



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

Кафедра Экспериментальной физики атмосферы

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

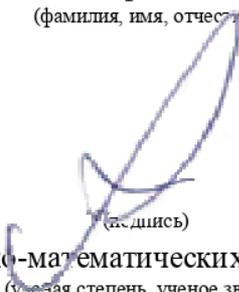
На тему «Флуктуации метеорологических параметров на участке дороги»

Исполнитель Маркевцева Галина Сергеевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат физико-математических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Восканян Карина Левановна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой


(подпись)
доктор физико-математических наук, профессор
(ученая степень, ученое звание)

Кузнецов Анатолий Дмитриевич
(фамилия, имя, отчество)

«15» мая 2022 г.

Санкт-Петербург
2022

Оглавление

	стр.
Введение	3
1 Климатические особенности и влияние погодных явлений на безопасность дорожного движения	5
1.1 Климатические особенности Курортного района г. Санкт-Петербург	5
1.2 Характеристика сезонов года	11
1.3 Опасные гидрометеорологические явления	16
1.4 Метеорологические факторы и их влияние на условия движения на дороге	19
2 Средства метеорологического мониторинга участков автомобильных дорог	24
2.1 Автоматически метеорологически станции общего назначения	24
2.2 Автоматически дорожные метеорологически станции	27
2.3 Метеорологическое обеспечение кольцевой автомобильной дороги г. Санкт-Петербург	29
2.4 Особенности расположения автоматических дорожных метеорологических станции на КАД	32
3 Флуктуации метеорологических параметров на участке дороги	35
3.1 Подготовка данных для исследования	35
3.2 Анализ флуктуаций метеорологических параметров	37
Заключение	45
Список использованных источников	46

Введение

Как известно, метеорологические параметры имеют сильное влияние на безопасность движения. [1,2] Даже самый аккуратный водитель может столкнуться в пути с внезапным появлением льда на покрытии или явлением аквапланирования. Сильный ливень, снегопад или густой туман на дороге часто требуют и вовсе полной остановки транспортного средства. Такое положение дел может обернуться не только дорожно-транспортным происшествием, но и привести к смертельному исходу. Кроме того, быстрое и резкое изменение погодных условий может неблагоприятно сказаться на эффективности работы экстренных служб и обслуживающих дороги организаций. [3,4]

Прогнозная продукция синоптических подразделений гидрометцентров представляет собой, как правило, общие прогнозы для достаточно больших районов. Такая информация не подходит для обеспечения большинства задач дорожного обеспечения, поскольку из-за первичной информации, полученной в синоптические сроки (дискретность измерений восемь раз в сутки) не успевает отследить все кратковременные изменения, оказывающие влияние на транспортно-эксплуатационное состояние конкретного участка дороги. [3,5]

В пределах полосы дороги создается свой микроклимат, поэтому для прогноза процессов, происходящих в земляном полотне, а также для оценки транспортно-эксплуатационного состояния дорожного покрытия недостаточно сведений, которые можно получить с ближайших метеорологических станций. Поэтому на участках дорог устанавливают различные информационно-измерительные метеорологические системы, которые не только измеряют необходимые характеристики, информируют водителей об обстановке на дороге, но и способны прогнозировать наступление и развитие неблагоприятных и опасных явлений.

Многие федеральные и региональные дороги оснащены аппаратурой метеорологического наблюдения, которая позволяет получать фактические

данные о погоде и состоянии дорожного полотна в точках установки, что является неотъемлемой частью обеспечения безопасности дорожного движения. Как правило – это дорожные метеорологические станции, входящие в состав систем управления дорожным движением. Частота установки станций зависит от длины однородных по термическому состоянию участков дороги. Однородность термических параметров может варьироваться от десятков метров на мостах и путепроводах до нескольких десятков километров при однородном ландшафте и растительности. [3,5]

Актуальность данного исследования заключается в том, что безопасность дорожного движения на дорогах во многом зависит именно от метеорологических условий.

Сбор, анализ метеоданных, полученных с пунктов дорожного метеоконтроля, их изменений и отклонений, а также своевременный прогноз изменения метеобстановки и вероятности появления того или иного неблагоприятного(опасного) явления, может не только спасти человеческие жизни, но и обеспечить своевременный контроль за состоянием дороги в целом и отдельных ее элементов.

Целью работы является изучение флуктуации метеорологических параметров на участке дороги.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

- изучить средства метеорологического мониторинга участков автомобильных дорог;
- ознакомиться с метеорологическим обеспечением кольцевой автомобильной дороги г. Санкт-Петербург;
- проанализировать климатические особенности Курортного района г. Санкт-Петербург и зоны расположения анализируемой дорожной метеорологической станции;
- рассмотреть и проанализировать колебания метеорологических параметров

и

параметров дорожного полотна по данным автоматической дорожной станции
и, расположенной в Курортном районе г. Санкт-Петербург.

1 Климатические особенности и влияние погодных явлений на безопасность дорожного движения

1.1 Климатические особенности Курортного района г. Санкт-Петербург

На формирование температуры влияние оказывают два основных фактора радиационный режим и циркуляция атмосферы.

Климат Санкт-Петербурга

- Умеренный, переходный от умеренно-континентального к умеренно-морскому.

- За год в Санкт-Петербурге бывает в среднем 62 солнечных дня.

- В городе наблюдаются так называемые “Белые ночи”, наступающие 25-26 мая. Заканчиваются белые ночи 16-17 июля.

- Средняя температура воздуха составляет +4,3 °С. Самый холодный месяц в городе – февраль со средней температурой – 7,9°С, в январе -7,7°С. Самый теплый месяц – июль, его среднесуточная температура +17,8°С.

- Среднегодовая сумма осадков – около 673мм.

Вторгаясь на территорию города, атлантические воздушные массы несут с собой ветреную пасмурную погоду.

Радиационный фактор проявляется в условиях ясной и безветренной погоды, когда происходит формирование антициклонов.

Как показывают данные многолетних наблюдений, средняя годовая температура воздуха в городе составляет +5,6 градуса.

Температура воздуха за последние 30 лет в среднем за год повысилась на 1,7 градуса: зимой на 3,5 градуса, а летом – на 1,5 градуса.

Основная часть минимальных температурных значений была зарегистрирована ещё в XVIII– в начале XX века. Начало XXI:пасмурных дней в течение года в среднем бывает до 177 по общей облачности.

Влажность воздуха в городе высокая и достигает до 80%. выпадающие осадки превышают испарение на 200-250мм. В среднем за год развития

выпадает 653 мм, большая их часть приходится на теплый период и 33% выпадет в течение холодного периода. Осадки в твердом состоянии идут с декабря по февраль, а жидкие – с мая по октябрь. Больше количество осадков выпадает в северной части города. В устье Невы осадков выпадает меньше на 5-7%, еще меньше их выпадает на побережье Финского залива.

С запада и юго-запада, со стороны Атлантического океана, где располагаются Азорский антициклон и Исландский минимум давления, на территорию региона поступает влажный морской воздух, оказывающий смягчающее влияние на климат. Для города характерно тёплое, дождливое лето и относительно мягкая зима. С севера и северо-востока, из полярной области высокого давления, в регион поступают холодные и сухие арктические воздушные массы, формирующиеся надо льдами Северного Ледовитого океана. Оказывает влияние на климат региона и область высокого давления в Центральной Азии. Из этих районов — с востока и юго-востока — в регион приходит континентальный воздух, приносящий сухую и ясную погоду.

