туманов растёт с высотой. В данном случае влияние Чёрного моря перекрывается влиянием Кавказского хребта [22, с. 48].

На Черноморском побережье отмечается наименьшее количество дней с туманами, здесь среднее число дней с туманами колеблется от 22 до 5 дней. Это можно объяснить двумя главными причинами - барический градиент, за счет которого, происходит усиление ветра и отсутствие условий для резкого понижения температур, за счёт своего микроклимата которые, в большинстве случаев необходимо для образования туманов.

На остальной территории края среднее число дней с туманом распределяется равномерно. Здесь, можно выделить станцию Краснодар, Пашковская (48 дней), на которую дополнительное влияние в увлажнении воздушных масс оказывает Краснодарское водохранилище, расположенное в 3 км от метеорологической станции.

Повторяемость различного числа дней с туманом за год даёт представление об изменчивости в отдельные годы числа дней с туманом по

месяцам и за год. Для составления таблицы 2.5 были выбраны станции, расположенные в различных частях территории с периодом наблюдения не менее 20 лет. Повторяемость каждой градации выражена в процентах от числа лет наблюдений за данный месяц или год.

Данные таблицы 2.5 не являются достаточно устойчивыми для станций с большой изменчивостью дней с туманом в отдельные годы в виду недостаточной длительности выбранного периода наблюдений. По этой же причине в некоторых градациях имеются пропуски [20, с. 115].

Анализируя данные таблицы видно, что максимальная повторяемость различного числа дней с туманом за год приходится на холодные месяцы, с ноября по февраль. Это объясняется тем что, наиболее характерным видом тумана для всех районов Краснодарского края, чаще всего являются туманы фронтального происхождения.

Для тёплого времени года туманы нехарактерны, так как при ясной антициклонической погоде относительная влажность невелика.

Исключение составляют станции которые находятся на Черноморском побережье (Новороссийск, Туапсе), для них наиболее характерны туманы парения, которые образуются за счёт бризовой циркуляции и приходятся на весенний период.

В таблице 2.5 приводятся данные средней многолетней продолжительности туманов по месяцам, теплый и холодный периоды и год.

Таблица 2.5 – Средне-многолетние данные продолжительности туманов за период наблюдений с 1986 - 2015 гг.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Староминская												
33	27	14	5	3	2	2	1	3	10	23	39	162
Приморско-Ахтарск												
40	40	17	6	1	0,3	0,1	0,6	3	10	29	42	189
Тихорецк												
44	38	18	7	5	5	2	2	5	12	31	47	216
Тимашевск												
26	20	10	6	5	3	2	2	4	10	22	29	139

Продолжение таблицы 2.5

Тамань													
23	24	15	13	7	2	0,7	0,2	4	11	27	27	154	
Краснодар													
30	31	17	7	5	3	0,7	2	10	19	40	40	205	
Майкоп													
43	32	17	5	4	0,7	0,4	0,9	2	11	36	52	204	
Краснодар, Пашковская													
44	33	15	8	7	4	2	2	9	20	43	43	230	
Армавир													
28	17	11	4	2	2	0,7	1	2	7	18	23	116	
Геленджик													
1	1	4	15	8	2			0,2	0,1	0,9	0,7	32	
Отрадная													
16	11	7	2	1	0,4	0,3	0,4	0,9	5	7	12	63	
Горный													
14	13	10	9	14	16	15	10	17	18	20	28	184	
Красная поляна													
27	23	32	20	14	1	0,8		0,4	4	5	17	144	

На горных станциях, представленных в таблице 2.5, нет четко выраженной зависимости, здесь повторяемость различного числа дней с туманом за год распределяется равномерно.

Помимо средней продолжительность туманов за весь месяц в таблице показана продолжительность тумана в день с туманом за тёплый и холодный период. Эта характеристика получена путём деления средней продолжительности туманов за тёплый и холодный период на среднее число дней с туманом за тот же период, вычисленное за одинаковое число лет.

Средняя продолжительность тумана аналогично числу дней с туманом имеет наибольшее значение зимой и наименьшие летом, за исключением высокогорной зоны, где годовой ход обратный.

В летние месяцы с июня по август, величины продолжительности туманов меньше одного часа. Например, на станциях Геленджик и Красная поляна в августе месяце нет ни одного случая.

При распределении продолжительности туманов по территории обращает на себя внимание зависимость продолжительности туманов от физико-географических условий района, местоположения станции и антропогенных

факторов. Так, например, станция Краснодар, Пашковская имеет самую большую продолжительность (230 час), одной из причин которой является накопление в приземном слое воздуха дополнительных ядер конденсации и несомненно, влиянием Краснодарского водохранилища, которое в зимний период не замерзает и продолжает увлажнять воздушные массы круглогодично

3 Пространственно-временная характеристика туманов в г.Краснодар

3.1 Годовой и суточный ход повторяемости туманов

Одним из наиболее опасных явлений погоды является туман. Повторяемость туманов по месяцам года в г. Краснодар представлена на рисунке 3.1.