Наибольшее влияние на климат региона оказывают воздушные массы, поступающие с Атлантики. В среднем за год ветры западных, северо-западных и юго-западных направлений составляют почти 46 % (осенью — около 50 %) всех ветров, ветры северных и восточных направлений — 28 %, а южных и юго-восточных — 26 %. Следствием смены и взаимодействия воздушных масс разных направлений является типичная для города многолетняя изменчивость погоды и её неустойчивость в течение года.

Заметное влияние на климат Санкт-Петербурга оказывают городские условия, создающие особый микроклимат. Пыль, дым, сажа и другие примеси в воздухе в дневное время уменьшают солнечную радиацию, а в ночное время задерживают земное излучение, замедляя охлаждение земной поверхности.

Летом каменные здания и мостовые сильно нагреваются и аккумулируют тепло, которое ночью выделяется в атмосферу, зимой воздух

забирает дополнительное тепло от отопления зданий. Летом дневные температуры в центре Санкт-Петербурга на 2-3 градуса теплее, чем в пригородах (табл. 1.1), а относительная влажность ниже на 15-20%. Зимой разница температур может достигать 10-12 градусов, а влажность может достигать 40%. Самое теплое место в городе – Невский проспект. Ветер в городах слабее (в среднем 1-2 м/с), чем на открытой местности.

Таблица 1.1

Среднемесячная температура воздуха

Максимальная и минимальная среднемесячная температура воздуха (1744-2021)												
Месяц	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек
Самый теплый С	1,5 2020	1,7 1990	3,6 2007	8,3 1921	15,9 1897	21,4 2021	24,4 2010	19,8 1972	14,9 1938	9,3 1775	4,4 2013	3,0 2006
Самый хол-ый С	-21,4 1814	-19,5 1871	-11,5 1942	-3,7 1790	2,1 1867	11,1 1810	14,1 1837	12,6 1856	7,0 1894	-0,5) 1880	-10,0 1774	-18,4 1788

Фактические значения температуры воды вблизи берега могут отличаться на несколько градусов. Это бывает заметно, после сильного дождя или после длительных периодов сильных ветров. Некоторые низовые ветра приводят к тому, что холодные глубокие воды заменяют поверхностные, которые были нагреты солнцем.

Среднегодовая температура воды на побережье в Санкт-Петербурге составляет 7.0°C. По временам года: зимой 0.5°C, весной 2.5°C, летом 16.0°C, осенью 9.0°C. Минимальной температура воды (-2.5°C) в Санкт-Петербурге бывает в январе, максимальной (22.0°C) в июле.

Температура поверхности почвы колеблется в достаточно широких пределах (табл. 1.2) в зависимости от сезона года. В течение пяти месяцев года средняя температура почвы имеет отрицательные значения, в остальные

семь – положительные. Средняя температура почвы колеблется от -9 °С в январе-феврале до 21 °С в июле. Абсолютный максимум максимальных значений температура почвы достигает в июне, минимальных – в январе. Наиболее низкие значения минимальной температуры почвы составляют минус 41°С в феврале, наиболее высокие – в июле 2°С.

Таблица 1.2

Температура поверхности почвы

Температура поверхности почвы (или снега при его наличии)												
Месяц	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек
Максимальная температура, °С	4	5	17	35	50	53	52	51	39	25	12	8
Средняя температура, °С	-9	-9	-5	4	13	19	21	18	11	5	-1	-5
Минимальная температура, °С	-39	-41	-39	-25	-7	-3	2	0	-5	-14	-32	-39

По общей облачности в Санкт-Петербурге в среднем 177 пасмурных дней в году. В солнечные дни средняя продолжительность солнечного сияния уменьшается с 10,1 часа в июне до 2 часов в декабре.

Для Санкт-Петербурга характерна высокая влажность воздуха - около 80 % (лето - 60-70 %, зима - 83-88 %), так как осадки превышают испарение воды примерно на 200-250 мм. Количество дней, когда относительная влажность составляет не менее 80 %, колеблется от 140 до 155.

Санкт-Петербург попадает в зону повышенной влажности из-за своего расположения. Среднее годовое количество осадков за последние 30 лет составляет в Санкт-Петербурге 653 дюйма. Осадки в Санкт-Петербурге в основном зависят от интенсивности циклонической деятельности.

В течение года осадки выпадают неравномерно (табл. 1.3): большая их часть (67%) приходится на теплый период (апрель – октябрь, с максимумом в июле – августе) и только 33% – на холодный (минимум в феврале – марте).

Таблица 1.3

Количество выпадающих осадков

Месяц	Норма, мм	Минимум/мес.,мм	Максимум/мес., мм	Максимум/сут.,мм
Январь	44	4(1909)	87(2011)	23(1955)
Февраль	33	3(1886)	92(1990)	13(1990)
Март	37	0,7(1923)	83(1971)	26(1971)
Апрель	31	6(1965)	85(1966)	29(1991)
Май	46	2(1978)	127(2003)	56(1916)
Июнь	71	8(1889)	154(1998)	44(2004)
Июль	79	5(1919)	166(1979)	69(2002)
Август	83	1(1955)	191(1933)	76(1947)
Сентябрь	64	11(1901)	178(1912)	34(1912)
Октябрь	67	5(1987)	150(1984)	37(2003)
Ноябрь	56	2(1993)	117(2010)	31(2010)
Декабрь	51	7(1890)	112(1981)	28(2009)
За год	662	395(1882)	842(2003)	76(1947)

При этом твердые осадки выпадают с декабря по февраль, жидкие — с мая по октябрь, а смешанные осадки (мокрый снег или снег с дождем) отсутствуют с июля по август.

В северной части города и северных пригородах годовое количество осадков примерно на 11% и 20% больше, чем в центральном районе соответственно. Напротив, в устье Невы годовое количество осадков на 5-7% меньше, чем в среднем. Побережье Финского залива (в Лисьем Носе, Петродворце, пос. Стрельна) и острова (в Кронштадте) получают меньше осадков, с разницей в 8-9% от центра.

Количество дней с осадками $\geq 0,1$ мм колебалось от 155-160 мм вдоль Финского залива и островов до 180-200 мм в центральной и восточной части города. В целом количество дней с осадками за период 1936-2006 гг.

Увеличение на 7,4 дня, или 32% от долгосрочного среднего показателя за этот период.

Одной из основных характеристик осадков является их интенсивность. В холодное время года их интенсивность невелика - в среднем 0,2-0,4 мм/ч. Летом интенсивность увеличивается до 1,1-1,3 мм/ч из-за обильных осадков.

Снежный покров, как элемент климата, имеет следующие показатели: сроки образования и схода снежного покрова, образование и разрушение устойчивого снежного покрова, количество дней снежного покрова, высота снежного покрова, плотность и влажность.

Только в пределах парков и скверов можно судить о характеристиках снежного покрова в Петербурге. Это связано с регулярной очисткой городских улиц от снега. В Санкт-Петербурге снег обычно держится около 120 дней, а в Подмосковье — около 130 дней. Устойчивый снежный покров обычно образуется в начале декабря (на островах Финского залива — в конце декабря) и разрушается в последней декаде марта. За сутки снежный покров в городе увеличился на 22 см. Количество воды зависит от накопления снега и высоты, в среднем 73 мм в год в городах и 103 мм в пригородах.

Анализ средних годовых значений максимальной высоты снежного покрова отражает заметное уменьшение этого показателя. Это обусловлено, в первую очередь, тем, что вследствие повышения температуры воздуха в холодный период года увеличивается доля жидких и смешанных осадков. Кроме того, увеличивается повторяемость оттепелей.

Максимальный прирост снежного покрова за сутки в городе составляет 22 см. Интенсивность выпадения снега, в основном, составляет 0,5-0,6 см/ч, максимальная интенсивность находится в пределах от 1 до 4 см/ч.

Запас воды в снеге зависит от его плотности и высоты снежного покрова и в среднем за год в городе составляет 73 мм, на полевых участках пригорода он возрастает до 103 мм.

Ледовый режим водной системы Финский залив – Невская губа – река Нева весьма сложен. Особенности ледового режима зависят от ряда

особенностей, обусловленных повышением температуры воздуха, обширностью площади водоемов, большими запасами тепла водных масс и постоянным воздействием ветра различных направлений. На ледовый режим также влияют глубина и влияние речного стока для Финского залива и Невской губы, для реки Невы наибольшее влияние оказывает разность уровня Ладожское озеро – Балтийское море.

В Санкт-Петербурге (до 32 км от устья) Нева замерзает от 2-3 до 15-20 дней. Большинство зимних ледовых границ приурочено к Невской губе, средняя толщина которых не превышает 50 см. Толщина дрейфующего и твердого льда уменьшилась в среднем за 15 лет на 10-15 см относительно нормы.

В акватории Финского залива самая теплая зима с 1881 года наблюдалась в 2007/2008 годах, впервые в истории в водах Невского залива не образовался сплошной лед толщиной 30 см, худшая с 1947 года. Зимой 2002/2003 года толщина быстрого льда достигала 90 см.

1.2 Характеристика сезонов года

Зима в Петербурге обычно наступает в начале декабря, ее наступление совпадает с нарастанием снега (но в некоторые годы он ложится лишь в середине января) и замерзанием верхней Невы. По среднегодовому показателю это произошло 5 декабря. В первой половине зимы погода обычно неустойчивая, с частыми оттепелями. Солнце стоит низко, дни короткие, снежный покров легкий. Воздух, приносимый циклоном с запада, быстро охлаждался, а содержащиеся в нем водяные пары конденсировались, вызывая высокую облачность и туман. В декабре в среднем всего 2 солнечных дня. Вторая половина зимы заметно холоднее первой половины. Воздух с запада стал более прохладным, но менее влажным. В результате облачность уменьшается, туманы становятся реже, осадки уменьшаются, а арктический воздух проникает чаще, понижая температуру.

Характер зимы в Санкт-Петербурге в значительной степени зависит от антициклонов и циклонов в Атлантике. В годы, когда область высокого давления в Атлантике расширяется, в Санкт-Петербурге усиливается поступление атлантического воздуха, благодаря чему зима бывает более тёплой.

Считается, что зима приходит в Петербург позже, чем в другие города нашей страны. Но, несмотря на это в декабре в Северной столице температура уже достигает отрицательных значений, и на улицах лежит снег. Однако именно в декабре очень часто случаются резкие перепады температуры, что приводит к оттепелям, которые чередуются с морозами, и это становится причиной появления на улицах города гололеда. [4]

Январь и февраль отличаются большей стабильностью. Средние температурные значения колеблются от -8 до -12 градусов, но случаются и настоящие морозы, когда столбик термометра опускается ниже отметки -25 градусов. Солнечные дни зимой в Петербурге случаются крайне редко. В основном, небо затянуто тучами, часто на город опускаются туманы.

В конце февраля может установиться достаточно теплая погода, но не стоит думать, что весна уже полностью вступила в свои права. Холодные деньки могут внезапно вернуться и продержаться до конца марта.

Весна в Санкт-Петербурге обычно наступает в конце марта, когда сходит снег. Весна «просыпается» медленнее, чем в соседних континентальных районах: сказывается влияние крупных водоемов, охлаждающихся зимой. Среднесуточная температура выше 0°C устанавливается в начале апреля, вскоре после схода снега, к концу апреля достигает 5°C, в мае - 10°C. Весной атмосферное давление самое высокое, циклонов мало, погода относительно стабильная. Меньшее количество дней с осадками, чем в другие времена года, 13,9 марта (апрель, 12,7-12,8 мая), облачность меньше, чем зимой (8-10, солнечно), меньшая относительная влажность воздуха (76 % в марте и 60 % в мае) и скорость ветра. Однако часто бывают рецидивы простудных заболеваний. Северо-восточные ветры

приносят холода с арктических морей, иногда с продолжительными ночными заморозками, несут льды из Ладоги в Неву. В среднем последние заморозки наблюдаются 5 мая, но, вероятно, до 28 мая, на почве - 6 июня (1962 г.).

Городской календарь на Неве - начало весны практически всегда омрачается холодной, ветреной погодой и традиционной влажностью. Из-за повышенной влажности вам кажется, что на улице холоднее, чем на самом деле. Март больше похож на продолжение зимы, но к концу месяца уже чувствуется дыхание весны. Температура может повышаться до положительных значений, но затем возвращаться к морозу. По прогнозам синоптиков, средняя температура марта составляет -3 градуса тепла.

В апреле весна полностью занимает свое законное место. В середине месяца воздух прогревается до положительных значений. Впрочем, иногда и в апреле можно ожидать снега. Конечно, весенний снег уже не стелется ковром, а тает, как только падает на землю. В апреле горожан радуют весенние капли дождя и частые солнечные дни. В последние дни апреля в Петергофе начинает работать фонтан. Хотя сезон официально не начинается до середины мая, вы можете приехать туда пораньше, чтобы насладиться брызгами весеннего солнца.

Конечно, май — самая красивая весна в Петербурге. Трава зеленеет и цветут нарциссы, тюльпаны и крокусы. Между тем начало месяца было довольно холодным и ветреным. Причиной этого является ледоход на Невском и Ладожском озерах. Ну а начиная с середины месяца, даже первые весенние грозы не всем испортят погоду и настроение в Петербурге. Средняя температура в мае достигает +15 градусов по Цельсию. Однако иногда во второй половине года стоит действительно жаркая погода и столбик термометра поднимается до +23-25 градусов.

Мороз прекращается, когда начинается лето. Среднесуточная температура воздуха в июне достигает +14,8 °С, а в июле – +17,8 °С. Санкт-Петербург находится в зоне пониженного давления, при этом атлантический воздух дует с запада. Циклоны усиливаются, и характер летней погоды во

многим определяется их траекториями. Когда центр циклона прошел к югу от города, преобладали северные ветры, приносящие холодную и дождливую погоду. Поскольку центр циклона миновал Баренцево и Белое моря, в Санкт-Петербурге преобладали южные ветры и стояла теплая погода. Выше +25 °С средняя температура составляет 16 дней в году, абсолютный максимум +37,1 °С наблюдался 7 августа 2010 года. Летний абсолютный минимум 0 °С наблюдался в июне 1930 г.