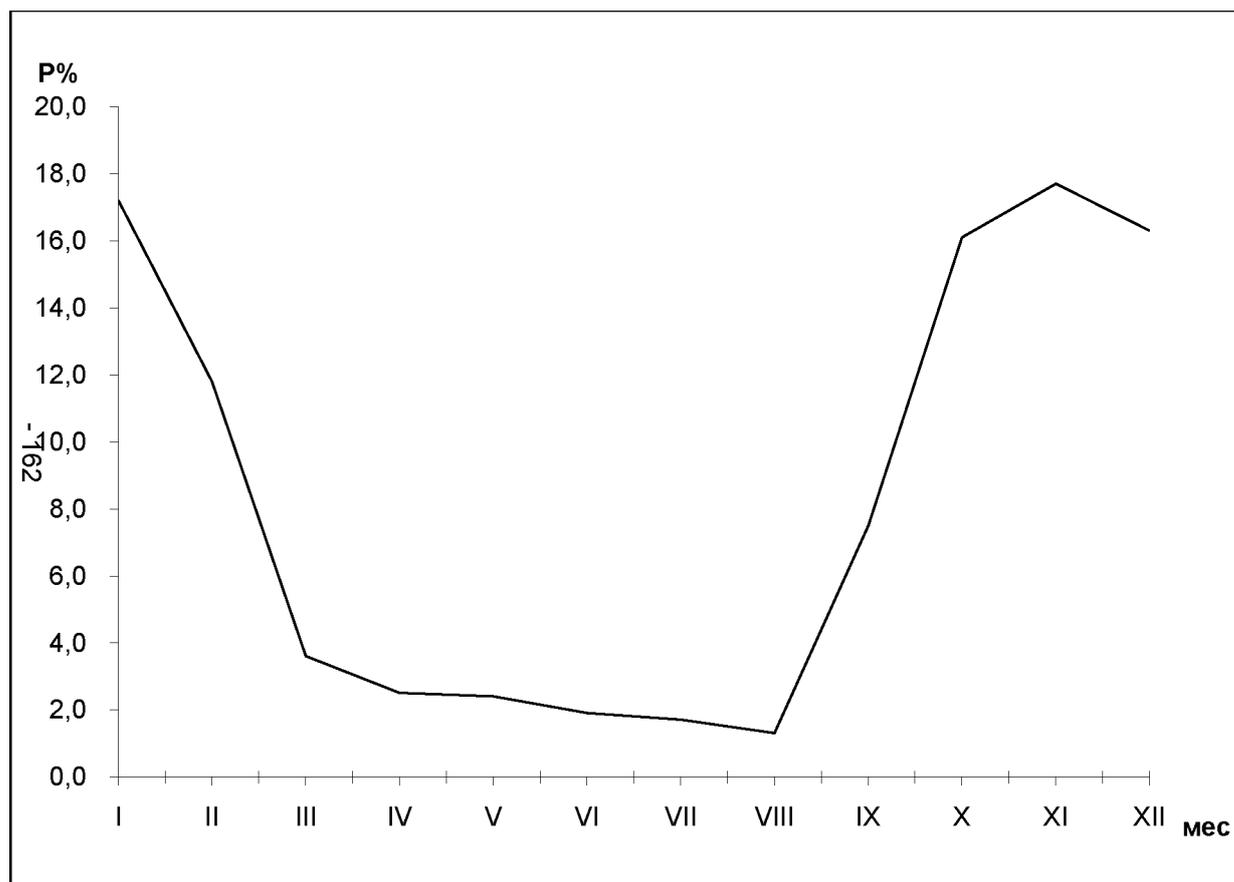


Рисунок 3.1 – Годовой ход повторяемости (%) тумана

В годовом ходе туманов наибольшая повторяемость приходится на период октябрь-февраль с максимумом повторяемости 17.7% в ноябре. Наименьшая повторяемость туманов отмечается с марта по сентябрь, в этот период идет постепенное уменьшение повторяемости, достигая минимума 1.3% в августе, но в сентябре повторяемость туманов резко увеличивается до 7.5%.

Наибольшая повторяемость туманов наблюдается в утренние и ночные часы (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Повторяемость (среднее число случаев) тумана в различные часы суток

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Всего	%
Часы														
00-03	6,2	4,8	0,7	0,9	0,9	0,7	0,9	0,3	2,7	7,3	7,4	6,0	38,8	18,6
03-06	7,0	5,4	3,7	2,8	3,1	2,5	2,1	2,0	7,5	10,1	8,4	7,2	61,8	29,6
06-09	6,5	5,7	2,6	1,4	0,6	0,6	0,3	0,4	4,7	8,6	6,7	6,0	44,1	21,1
09-12	2,8	2,8	0,3	0,1					0,1	2,6	3,7	3,3	15,7	7,5
12-15	1,3	0,4								0,3	1,5	0,9	4,4	2,1
15-18	2,4	0,2								0,4	2,2	2,0	7,2	3,4
18-21	4,3	1,8							0,2	1,1	3,0	3,7	14,1	6,8
21-24	5,5	3,5	0,3		0,3	0,1	0,3	0,1	0,4	3,1	4,1	5,0	22,7	10,9
Всего	36,0	24,6	7,6	5,2	4,9	3,9	3,6	2,8	15,6	33,5	37,0	34,1	208,8	
%	17,2	11,8	3,6	2,5	2,4	1,9	1,7	1,3	7,5	16,1	17,7	16,3		100

По данным этой таблицы построена диаграмма (рисунок 3.2)