Самым популярным летним месяцем среди туристов является июнь. И это оправданно, ведь именно в конце июня в Петербурге вы увидите белые ночи - природное явление, характерное для северных широт, когда солнце уходит за горизонт всего на несколько часов. И даже в самое темное время петербургская ночь настолько светла, что напоминает легкие сумерки.

Июль – это самый теплый месяц петербургского лета. Именно в этот период у жителей и гостей города выдается возможность позагорать на пляже и искупаться в озерах Ленинградской области или в Финском заливе. Воздух прогревается до +24-26 градусов по Цельсию. На июль обычно выпадает большое количество солнечных дней.

Во второй половине лета циклоны бывают чаще и сильнее. Такая погода преобладает в годы с сильными циклонами. В августе становится холоднее, среднесуточная температура понижается до +16 °С. Если начало августа еще может быть жарким, словно июль не хочет сдавать свои позиции и продолжает радовать нас палящими солнечными лучами, то с середины месяца уже явно чувствуется скорое приближение осени. Воздух по утрам становится холодным, учащаются дожди, часто бывает ветрено. Именно на август приходится самое большое количество осадков - их приносят атлантические циклоны.

Осень в Санкт-Петербурге начинается со второй недели сентября. В среднем первые заморозки наступали 10 октября, а самые ранние – 15 сентября 1944 года. На земле заморозки наступили раньше, самое раннее – 29 августа 1973 года. Первая половина сентября теплая и сухая, среднесуточная

температура обычно выше $+10^{\circ}\text{C}$, хотя ночью бывают заморозки. Со второй половины сентября активность циклонов усилилась, постепенно облачно, дождливо, ветрено, морось, увеличилась облачность и относительная влажность (81-87%), усилилась скорость ветра. Среднемесячная температура снижается от $+10,8^{\circ}\text{C}$ в сентябре до $+4,8^{\circ}\text{C}$ в октябре и $+0,5^{\circ}\text{C}$ в ноябре.

Начало сентября обычно достаточно теплое. Стоит так называемое «бабье лето». Это самое время для пеших прогулок. Осенний Петербург невероятно красив - золотой ковер листьев застилает сады и парки города, светит солнце, а прохладный ветер с Финского залива делает прогулку по городу еще приятнее. Однако уже в конце сентября погода резко меняется. На улице становится холоднее, учащаются дожди. Средняя температура воздуха в сентябре в Санкт-Петербурге составляет $+12-15$ градусов по Цельсию.

В конце сентября — начале октября бывает возврат тепла: на сравнительно короткое время устанавливается солнечная, тёплая и сухая погода. Это так называемое «бабье лето». В последние дни ноября среднесуточная температура падает ниже 0°C . Наступает конец осени.

В октябре небо в Петербурге практически каждый день покрыто тучами. Температура постепенно понижается. А в конце месяца и вовсе наступают заморозки. Среднемесячная температура в октябре составляет $+6-8$ градусов.

Последний осенний месяц, ноябрь, приносит в город мокрый снег с дождем, который может вызвать на дороге гололедицу. Короткий световой день и хмурое небо возвещают о скором наступлении зимы. Средняя температура в ноябре колеблется от $+2$ до -2 градусов по Цельсию.

1.3 Опасные гидрометеорологические явления

Для Санкт-Петербурга основными природными ЧС считаются гидрометеорологические опасные явления:

- шквальный ветер при скорости 25 и более м / с ;

- сильный снегопад, дождь – при выпадении снега – 130 (дождя - 120) мм и более за 12 час и менее;
- сильный гололед – при диаметре отложений на проводах – 20 мм и более;
- сильные морозы (- 40 °С), жара (+ 35 °С) и ниже (выше) в течение 3-х суток;
- сильный туман – при видимости менее 100 м;
- наводнение – при превышении уровня воды в реке Нева и Невской губе на – 161 см и выше «0» Кронштадского футштока.

Ураганы и бури — одни из самых характерных бедствий в Санкт-Петербурге. В течение года бывает 2-3 урагана. Они занимают первое место среди других опасных природных явлений по причиняемому ущербу.

Последствия урагана:

- шнур питания поврежден;
- упавшие деревья и рекламные щиты и другие конструкции;
- Разрушение крыши дома.
- нарушение железнодорожного, воздушного сообщения, остановка судов в движении по рекам и каналам и работе в портах.

Опасные природные явления гидрологического характера, характерные для Санкт-Петербурга:

Опасные природные явления гидрологического характера, характерные для Санкт-Петербурга: половодья, паводки, ледяные заторы, ветровой нагон воды.

Часты опасные и катастрофические наводнения в результате нагона воды из Финского залива. Юго-западные и западные ветры приводят к нагону воды в Финский залив и подъёму её уровня в низовьях Невы, что вызывает наводнения. Наводнения фиксируются при подъёме воды более чем на 160 см над нулём Кронштадтского футштока или выше 150 см над ординаром у Горного института. Наводнения с подъёмом воды до 210 см считаются опасными, до 299 см — особо опасными, свыше 300 см —

катастрофическими. Вода в Неве поднимается почти ежегодно, чаще всего осенью. В истории города были катастрофические наводнения: 7 (19) ноября 1824 года произошло самое сильное в истории Санкт-Петербурга наводнение (описано А. С. Пушкиным в поэме «Медный всадник»), когда вода поднялась на 421 см над ординаром. Крупнейшие наводнения также были: 23 сентября 1924 года (уровень воды составил 369 см), 10 (21) сентября 1777 года (321 см), 15 октября 1955 года (293 см), 29 сентября 1975 года (281 см).

В городе по многолетним наблюдениям было зафиксировано 309 нагонных наводнений, когда вода поднималась на высоту более 160 см, из этого числа 210 нагонных наводнений достигало высоты 210 см, т.е. дошел до уровня опасной опасности. Главными факторами, формирующими нагонные наводнения, являются:

Ветер, скорость и направление, а также градиент атмосферного давления в Балтийском море; Объёмный уровень Балтийского моря;

Длинная значительная волна, возникающая при исключительных синоптических условиях; Стоячие волны самого Балтийского моря;

Прилив, как второстепенный фактор.

Во время замерзания Невы, особенностью ее гидрологического режима являются зажорные явления. Зажоры образуются при совпадении нескольких факторов:

Резкое изменение температуры; Ледяная кромка на реке, высокий уровень воды в Ладоге.

Формирование глыбы льда начинается с Ивановского порога, высокая скорость течения реки – 2 м/с, что не позволяет воде замерзнуть даже при низких температурах. Вода сверххолодная и заканчивается только в спокойных течениях и начинается кристаллизация во всей толще воды, т.е. захват слизняка. Река замерзла, и ил внизу продолжал двигаться вниз по течению. Там, где в профиле реки появляются трещины, начинает формироваться первое блокирующее ядро. По этой же схеме нельзя

совмещать возможные препятствия при повороте. В результате образовалась ледяная пробка, из-за которой уровень воды поднялся.

Зажоры накапливаются в одних и тех же местах, поэтому можно выделить два участка:

- между мостом Петра Великого и Володарским мостом;
- между п. Рыбацкий и п. Усть - Ижора.

Зажорных наводнений за петербургскую историю зафиксировано более 80.

Уровень воды в результате стеснения русла рыхлым льдом поднимался до 3-3,5м. Выше Володарского моста максимальные зажорные уровни бывают больше нагонных наводнений.

Штормовая активность в Санкт-Петербурге.

Характерные для Ленинградской области климатические условия создают предпосылки для сильной штормовой активности в самом городе.

Например, в октябре 2013 г до Санкт-Петербурга докатился шторм, прошедший сначала по северу Европы. Шторм получил название "Святой Иуда". Ветер достигал скорости 45 м/с - самый высокий показатель с 2002 г. Была создана угроза наводнения, а для её предупреждения с 9:00 до 18:24 на дамбе были закрыты все сооружения. Ветер утих только на следующий день 30 октября.

За этот период было зафиксировано 30 случаев падения деревьев и 4 случая обрыва электропроводов, перевернуто несколько остановок общественного транспорта, повален светофор, рекламный щит, перевернулся автобус.

Отсутствие сложных защитных сооружений может привести к тому, что уровень воды поднимется до 2,6 м, а это означает, что важные достопримечательности города будут затоплены. Поэтому комплексное защитное сооружение, построенное в 2011 году, имеет большое значение.

Комплекс представляет собой систему плотин и прилегающих к ним водопропускных и судоходных сооружений, протянувшихся от железной дороги Бронка до Финского залива, вплоть до города Сестрорецк.

Строительство системы началось в 1979 году и обошлось в 90 миллиардов рублей.

За весь период существования КЭС предотвратил ущерб в 1.3 млрд рублей 28 ноября 2011 г и 19,2 млрд рублей 29 октября 2013 г.

1.4 Метеорологические факторы и их влияние на условия движения на дороге

Мы привыкли слушать прогноз погоды, чтобы выбирать одежду или планировать отпуск. Однако есть еще один повод прислушиваться к предсказаниям, и как ни странно, это безопасность дорожного движения, неважно, кто вы: водитель или пешеход.

В результате ухудшение погодных условий может увеличить количество наездов на пешеходов. Пешеходы в ненастную погоду надевают головные уборы или капюшоны и прячутся под зонтами, что сильно сужает их поле зрения и снижает возможность полноценного наблюдения за дорожной обстановкой.

Поэтому при неблагоприятных погодных условиях необходимо принимать дополнительные меры безопасности.

Летом бывает дождь. Небольшой дождь на грязном асфальте создает грязевую пленку из пыли, песка, горюче-смазочных материалов (поэтому иногда для мытья асфальта применяют специальные шампуни), а также паровую пленку на горячем асфальте, что значительно уменьшает трение, т. сцепления автомобиля с дорогой. Это означает, что для полной остановки автомобиля требуется больше времени, а тормозной путь увеличивается. [9]

Сильные ливни - проливные дожди - вызывают серьезные проблемы: снижение видимости, снижение трения, скрытые дыры в лужах, к тому же

вода, попадающая на тормозные колодки, действует как смазка, сильно снижающая эффективность тормозов.

Но есть и более опасное явление, способное свести трение практически к нулю – аквапланирование. Суть этого заключается в том, что при достаточно высоких скоростях и большой толщине водяной пленки в зоне контакта шины с дорожным покрытием возникает водяной клин, отрывающий покрытие колеса автомобиля от покрытия. Автомобиль как бы «приседает» на задние колеса, а передние колеса приподнимаются на водном клине. Автомобиль уже не слушается руля, хотя задние колеса продолжают сохранять сцепление с дорогой (напомним, что большинство наших машин переднеприводные). По этой причине даже на прямых участках машина вдруг окажется на встречной полосе, а на поворотах дороги резко остановится или перевернется. Слой воды толщиной в несколько сантиметров может привести к аквапланированию на скорости свыше 80 км/ч, особенно при изношенных шинах. Физически это явление основано на свойстве жидкостей практически несжиматься. [4]

Туман – видимость очень плохая, при этом расстояние до предметов кажется больше, чем есть на самом деле (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Туман на дороге

Дымовые завесы при пожарах – такой же эффект, как при тумане.

Слепящее солнце – ослепление водителя, блики на асфальте.

Ураганный ветер – боковое давление на автомобиль, как следствие – резкое изменение траектории, попадание предметов на лобовое стекло – дезориентация водителя.

Весна и осень самые опасные переходные периоды, когда погода резко меняется и меняется состояние дорожного полотна.

Заморозки – сильное уменьшение трения.

Ледяной дождь вызывает обледенение дорожного покрытия – трение для летней резины сводится практически к нулю.

Лиственная подушка на дороге (осенью) значительно уменьшает трение.

Переход температуры через ноль – либо замерзание, либо таяние приводят к изменению сцепления, т.е. трения.

Внезапный снегопад – ухудшение видимости, уменьшение трения (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Снегопад на дороге

Зимой возникают свои сложности. Даже есть водители, которые вообще предпочитают зимой не ездить и держат свои автомобили до лета в гаражах.

Мокрый снег ухудшает видимость, иногда до 0. Уменьшение трения особенно сказывается на склонах для тяжелых длинномерных автомобилей (фур).

Морозы – обледенение лобовых стекол и боковых зеркал.

Условия вождения при неблагоприятных метеорологических явлениях намного сложнее, чем при сухом, чистом дорожном покрытии и бордюрах, основное отличие заключается в следующих факторах:[9]

- снижается сцепление с дорожным покрытием, изменяется взаимодействие автомобиля с дорожным покрытием, ухудшается гладкость дорожного покрытия под воздействием осадков, гололеда, тумана, повышенной влажности и других факторов;

- В связи с отложением на дороге снега, грязи, льда и неровностей увеличивается сопротивление движению, в результате чего снижается свободная мощность двигателя автомобиля;

- изменение формы и внешнего вида полос движения и бордюров, а также изменение параметров поперечного профиля из-за образования снежных и покатых полос, что приводит к изменению восприятия водителем дороги;

- Снижение метеорологической видимости во время тумана, осадков, метели, песчаной бури, ослепления солнцем, изменение восприятия водителем условий движения;

- Ухудшение эксплуатационно-технического качества автомобиля, в основном систем, обеспечивающих удобство и безопасность движения, в том числе системы торможения, рулевого управления, обзорности, обзора, сигнализации.

2 Средства метеорологического мониторинга участков автомобильных дорог

2.1. Автоматически метеорологические станции общего назначения

Метеостанция – учреждение, проводящее метеорологические наблюдения. Основным официальным метеостанциям мира присвоены синоптические индексы.