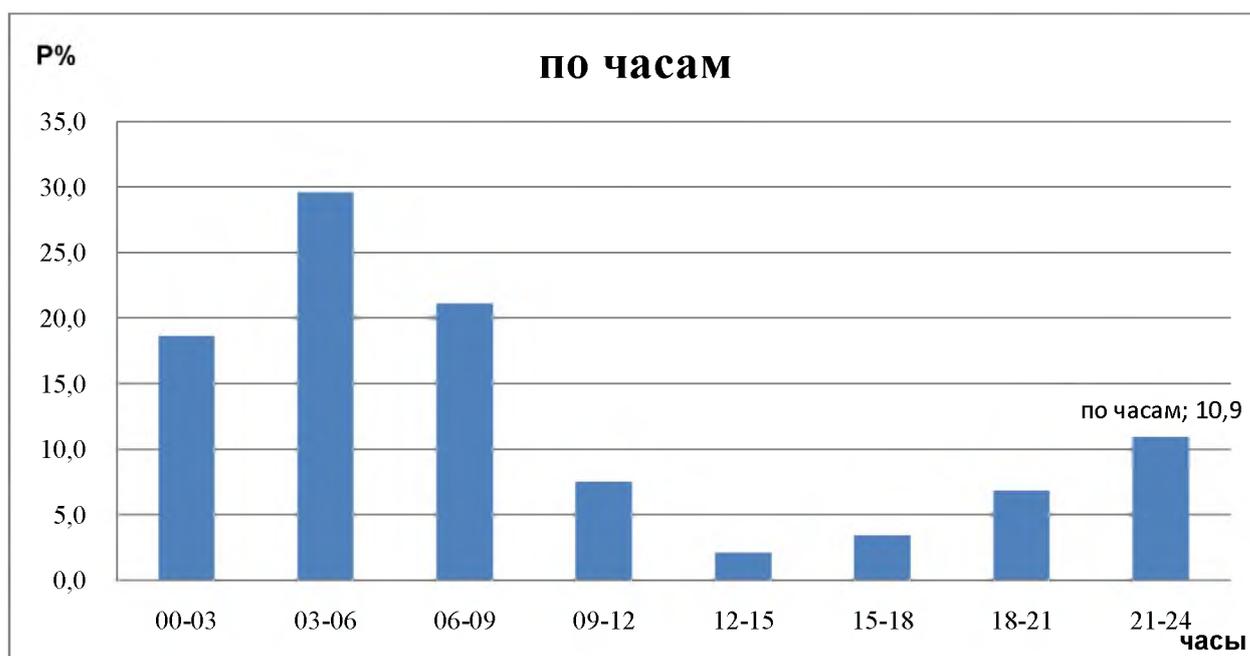


Рисунок 3.2 – Повторяемость туманов (%) в различные часы суток

Максимум повторяемости туманов приходится на период 03-06 часов и составляет 29.6%. Повторяемость туманов в период 06-09 часов равна 21.1%, в 00-03 часа составляет 18%. Наименьшая повторяемость туманов отмечается с 9 до 24 часов, с минимумом 2,1% в 12-15 часов.

Повторяемость туманов на период 15-18 часов равна 3.4%.

В переходный период октябрь и в холодный период года (XI – II) туманы наблюдаются в любое время суток. Наибольшая повторяемость отмечается в ночные и утренние часы суток с максимумом в 03-06 часов, за исключением февраля, в котором максимум повторяемости отмечается с 06 о 09 часов.

Такое распределение туманов в течение суток объясняется образованием туманов как радиационного, так и адвективного характера. В переходный период март туманы наблюдаются с 21 часа до 12 часов, но наибольшая повторяемость приходится на период 03-06 часов, несколько меньше повторяемость туманов с 6 до 9 часов.

В тёплый период года, туманы отмечаются с 21 часа до 09 часов утра за исключением апреля и сентября. В апреле туманы наблюдались с 00 до 12 часов дня, в сентябре они отмечались с 18 часов вечера до 12 часов дня. В теплый период года наибольшая повторяемость туманов приходится на период 03-06 часов, в основном перед восходом солнца.

В таблицах 3.2 – 3.5 представлены данные повторяемости непрерывной продолжительности туманов менее 1000 м по месяцам и сезонам года.

Таблица 3.2 – Повторяемость (%) непрерывной продолжительности тумана < 1000 м

Месяц	<=1	2-3	4-6	7-12	13-18	19-24	>=25	Число случаев	Продолжительность, в часах		
									Общая	Ср.	Максимум
I	28,7	27,7	19,1	17,0	6,4	1,1		7,8	36,3	4,6	19ч07м 1994г
II	29,7	29,7	17,2	17,2	6,2			5,3	23,2	4,4	15ч59м 1996г
III	32,3	38,7	12,9	16,1				2,6	8,5	3,3	08ч54м 1993г
IV	39,1	34,8	21,7	4,4				1,9	4,9	2,6	10ч22м 1988г
V	42,3	38,5	19,2					2,2	4,6	2,1	05ч27м 1989г
VI	50,0	36,4	13,6					1,9	3,4	1,8	05ч00м 1998г
VII	26,3	57,9	15,8					1,6	3,8	2,4	05ч23м 1992г
VIII	52,9	41,2		5,9				1,4	2,6	1,9	09ч55м 1995г
IX	30,0	36,7	26,7	5,0	1,6			5,0	15,7	3,1	12ч36м 1999г
X	34,9	22,1	18,6	15,1	9,3			7,2	32,5	4,5	16ч45м 1993г
XI	29,5	26,1	19,3	14,8	8,0		2,3	7,3	38,3	5,2	39ч20м 1990г
XII	37,0	22,0	19,0	18,0		2,0	2,0	8,3	36,5	4,4	29ч12м 1993г
Год	33,7	29,7	18,6	12,8	4,1	0,5	0,6	52,5	210,3	4,0	39ч20м 1990г

Самые продолжительные туманы отмечаются в ноябре, декабре, но их повторяемость невелика и не превышают 0,5% для градации 19-24 часа, 0,6% - для продолжительности 25 часов и более.

Таблица 3.3 – Повторяемость (%) непрерывной продолжительности тумана < 1000м в климатические сезоны года

Месяц	Продолжительность, в часах							Продолжительность, в часах			
	<=1	2-3	4-6	7-12	13-18	19-24	>=25	Число случаев	Общ. продолж.	Ср. продолж.	Максимум
холодный период	31,5	26,0	18,8	16,8	4,9	0,9	1,1	28,8	134,3	4,7	39ч20м 1990г
переходный месяц (март)	32,3	38,7	12,9	16,1				2,6	8,5	3,3	08ч54м 1993г
тёплый период	37,7	39,5	19,2	3,0	0,6			13,9	35,0	2,5	12ч36м 1999г
переходный месяц (октябрь)	34,9	22,1	18,6	15,1	9,3			7,2	32,5	4,5	16ч45м 1993г

В годовом ходе, на повторяемость непрерывной продолжительности тумана менее 1000м, не более одного часа приходится 33.7%, а продолжительностью 2-3 часа равна 29.7%.

Таблица 3.4 – Годовой ход повторяемости (число случаев) непрерывной продолжительности тумана < 1000м

Месяц	Продолжительность, в часах							Продолжительность, в часах			
	<=1	2-3	4-6	7-12	13-18	19-24	>=25	Число случаев	Общая продолж.	Средняя	Максимум
I	27	26	18	16	6	1		94	435,0	4,6	19ч07м 1994г
II	19	19	11	11	4			64	278,5	4,4	15ч59м 1996г
III	10	12	4	5				31	102,5	3,3	08ч54м 1993г
IV	9	8	5	1				23	59,0	2,6	10ч22м 1988г
V	11	10	5					26	55,5	2,1	05ч27м 1989г
VI	11	8	3					22	40,5	1,8	05ч00м 1998г
VII	5	11	3					19	45,0	2,4	05ч23м 1992г

Продолжение таблицы 3.4

VIII	9	7		1				17	31,5	1,9	09ч33м 1995г
IX	18	22	16	3	1			60	188,0	3,1	12ч36м 1999г
X	30	19	16	13	8			86	390,0	4,5	16ч45м 1993г
XI	26	23	17	13	7		2	88	460,0	5,2	39ч20м 1990г
XII	37	22	19	18		2	2	100	437,5	4,4	29ч12м 1993г
Год	212	187	117	81	26	3	4	630	2523,0	4,0	39ч20м 1990г

Общая продолжительность туманов менее 1000 м в среднем за год составляет 210,3 часа, при этом в холодный период года - 134,3 часа, а в тёплый - 35 часов, средняя продолжительность равна 2,5 часа.