Индексы метеорологических станций можно посмотреть, например, на сайте http://meteomaps.ru/meteostation_codes.html, а географические координаты отечественных метеорологических станций — на сайте <http://meteo.ru/data/155-meteostations>. [6]

В зависимости от установленного объема наблюдений метеостанции разделяются на три разряда (табл. 2.1). Наиболее простые метеостанции III разряда (дождемерные пункты), на которых определяется главным образом количество выпадающих осадков и высота снежного покрова. [7]

Таблица 2.1

Классификация гидрометеорологических станций [3]

Вид станции	Разряд	Сокращенное обозначение
Метеорологические наземные метеостанции	I, II, III	М
Автоматические метеостанции	не подразделяются	АРМС
Аэрологические	I, II	АЭ
Гидрологические	I, II	Г
Морские гидрометеорологические (прибрежные)	I, II	МГ
Судовые гидрометеорологические	I, II, III	СГ
Специализированные		
Агрометеорологические	не подразделяются	А
Болотные		Б
Воднобалансовые		Вб
Дрейфующие		СП
Озерные		О
Селестоковые		Сс
Снеголавинные		Сл
Устьевые		У

На метеостанции II разряда установлена метеорологическая будка с гигрометром и психрометром. Эта станция оборудована барометром, флюгером, серией почвенных термометров. На ней ведутся наблюдения за облачностью, солнечным сиянием, испарением и другими метеорологическими элементами.

Аналоговые метеостанции I разряда, кроме того, снабжены разнообразными самопишущими приборами. Практически все современные автоматические метеорологические станции общегоназначения можно отнести к метеостанциям I разряда.

Общие метеостанции делятся на аналоговые станции и цифровые станции. На классических (аналоговых) метеостанциях метеорологические измерения производятся в стандартных условиях с 3-часовой дисперсией. Для сравнения сложности различных измерений, производимых на таких неавтоматизированных станциях, с автоматическими метеостанциями, мы указываем оборудование и требования, которые составляют проводимые здесь измерения метеорологических параметров. Состав оборудования: [2]

- термометры для измерения температуры воздуха и почвы;
- барометры для измерения давления;
- гигрометры для измерения влажности воздуха;

- анемометры (или флюгеры) для измерения скорости и направления ветра;
- дождемеры для измерения осадков;
- счетчики Nimbus для непрерывного учета осадков;
- тепловизионные камеры для непрерывной регистрации температуры воздуха;
- гигрометры для непрерывного учета влажности воздуха;
- психрометры для измерения температуры и влажности воздуха;
- льдогенераторы для измерения отложений инея;
- ледяное зеркало для определения инея и инея;
- Барометр для определения трендов атмосферного давления.

Главное требование, предъявляемое к метеорологическим станциям, заключается в том, что результаты наблюдений на классических (аналоговых) метеорологических станциях и постах в целях их сравнимости должны обладать достаточной степенью точности и однородностью. Это достигается путем использования однотипных, проверенных, одинаково на всех пунктах установленных приборов, проведением наблюдений по единой методике, в строго определенные сроки и в определенной последовательности.

Координацию работы метеослужб разных стран осуществляет Всемирная метеорологическая организация (ВМО).

Метеорологические наблюдения на классических (аналоговых) метеорологических станциях и постах общего назначения проводятся в определенные сроки. Согласно «Наставлениям» наблюдения производятся синхронно в 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 ч (синоптические сроки) по московскому декретному времени. В эти сроки определяются: температура воздуха, атмосферное давление, характеристики ветра, влажность воздуха, характеристики облачности, дальность видимости.

Весь указанный выше перечень метеорологических наблюдений, а также последующая их кодировка, передача данных осуществляется в

автоматическом режиме. Дискретность круглосуточных измерений может достигать 5–10 с.

Полученная со станций информация имеет специфику ее дальнейшего использования, что привело на ряду АМС общего назначения к появлению специализированных АМС: аэродромных, дорожных, лесных, экологических и др. [3]

Каждая из перечисленных специализированных АМС имеет как общие, так и свойственные только этому типу измерительные системы и методики проведения наблюдений, вытекающих из решаемых с их помощью задач.

В следующем параграфе подробно остановимся на автоматических дорожных метеорологических станциях.

2.2 Автоматические дорожные метеорологические станции

Увеличение интенсивности современного дорожного движения привело к необходимости повышения требований к основным транспортно-эксплуатационным показателям (ТЭП): обеспечению скорости, непрерывности и безопасности движения.

Обеспечение этих требований особенно важно зимой, когда сцепные свойства дорожного покрытия могут снижаться под воздействием погодных факторов. По мнению экспертов, погодно-климатические факторы занимают третье место среди основных составляющих экономической безопасности России (после технических и финансовых факторов).

Дорожная метеостанция проводит ряд метеорологических наблюдений для обеспечения безопасности автомобильного и железнодорожного движения, и объемы движения значительно увеличиваются.

Неблагоприятные погодные условия, в том числе плохая видимость из-за сильного тумана, низкие и высокие температуры дорожного покрытия, сильный дождь и снег, песчаные бури, сильный ветер и обледенение дорог, являются одними из основных причин дорожно-транспортных происшествий. [4]

Внедрение метеорологического обслуживания дорожного движения является относительно новой задачей, связанной с созданием профессиональных метеорологических систем на базе автоматизированных автомобильных и железнодорожных метеостанций. В то же время прогноз и раннее оповещение об опасных явлениях погоды на магистральных коммуникациях опирается на продукцию мониторинга и численные прогнозы.

Помимо стандартного набора датчиков, автоматизированная дорожная метеостанция также использует датчик температуры поверхности дороги и датчик температуры почвы на глубине 5 или 30 см под поверхностью дороги, а также контроллер и модуль GPRS для передачи данных. Передача в информационный центр.

Автоматические дорожные метеостанции используют специальные датчики, расположенные на поверхности дороги, и систему датчиков на выносной мачте для измерения параметров дороги и погоды в определенной точке. Эти данные можно использовать для участка дороги, где нет существенных изменений дорожных или природных условий (рельеф, леса, крупные водоемы и т. д.).

Чтобы расширить наблюдения на ADMS на большую территорию, требуется температурное картирование дорожной сети.

Тепловая карта (температурная карта дорог) — это подробная карта распределения температуры дорожного покрытия по маршруту следования при заданном типе погодных условий. Он позволяет экстраполировать данные измерений от дорожных датчиков на участки дорог, расположенные между точками измерения (где установлен ADMS).

Для информирования дорожных служб и водителей о погоде используются различные информационные табло, в том числе с указанием текущей температуры дорожного покрытия и воздуха. Кроме того, на табло могут появиться предупреждения об «Ледяной», «Мокрый дороге», «Боковом ветре» и т. д.

Специализированное погодное обеспечение дорог является одним из ключевых направлений в развитии зимнего содержания, эксплуатации и управления и неперенным условием его совершенствования.

2.3 Метеорологическое обеспечение кольцевой автомобильной дороги г. Санкт-Петербург

А-118 или КАД – Кольцевая автодорога Санкт-Петербурга – это автомобильная дорога общего пользования федерального значения, проходящая по территории Северной столицы и Ленинградской области (рис. 2.1).

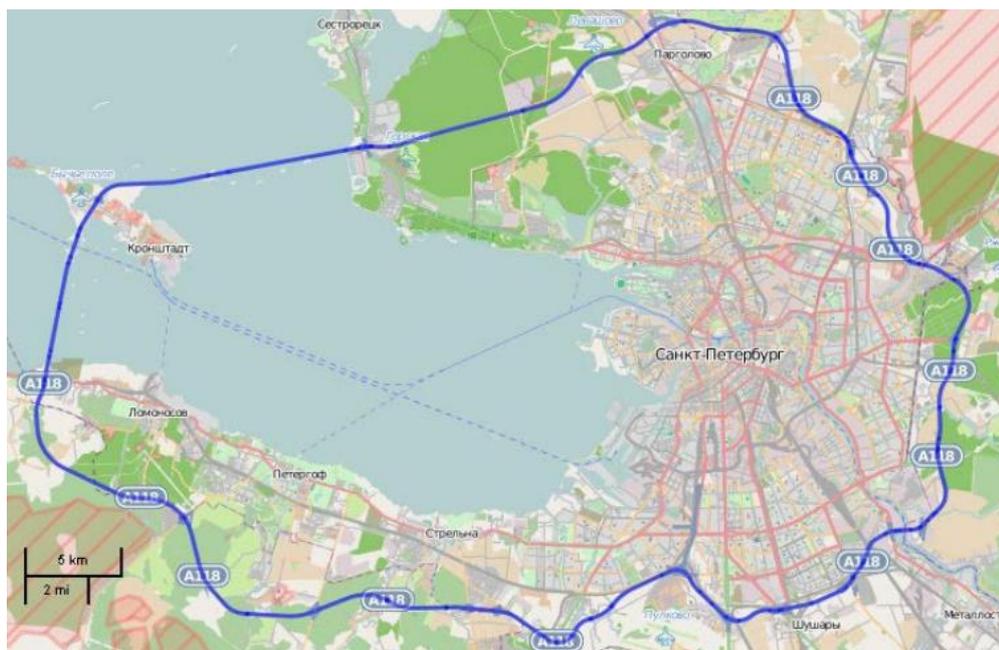


Рисунок 2.1 – Кольцевая автодорога Санкт-Петербурга

Отсутствие светофоров и высокая скорость движения по КАД позволяют добраться из одного района Санкт-Петербурга в другой быстрее, несмотря на увеличение расстояния.

Кроме того, эта дорога используется автомобилистами, которые направляются в другие города России или Европы, а также при переезде из одного удаленного района города в другой.

Большая часть КАД проходит в пределах границы города и области. Автострада проходит как по суше, так и по участкам Финского залива. Вследствие этого, при одном и том же синоптическом условии на разных участках КАД могут быть различные погодные условия. Более того, КАД имеет 26 крупных 15 автомобильных развязок и 7 мостов, которые требуют значительного внимания.[4]

Протяженность трассы составляет 116,75 км, а с учетом части магистрали, проходящей по защитной дамбе Санкт-Петербурга, автодорога имеет длину 142,15 километра.

Основные преимущества движения по трассе – это отсутствие левых поворотов, светофоров и перекрестков. Большие радиусы поворотов создают впечатление прямой дороги.

Трасса оборудована ограждениями, что гарантирует отсутствие пешеходов и животных на дороге.

На дороге почти не бывает пробок, и возникают они только из-за крупных аварий или в очень сложных погодных условиях, например, после сильного снегопада.

В свою очередь аварийные ситуации на кольцевой дороге в Петербурге возникают, в основном, по причине превышения и без того высокой разрешенной скорости движения.

Для достижения результативного метеорологического обеспечения, необходима такая система, которая предоставляла бы работникам дорожных служб и подрядчикам возможность правильно выполнять свои функции в части принятия управленческих решений при организации дорожных работ в зимний период, а водителей обеспечивала бы информацией для безопасного и комфортного движения.[1]

Изначально задачи Автоматизированной системы метеобеспечения «Санкт-Петербург Контур» заключались в следующем:

- Обеспечить уровень содержания дорог в зимнем содержании, транспортировке и эксплуатации дорог, предусмотренный соответствующими стандартами;
- достоверность и целостность получаемой, обрабатываемой и хранимой информации, используемой при управлении операциями;
- Повышение качества прогноза дорожных погодных условий;
- повысить скорость сбора и передачи информации;
- Обеспечение участников дорожного движения оперативной информацией о погодных условиях, рекомендуемых скоростях и оптимальных маршрутах движения;
- Повышение производительности труда персонала дорожной службы по организации и контролю их работы.

Для решения поставленных задач в автоматизированные системы было включено 33 АДМС (без учета дамбы) и связанных с ними информационных табло. Координаты расположения станций обозначены на рисунке 2.2 кружками. [10]



Рисунок 2.2 – КАД Санкт-Петербурга с расположенными на ней АДМС

Каждый ЗРК включает в себя набор датчиков для измерений и устройств для отображения знаков и информации от ЗРК на 17 табло. Последнее позволяет водителям получать подробную информацию о дорожных условиях по мере движения по кольцу, а также контролировать ограничения скорости на определенных участках кольца, исходя из реальных погодных и дорожных условий.[5]

2.4 Особенности расположения автоматических дорожных метеорологических станции на КАД

Как уже было описано в параграфе 2.1, в автоматизированные системы метеорологического обеспечения КАД Санкт-Петербурга было включено 33 АДМС и связанных с ними информационных табло (рис. 2.2).

В комплект станции при необходимости могут быть добавлены датчики для измерения экологических характеристик воздуха, уровня воды, уровня загазованности воздуха, что поможет контролировать экологическое состояния окружающей среды (рис.2.3).



Рисунок 2.3 – Внешний вид АДМС

На данный момент все шире используются системы дорожного метеорологического обеспечения нового поколения, в которых используются последние технологии:

- специализированные дорожные прогнозы и рекомендации;
- «виртуальные» метеопосты;
- термокартирование;
- интеграция различных видов метеоинформации;
- интеллектуальные видеокамеры;
- бесконтактный контроль состояния дорожного полотна.[1,8,9]

Чтобы понять, как окружающая местность влияет на метеорологические величины, получаемые с данных АДМС, рассмотрим месторасположение каждой АДМС.

Для нашего исследования было выбрано две дорожных станции (рис.2.4).

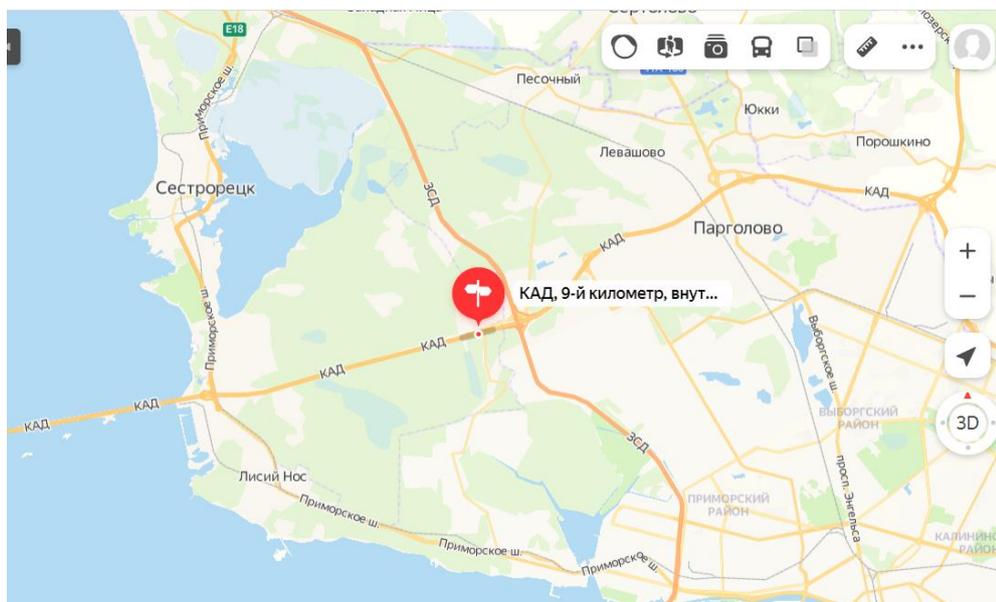


Рисунок 2.4 – Участок КАД, на котором расположены исследуемые АДМС

Первая дорожная станция установлена на 9-ом километре внутреннего кольца, которая располагается непосредственно возле районной развязки ЗСД (Северный участок).