В таблице 3.5 представлен годовой ход повторяемости непрерывной продолжительности тумана <1000м в климатические сезоны года

Таблица 3.5 – Годовой ход повторяемости непрерывной продолжительности тумана <1000м в климатические сезоны года

Месяц								Продолжительность, в часах			
	<=1	2-3	4-6	7-12	13-18	19-24	>=25	Число случаев	Общая	Средняя.	Максимум
холодный период	9,1	7,5	5,4	4,8	1,4	0,3	0,3	28,8	134,3	4,7	39ч20м 1990г
переходный месяц (март)	0,9	1,0	0,3	0,4				2,6	8,5	3,3	08ч54м 1993г
тёплый период	5,2	5,5	2,7	0,4	0,1			13,9	35,0	2,5	12ч36м 1990г
переходный месяц (октябрь)	2,5	1,6	1,3	1,1	0,7			7,2	32,5	4,5	16ч45м 1993г

Процент повторяемости для каждой градации непрерывной продолжительности тумана в месяц (сезон) определялся от числа случаев за каждый месяц.

Среднегодовая продолжительность туманов менее 1000 м составляет 4

часа, в холодный период года наибольшая и равна 4,7 часа. В тёплый период года наблюдается наименьшая средняя продолжительность туманов с минимумом в июне (1,8 ч) и августе (1,9 ч).

Небольшая продолжительность туманов связана с быстрым повышением температуры после восхода солнца. В марте общая продолжительность туманов менее 1000 м составляет 8,5 часа, средняя продолжительность – 3,3 часа. В октябре общая продолжительность туманов менее 1000 м равна 32,5 часа, средняя – 4,5 часа, что на 0,2 часа меньше продолжительности туманов в холодный период. Наибольшая общая (38,3ч) и средняя (5,2ч) продолжительность туманов менее 1000 м отмечается в ноябре.

Максимальная продолжительность тумана наблюдалась в ноябре 1990 года и составила 39 часов 20 минут. В январе максимальная продолжительность тумана не превышала 20 часов и повторяемость градации 19-24 часа составила 1.1%, в феврале максимальная продолжительность не превышала 16 часов, повторяемость градации 13-18 часов равна 6.2%. В мае-июле максимальная продолжительность туманов не превышает 6 часов.

В таблицах 3.6 – 3.9; представлены данные повторяемости (%) непрерывной продолжительности туманов менее 500 м.

Таблица 3.6 – Повторяемость (%) непрерывной продолжительности тумана < 500м

Месяц	<=1	2-3	4-6	7-12	13-18	19-24	>=25	Продолжительность , в часах			
								Число	Общая	Средняя	Максимум
I	33	23	15	13	2			86	303,5	3,5	17ч28м 1991г
II	10	17	5	11	3			46	223,5	4,9	15ч38м 1996г
III	11	6	6	1				24	60,0	2,5	06ч49м 1991г
IV	4	8	3	1				16	46,5	2,9	08ч54м 1988г
V	5	9	2					16	35,0	2,2	04ч45м 1992г
VI	3	8	1					12	26,5	2,2	03ч40м 1992г
VII	7	6	1					14	23,5	1,7	03ч21м 1992г
VIII	8	2	1					11	14,0	1,3	06ч25м 1995г
IX	19	21	10	4				54	150,0	2,8	09ч06м 1999г
X	27	27	8	13	3			78	291,0	3,7	13ч50м 1993г
XI	17	22	13	9	6		2	69	374,4	5,4	39ч13м 1990г

Продолжение таблицы 3.6

ХII	31	19	19	7		2	1	79	295,6	3,7	28ч08м 1993г
Год	175	168	84	59	14	2	3	505	1843,5	3,7	39ч13м 1993г

Таблица 3.7 – Повторяемость (%) непрерывной продолжительности тумана < 500 м в авиационно-климатические сезоны года

Месяц	<=1	2-3	4-6	7-12	13-18	19-24	>=25	Число случаев	Продолжительность, в часах		
									Общая	Средняя	Максимум
I	38,4	26,8	17,4	15,1	2,3			7,2	25,3	3,5	17ч28м 1991г
II	21,7	37,0	10,9	23,9	6,5			3,8	18,6	4,9	15ч38м 1996г
III	45,8	25,0	25,0	4,2				2,0	5,0	2,5	06ч49м 1991г
IV	25,0	50,0	18,8	6,2				1,3	3,9	2,9	08ч54м 1988г
V	31,2	56,3	12,5					1,3	2,9	2,2	04ч45м 1992г
VI	25,0	66,7	8,3					1,0	2,2	2,2	03ч40м 1992г
VII	50,0	42,9	7,1					1,2	2,0	1,7	03ч21м 1992г
VIII	72,7	18,2	9,1					0,9	1,2	1,3	06ч25м 1995г
IX	35,2	38,9	18,5	7,4				4,5	12,5	2,8	09ч06м 1999г
X	34,6	34,6	10,3	16,7	3,8			6,5	24,2	3,7	13ч50м 1993г
XI	24,6	31,9	18,9	13,0	8,7		2,9	5,8	31,2	5,4	39ч13м 1990г
XII	39,2	24,1	24,0	8,9		2,5	1,3	6,6	24,6	3,7	28ч08м 1993г
Год	34,6	33,3	16,6	11,7	2,8	0,4	0,6	42,1	153,6	3,7	39ч13м 1993г

Общая продолжительность туманов менее 500 м составляет 153,6 часа, среднегодовая продолжительность тумана менее 500 м равна 3,7 часа. В холодный период года общая продолжительность туманов менее 500 м в среднем составляет 99,8 часа, средняя продолжительность равна 4,3 часа. В теплый период года общая продолжительность туманов менее 500 м в среднем составляет 24,6 часа, средняя – 2,4 часа.

В марте общая продолжительность туманов в среднем за год равна

5 часам, средняя продолжительность – 2,5 часа, приближаясь к средней продолжительности теплого периода. В октябре общая продолжительность туманов в среднем за год составляет 24,2 часа, средняя продолжительность - 3,7 часа.

Наибольшая средняя продолжительность тумана менее 500 м наблюдается в ноябре и составляет 5.4 часа, наименьшая средняя продолжительность тумана менее 500 м, равная 1,3 часа, отмечается в августе.

В таблице 3.8 представлена повторяемость (число случаев) непрерывной продолжительности тумана < 500 м.

Таблица 3.8 – Повторяемость (число случаев) непрерывной продолжительности тумана < 500 м

Месяц	<=1	2-3	4-6	7-12	13-18	19-24	>=25	Число случаев	Продолжительность, в часах		
									Общая	Средняя	Максимум
холодный период	32,5	28,9	18,6	14,3	3,9	0,7	1,1	23,3	99,8	4,3	39ч13м 1990
переходный месяц (март)	45,8	25,0	25,0	4,2				2,0	5,0	2,5	06ч49м 1991г
тёплый период	37,4	43,9	14,6	4,1				10,3	24,6	2,4	09ч06м 1999г
переходный месяц (октябрь)	34,6	34,6	10,3	16,7	3,8			6,5	24,2	3,7	13ч50м 1993г

Если рассматривать повторяемость продолжительности тумана менее 1000 м по сезонам года, то в теплый период и в марте наибольшая повторяемость приходится на продолжительность 2-3 часа и составляет 39.5%, 38.7% соответственно.

В октябре и в холодный период года чаще всего наблюдается продолжительность тумана, не превышающая одного часа, их повторяемость соответственно равна 34,9%, 31,5%.

В таблице 3.9 представлена повторяемость (среднее число случаев) непрерывной продолжительности тумана < 500м в авиационно-климатические

сезоны года.

Таблица 3.9 – Повторяемость (среднее число случаев) непрерывной продолжительности тумана < 500м в авиационно-климатические сезоны года

Месяц	<=1	2-3	4-6	7-12	13-18	19-24	>=25	Число случаев	Продолжительность, в часах		
									Общая	Ср.	Максимум
холодный период	7,6	6,8	4,3	3,3	0,9	0,2	0,2	23,3	99,8	4,3	39ч13м 1990г
переходный месяц (март)	0,9	0,5	0,5	0,1				2,0	5,0	2,5	06ч49м 1991г
тёплый период	3,9	4,5	1,5	0,4				10,3	24,6	2,4	09ч06м 1999г
переходный месяц (октябрь)	2,3	2,3	0,7	1,0	0,2			6,5	24,2	3,7	13ч50м 1993г

В среднем за год наибольшая повторяемость 34,6% приходится на продолжительность тумана, не превышающую одного часа. Для продолжительности тумана 2-3 часа повторяемость равна 33,3%. Самая большая продолжительность туманов менее 500м наблюдается в ноябре, декабре и составляет 0,4% для градации 19-24 часа, для продолжительности 25 часов и более повторяемость равна 0,6%.

В ноябре 1990 года наблюдался туман продолжительностью 39 часов 13 минут. В мае – августе максимальная продолжительность туманов менее 500 м не превышает 6 часов. Максимальная повторяемость в холодный период приходится на продолжительность тумана менее 500 м, не превышающую одного часа и составляет 32,5%, повторяемость продолжительности 2-3 часа равна 28,9%.

В октябре наибольшая повторяемость туманов менее 500 м, равная 37,4%, приходится на продолжительность, не превышающую часа и продолжительность 2-3 часа. В марте максимальная повторяемость, равная 45,8%, приходится на продолжительность тумана менее 500 м, не превышающую одного часа. В теплый период года преобладает

продолжительность туманов 2-3 часа.

Их повторяемость равна 43,9%. Повторяемость продолжительности тумана, не превышающей одного часа, равна 37,4%. В тёплый период года туманы менее 500 м, с максимальной продолжительностью 7-12 часов, наблюдаются в апреле и сентябре. Их повторяемость составляет 4,1%. Самый продолжительный туман менее 500 м отмечался в сентябре 1999 года, который продолжался 09 часов 06 минут [8, с. 105].

3.2 Влияние туманов на основные отрасли народного хозяйства и методы защиты

Снижение горизонтальной видимости при туманах усложняет работу всех видов транспорта. Вполне обосновано, что безопасная деятельность представителей морских и речных портов, летчиков, капитанов кораблей, водителей автомашин нуждаются в обеспечении хотя бы краткосрочными прогнозами по срокам наступления туманов. За период последних 50 лет на Земле от деятельности туманов погибли 7000 человек [16, с.18].

При полете самолетов, большое значение имеет оценка вертикальной мощности тумана, которая колеблется от нескольких метров до нескольких десятков метров; когда через него хорошо просматриваются реки, крупные наземные ориентиры и огни. Ухудшение видимости наблюдается резко при входе воздушного судна в слой тумана и на посадке. Значительно меньшие трудности оказываются при полете выше радиационного тумана, так как он в большинстве случаев располагается пятнами и позволяет пилоту вести визуальную ориентировку. Причем при радиационном тумане, не высокая скорость ветра около или чуть более 3 м/сек.

Исключением является холодный период года, когда такие туманы распространяются на значительные площади и, объединяясь с вышележащей слоистой облачностью, сохраняются в течение нескольких суток. В этом случае туман может представлять серьезное препятствие для выполнения

полетов.

Скорость ветра при адвективных туманах доходит до 3-7 м/сек и более и зачастую сопровождается слабыми морозящими осадками. Поэтому видимость в таком тумане бывает несколько лучше, чем в радиационном тумане, но при этом наземные ориентиры сквозь него сверху не просматриваются.

В отличие от радиационного тумана, который образуется в ночные и утренние часы, адвективный туман формируется в любое время суток; над сушей, и занимает огромные пространства и сохраняется в течение нескольких дней. Характерная особенность его возникновения в часы наибольшего охлаждения поверхности земли. Соответственно в теплый период года такие туманы над сушей, не образуются [13, с. 59].

Полет выше такого тумана возможен только по приборам. В умеренных широтах над материками адвективные туманы возникают в холодную половину года, при прохождении над выхоложенной сушей более теплых и влажных масс воздуха с моря или с более теплой поверхности суши.

Полет на малых высотах через фронт, на котором образовался туман, довольно сложен, особенно если слой тумана сливается с: вышележащей фронтальной облачностью и зона тумана широка. При наличии тумана на фронте полет целесообразнее выполнять выше верхней границы тумана.

Туманы в горных районах возникают вследствие подъема и охлаждения воздуха вдоль наветренных склонов или когда облака, образовавшиеся в другом районе, надвигаются и закрывают возвышенности. При отсутствии облачности над хребтом полет выше такого тумана не представляет серьезных затруднений.

Иногда в зимний период при взлете и посадке, при вырубивании на полосы самолетов, при работе автотранспорта образуются так называемые морозные туманы – частое явление на аэродромах. Такие туманы ухудшают видимость на взлетно-посадочной полосе до нескольких сотен метров, хотя вокруг этой территории, удерживается отличная видимость.

Туманом принято называть такое, когда дальность горизонтальной видимости не превышает 1 км. При дальности видимости от 1 до 10 км скопление мельчайших капель воды или ледяных кристаллов в приземном слое воздуха следует называть не туман а дымка. При полёте над слоем мглы летчик может не видеть земли, в то время как самолет с земли хорошо виден. При более тонком слое мглы летчик будет видеть землю непосредственно под собой, но при снижении и попадании в слой мглы может не видеть аэродрома, особенно при полете против солнца. При слабом ветре посадку лучше производить в таком направлении, чтобы солнце оставалось сзади. Верхняя граница мглы при наличии задерживающего слоя (инверсия, изотермия) обычно бывает резко очерченной и может иногда восприниматься как второй горизонт.

Для обеспечения безопасности посадки самолетов в условиях плохой погоды в послевоенные годы во многих странах ведутся большие исследовательские работы по рассеянию низких облаков и туманов.

К настоящему времени удается рассеивать капельно-жидкие облака и туманы при отрицательных температурах (минус 5° и ниже). Для этой цели применяется сухой лед (твердая углекислота) и йодистое серебро. В последние годы в ряде стран созданы вещества, воздействующие на облака и туманы при более высоких температурах, в том числе и положительных.

Известны множество случаев, когда отменяются рейсы самолетов в аэропортах крупных городов, связанных с густым и сильным туманом. В Москве 22 ноября 2006 года случился небывалый туман. Аэропорты Шереметьево и Внуково оказались в такой густой пелене, что диспетчерам пришлось перенаправить на запасные аэродромы два десятка лайнеров [13, с.67].

Затруднения, возникающие на автомобильных дорогах. Если при оценке воздействия туманов на воздушный транспорт, учитывается его вертикальное распределение, то движению автомобильного и железнодорожного транспорта мешают их горизонтальное распределение, которые порой создают густую

пелену над поверхностью земли. Главное препятствие, это снижение видимости на дорогах иногда до 1000 метров и более вызывают затруднение в передвижении, замедление скорости, а также автомобильные аварии, в которых гибнет много людей.

Примеры аварий на автодорогах. Крупное дорожно-транспортное происшествие произошло 11 сентября 2006 года у въезда в Краснодар. Из-за сильного тумана у въезда в город со стороны Ростова-на-Дону столкнулись 62 автомобиля. В результате автокатастрофы погиб один человек, 42 человека госпитализированы с травмами различной степени тяжести.

В Стамбуле 17 ноября 2006 из-за тумана столкнулись более ста автомобилей. Ранения получили 33 человека, врачи опасаются за жизнь по меньшей мере двоих из пострадавших. Крупное ДТП случилось на шоссе, ведущем из Стамбула в город Эдирне, который расположен рядом с болгарской границей [14, с.43].

Особый подход к оценке туманов, связан с морской навигацией. Над водной поверхностью, при слабом тумане видимость снижается до 1 км, при умеренном – до сотен метров, а при сильном – до нескольких десятков метров. В таких экстремальных случаях, морские суда временно встают на якорь, и включаются sireны маяков. Нередки известные случаи, когда из-за тумана корабли натываются на скалы, или айсберги.

Например, турецкие морские проливы Босфор и Дарданеллы закрывают для судоходства из-за сгустившегося тумана, и снижении видимости в проливах до 200 метров.

Известнейшая трагедия на море, связанная с туманом. Титаник – английский лайнер класса «Олимпик», крупнейший пассажирский пароход мира на момент своей постройки, принадлежавший компании «Уайт Стар Лайн». Во время первого рейса 14 апреля 1912 г. столкнулся с айсбергом по причине густого тумана и через 2 часа 40 минут затонул. Из 2223 пассажиров и членов команды выжило 706. Катастрофа «Титаника» стала легендарной и явилась одной из самых крупных в истории кораблекрушений.

В настоящее время в качестве защиты от тумана на море, существует система навигации малых судов, которая предназначена для навигации малотоннажных судов в условиях ограниченной оптической видимости (ночь, туман, снег, дождь, высокая задымленность и т.п.) или ее отсутствия. Включаются они в случаях, когда управление и навигация путем визуального контроля, либо по данным других оптических или ИК-датчиков, затруднены или невозможны [19, с. 88].

В связи с тем, что относительная влажность при туманах составляет порой 100%, они оказываются благоприятной средой для развития многих грибковых и вирусных заболеваний сельскохозяйственных культур. Особенно способствуют размножению вредителей, появлению бактерий, грибковых заболеваний туманы в середине вегетации, в теплый период года, когда растения сформировались и набрали биологическую массу.

Не меньший вред наносят они и в осенний период, например, при уборке зерновых культур, когда избыток влаги в атмосфере, способствует накоплению ее в зерне и соломе; отсыревшая солома наматывается на рабочие части комбайна, зерно плохо вымолачивается и значительная часть его уходит в мякину.

Полученный урожай с избыточной влажностью, нуждается в более длительной сушке, естественно дополнительным материальным затратам и вызывают опасения при длительном хранении.

Абсолютно однозначно, что поздне-летние и осенние туманы затрудняют уборку клубнеплодов (картофеля), и корнеплодов (сахарная свекла) так как клубни и корнеплоды медленно сохнут и при лежке могут подвергаться гниению. Зимой туманы «съедают» снег, и если после этого наступает резкое похолодание, то образуется ледяная корка [19, с.86].

В метеорологической практике туманы делят на два вида - (зимние) переохлажденные и теплые – возникающие при положительной температуре. Статистически наиболее часто встречаются теплые туманы, которые составляют до 95% от общего количества «тумано-часов» на Земле. Для

улучшения видимости в аэропортах и на автодорогах Центральной Аэрологической Обсерваторией Росгидромета (ЦАО), разработаны эффективные российские технологии рассеяния переохлажденных туманов и необходимые для ее реализации технические средства (рисунок 3.3, рисунок 3.4.)



Рисунок 3.3 – Туман до воздействия [11, с. 24]



Рисунок 3.4 – Видимость после воздействия [11, с.25]

Она довольно успешно прошла апробацию в аэропортах Москвы, Кишинева, Моздока, Алма-Аты и Минеральных Вод, а с 1995 года успешно

применяется в опытно-производственных работах по улучшению видимости на автодорогах и в аэропортах северной Италии. Использование этих технологии рассеяния переохлажденных туманов в аэропортах, увеличивают видимость в тумане до такой степени, что позволяет произвести посадку и взлет самолетов.

Главная цель всех разработок создание эффективных, экономичных и экологически безопасных способов искусственного рассеяния теплых туманов типа мобильных термокинетических генераторов подогретого воздуха.

Сущность этой технологии заключается в том, что в переохлажденный туман вводятся искусственные ледяные зародышевые частицы, после чего начинается «перегонка» водяного пара. Образовавшиеся кристаллики льда вырастают до крупных размеров и выпадают из тумана.

Кроме того, известны технологии с применением стационарных и мобильных генераторов мелкодисперсных частиц льда, работающие на жидком азоте (N_2) (рисунок 3.5).

Введенный в переохлажденный туман, жидкий азот с температурой кипения $-178^{\circ}C$, вызывает резкое понижение температуры, при котором капли тумана замерзают, и в конечном итоге увеличивают видимость в тумане.



Рисунок 3.5 – Стационарный генератор мелкодисперсных частиц льда на жидком азоте [12, с. 214]

Приведенные на рисунке 3.5 генераторы, большей частью используются для улучшения видимости на взлетно-посадочных полосах в аэропортах и крупных дорожных развязках автомагистралей. Использование этих установок позволяют создать зону просветления шириной 15-20 метров и протяженностью до 200 метров.

Их, как правило, устанавливают вокруг защищаемых объектов с учетом местных метеорологических условий (роза ветров, местный рельеф и т.п.). Управление ими, проводится дистанционно с помощью автоматизированных и полуавтоматизированных систем управления, включающие в себя информационно-измерительный комплекс.

Широкое использование автомобильного транспорта в условиях Российской Федерации делает довольно актуальной проблему обеспечения безопасности движения и необходимость существенного улучшения видимости в тумане на автодорогах страны. Для оперативного улучшения видимости на автодорогах используются мобильные генераторы мелкодисперсных частиц льда, работающие на жидком азоте (рисунок 3.6).



Рисунок 3.6 – Мобильный генератор мелкодисперсных частиц льда на жидком азоте [12, с. 216]

Следует отметить, что к российским противотуманным технологиям проявили интерес итальянские автодорожные компании. Довольно успешно на практике в сотрудничестве с фирмой Аутовие-Венете специалисты ЦАО осуществили проект по рассеянию теплых и переохлажденных (летних и зимних) туманов на автодороге Венеция – Триест.

Удалось создать сравнительно недорогие и эффективные системы, обслуживающие особо опасные участки трассы - на многоярусных развязках, вблизи пунктов оплаты проезда. Была также разработана автоматизированная стационарная система азотных генераторов для рассеяния туманов на станции Venezia Est автострады А4 Венеция-Триест.

По техническому заданию ЦАО, несколько итальянских фирм изготовили для этой системы 10 стационарных азотных генераторов, способных работать длительное время без дозаправки. С использованием трехмерной численной модели развития тумана был составлен алгоритм автоматического управления работой системы [7, с.66].

У специалистов ЦАО есть также богатый опыт работы с авиационными компаниями. Зимой и летом они помогают воздействовать на туманы, парализующие московские аэропорты, расположенные в предместьях столицы. Подобные услуги оказываются и по международным контрактам. Например, в 2001-2002 году российские «мастера по разгону туманов» успешно выполняли заказ казахского Акционерного общества «Международный аэропорт Алматы», который расположен в предгорьях Алатау и часто затягивается сползающими с гор туманами.

Борьба с вредным влиянием туманов на работу авиационного транспорта традиционно ведется по двум направлениям: путем развития методов искусственного рассеяния туманов и создания более совершенных средств посадки по приборам.

Современные радиоэлектронные системы обеспечения посадки надежно выводят самолеты на траекторию снижения. Однако на последнем этапе посадки, и особенно в момент касания земли, пилот все же должен отчетливо

видеть взлетно-посадочную полосу. Существующие системы слепой посадки по степени надежности пока еще не могут соперничать с визуальной посадкой, при которой пилоты чувствуют себя более уверенно [11, с.67].

Экономическая эффективность систем рассеяния туманов в аэропортах определяется многими факторами и должна оцениваться для каждого конкретного аэропорта и типа самолетов, если Боинг-747 и Боинг-727 расходуют за 1 час посадки соответственно 18.000 литров и 6.188 литров топлива, то тепловая система рассеяния тумана тратит только 1,5 литра в секунду, а для посадки самолета достаточно включить ее на 5 мин.

В качестве альтернативы термокинетическим генераторам и электростатическим установкам в ЦАО разрабатывается система для рассеяния туманов с применением инфракрасных излучателей. Идеи использовать инфракрасное излучение для воздействия на туманы выдвигались давно, однако не находили практического применения до той поры, пока не появились мощные лазеры инфракрасного диапазона.

В последние же годы промышленность выпускает широкую номенклатуру инфракрасных нагревателей, которые после небольшой доработки вполне могут быть использованы для просветления тумана. Они автономны, в качестве энергоносителя в них используется сжиженный газ, керосин или дизельное топливо, а установка не требует никаких строительных работ на аэродроме. Для оптимального размещения инфракрасных нагревателей на взлетно-посадочном поле необходим только детальный учет метеорологических условий [15, с.125].

Заключение

Сложные физико-географические условия, разнообразие ландшафта, близость незамерзающих морей и системы высоких хребтов Кавказа, наличие большого числа водохранилищ вносят ряд изменений в общую циркуляцию воздушных масс, что объясняет своеобразие климата Краснодар. Краснодар находится в районе взаимодействия различных систем циркуляции.

В ходе исследования были достигнуты все поставленные цели и задачи, в частности – рассмотрены достаточно точные методы прогнозирования туманов с высоким коэффициентом оправдываемости, а так же способы борьбы с этим неблагоприятным явлением.

Основываясь на вышеизложенном, можно сделать следующие выводы по данной работе:

1. В Краснодарском крае наблюдаются туманы радиационного, адвективного характера и фронтальные. При этом чаще отмечаются туманы радиационного характера. Все виды туманов наиболее часто образуются при температурах в тёплую половину года от $+5^{\circ}\text{C}$ до $+15^{\circ}\text{C}$, в холодную от -4°C до $+5^{\circ}\text{C}$. При температурах $-25^{\circ}\dots-28^{\circ}\text{C}$ возможно появление только радиационных туманов, при температурах воздуха свыше $+15^{\circ}\text{C}$ мало вероятны туманы адвективного происхождения.

2. Чаще всего туманы отмечались в холодный период года с максимумом в январе (7 дней). Максимум – 60 дней с туманом отмечались в 1999 году. Минимальное число дней с туманом (28) было в 2008 году.

3. В годовом ходе туманов наибольшая повторяемость приходится на период октябрь- февраль с максимумом повторяемости 17,7% в ноябре. Наименьшая повторяемость туманов отмечается с марта по сентябрь, в этот период идет постепенное уменьшение повторяемости, достигая минимума 1,3% в августе, но в сентябре повторяемость туманов резко увеличивается до 7,5%.

4. Продолжительность радиационных туманов колеблется в пределах от 1 до 10 часов с небольшим максимумом (24-33%), который приходится на повторяемость 2-4-х часовой продолжительности. Средняя продолжительность радиационных туманов в центральных районах в период с октября по февраль 5-7 часов с наибольшим значением 16 часов в октябре, в восточных и северо-восточных районах зимой средняя продолжительность увеличивается соответственно 8 и 12 часов, а максимальная до 24 и 30 часов.

5. В суточном ходе наибольшая повторяемость туманов наблюдается в утренние и ночные часы. Максимум повторяемости туманов приходится на период 03-06 часов и составляет 29,6%. Повторяемость туманов в период 06-09 часов равна 21,1%, в 00-03 часа составляет 18%. Наименьшая повторяемость туманов отмечается с 9 до 24 часов, с минимумом 2,1% в 12-15 часов.

6. Повторяемость всех видов туманов носит сезонный характер:

- максимум радиационных туманов возникает в период от 3 до 6 часов утра, причём среднее время появления их зимой – 6-7 часов, весной и осенью – 5-6 часов, летом 4-5 часов;
- максимум адвективных туманов возникают вечером от 21 до 24 часов, в северо-восточных – утром от 6 до 9 часов, в восточных не отмечается чётко выраженного суточного хода повторяемости времени появления их;
- максимум фронтальных туманов чаще утром от 3 до 6 часов и несколько реже от 6 до 9 часов и от 21 до 24 часов.

Список использованной литературы

1. Атмосфера. Справочник. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 236 с.
2. Борисов, В.И. Занимательное краеведение. – Краснодарское книжное издательство, 1975. – 127 с.
3. Волынцева, О.И., Смирнова, А.А. Анализ и прогноз погоды с помощью Геоинформационной системы Метео: учеб. пособие. – Обнинск: Изд-во ВНИИГМИ-МЦД, 2007. – 197 с.
4. Дистанционные метеорологические устройства, их монтаж и эксплуатация. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 327 с.
5. Воробьев, В.И. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеиздат 1991. – 323 с.
6. Воронцов, И.К. Климат Краснодарского края. – М.: Наука, 1999. – 193 с.
7. Городецкий, О.А., Гуральник, И.И., Ларин, В.В. Метеорология. Методы и технические средства наблюдений. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 336 с.
8. Доклад «О состоянии окружающей природной среды Краснодарского края в 2017 г». – Краснодар, 2018. – 548 с.
9. Дубинский, Г.П., Гуральник, И.И., Мамиконова, С.В. Метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1960. – 589 с.
10. Зверев, А.С. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 616 с.
11. Зверев, А.С. Туманы и их предсказание. – Л., 1954. – 74 с.
12. Капустин, А.В., Сторожук, Н.Л. Технические средства гидрометеорологической службы – СПб.: Изд. агентство «Энергомашиностроение», 2005. – 283 с.
13. Качурин, Л.Г. Методы метеорологических измерений. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 448 с.
14. Климатическая характеристика аэропорта Краснодар. – Ростов-на-Дону: Донской издательский дом, 1970. – 250 с.
15. Клоссовский, А.Н. Основы метеорологии: 2 изд. – Одесса: Изд-во

- Феникс, 2008. – 511 с.
- 16.Крючек, Н.А., Латчук, В.Н., Миронов, С.К., Безопасность и защита населения в чрезвычайных ситуациях. – М.: НЦ ЭИАС, 2000. – 320 с.
 - 17.Моргунов, В.К. Основы метеорологии и климатологии. Метеорологические приборы и методы наблюдений. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2005. – 357 с.
 - 18.Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. – М.: Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2000. – Вып. 11. – 80 с.
 - 19.Оболенский, В.Г. Основы метеорологии. – М., 2005. – 305 с.
 - 20.Павличенко, Т.И., Швер, Ц.А. Климат Краснодарского края. – Л.: Гидрометеоздат, 1990. – 191 с.
 - 21.Савельев, И.В. Механика. Молекулярная физика. – М.: Наука, 1989. – 500 с.
 - 22.Сергин, С.Я., Яйли, Е.А., Цай, С.Н., Потехина, И.А., Климат и природопользование Краснодарского Причерноморья. Монография. – СПб.: изд. РГГМУ, 2001. – 188 с.
 - 23.Стерзнат, М.С., Метеорологические приборы и измерения. – Л.: Гидрометеоздат, 1978. – 391 с.
 - 24.Терская, И.А., Терский, А.В., Терский, Д.А. География Краснодарского края. – Краснодар: Перспективы образования, 2003. – 150 с.
 - 25.Хавлецкий, М.И., Погода и ее свойства. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2000. – 240 с.
 - 26.Хромов, С.П. Метеорология и климатология. – СПб.: Гидрометеоздат, 1983. – 700 с.