Координаты станции № 600321– 60.055686, 30.121464. Расположена она на 9 км внутреннего кольца КАДа. Станция располагается ближе всего к развязке КАД с ЗСД (Северный участок).

Справа находится лес, слева можно наблюдать крупное промышленное здание. Как оказалось, это автомобилестроительный завод «Хендэ Мотор Мануфактуринг Рус».

Данное инженерное сооружение находится достаточно далеко от дороги, существенных изменений у метеовеличин наблюдаться не будет, разве что только показания ветра, получаемые с данной АДМС, могут отличаться, в связи с тем, что завод является искусственной неровностью - препятствием.

Вторая станция № 600341 находится между районами развязки КАД с Приморским шоссе и КАД с ЗСД (Северный участок), примерно в 6-ти километрах от первой станции.

Месторасположение АДМС и окружающая местность влияет на метеорологические величины, получаемые с данных АДМС.

Поскольку АДМС № 341 располагается ближе к Финскому заливу, следовательно, при одной и той же синоптической ситуации данная АДМС может иметь существенно различающиеся погодные условия от другой АДМС, которая расположена дальше от залива.

После проведенного теоретического исследования рассматриваемого вопроса, изучения автоматических метеорологических станций общего назначения с отдельным рассмотрением АДМС, а так же обзора влияния метеорологических факторов на условия движения на дороге и климатические особенности Курортного района г. Санкт-Петербург исследуем флуктуации метеорологических параметров на выбранном участке дороги.

Выбранный участок дороги заключен между двумя АДМС - №321 и № 341, а исследования и сравнения колебаний метеорологических параметров представленные в следующей главе произведены на основании данных этих автоматических дорожных станций.

3 Флуктуации метеорологических параметров на участке дороги

3.1 Подготовка данных для исследования

Перед началом исследования, для более высокой точности результатов, необходимо провести контроль качества базы данных, импортированной с центрального устройства каждой дорожной станции.

Каждая дорожная станция передает измеренные метеопараметры в центральную базу информационной системы, где и хранятся архивные данные. Рисунок 3.1 дает возможность увидеть, в каком виде хранится архивная информация об общих метеорологических параметрах и параметрах атмосферы, поступающая от системы дорожного мониторинга.

В верхней строке указывается номер станции. Вторая строка содержит перечень измеряемых параметров. По первому столбцу можно определить время и дискретность измерений. Все последующие – показывают значения измеренных величин.

Time	Station ID	Tl	RH1	TD1	WS1	WD1	PR	RI	VI	P	SH	RS	MST	NWS
02-10-2015	E0300722_N600321													
00:00		11.9	83	9.1	3.1	360	1.4	0.0	2000	1007.7	0.0	0	1	0
00:05		11.9	83	9.1	3.1	357	1.4	0.0	2000	1007.7	0.0	0	1	0
00:10		11.8	84	9.2	3.0	360	1.4	0.1	2000	1007.6	0.0	1	1	3
00:15		11.8	84	9.2	3.0	360	1.4	0.0	2000	1007.6	0.0	1	1	3
00:20		11.6	86	9.3	2.9	359	1.4	0.0	2000	1007.5	0.0	1	1	3
00:25		11.5	86	9.4	2.6	356	1.4	0.0	2000	1007.4	0.0	1	1	3
00:30		11.4	88	9.4	2.6	359	1.5	0.7	2000	1007.4	0.0	1	1	2
00:35		11.3	89	9.5	2.5	0	1.5	0.6	2000	1007.3	0.0	1	1	2
00:40		11.2	90	9.5	2.3	356	1.5	0.5	2000	1007.2	0.0	1	1	2
00:45		11.1	90	9.6	2.2	354	1.5	0.0	2000	1007.3	0.0	0	1	0
00:50		11.1	90	9.6	2.1	353	1.5	0.0	2000	1007.3	0.0	0	1	0
00:55		11.1	90	9.6	2.3	353	1.5	0.0	2000	1007.3	0.0	0	1	0
01:00		11.1	90	9.6	2.4	356	1.5	0.0	2000	1007.3	0.0	0	1	0
01:05		11.1	90	9.5	2.4	357	1.5	0.0	2000	1007.2	0.0	0	1	0
01:10		11.0	90	9.5	2.7	350	1.5	0.0	2000	1007.2	0.0	0	1	0
01:15		11.0	91	9.5	2.8	346	1.5	0.0	2000	1007.3	0.0	0	1	0
01:20		10.9	91	9.6	2.6	347	1.5	0.0	2000	1007.3	0.0	0	1	0
01:25		10.9	91	9.6	2.6	350	1.5	0.0	2000	1007.2	0.0	0	1	0
01:30		10.9	92	9.6	2.5	352	1.5	0.0	2000	1007.2	0.0	0	1	0
01:35		10.9	92	9.6	2.4	353	1.5	0.0	2000	1007.2	0.0	0	1	0
01:40		10.9	91	9.5	2.7	356	1.5	0.0	2000	1007.1	0.0	0	1	0
01:45		11.0	90	9.5	2.8	357	1.5	0.0	2000	1007.1	0.0	0	1	0
01:50		11.1	90	9.5	2.8	357	1.5	0.0	2000	1007.1	0.0	0	1	0
01:55		11.2	89	9.4	3.1	357	1.5	0.0	2000	1006.9	0.0	0	1	0
02:00		11.2	88	9.2	3.3	360	1.5	0.0	2000	1007.0	0.0	0	1	0
02:05		11.3	87	9.2	3.3	360	1.5	0.0	2000	1006.9	0.0	0	1	0
02:10		11.3	87	9.1	3.3	360	1.5	0.0	2000	1006.8	0.0	0	1	0
02:15		11.2	87	9.2	2.9	359	1.5	0.0	2000	1006.9	0.0	0	1	0
02:20		11.1	88	9.2	2.3	356	1.5	0.0	2000	1006.8	0.0	0	1	0
02:25		11.1	88	9.2	2.2	353	1.5	0.0	2000	1006.8	0.0	0	1	0
02:30		11.1	88	9.2	2.3	350	1.5	0.0	2000	1006.8	0.0	0	1	0
02:35		11.1	88	9.2	2.4	349	1.5	0.0	2000	1006.6	0.0	0	1	0
02:40		11.2	86	8.9	2.9	350	1.5	0.0	2000	1006.6	0.0	0	1	0
02:45		11.3	85	8.8	3.2	353	1.5	0.0	2000	1006.5	0.0	0	1	0
02:50		11.3	84	8.7	3.3	352	1.5	0.0	2000	1006.5	0.0	0	1	0
02:55		11.2	85	8.8	3.1	349	1.5	0.0	2000	1006.3	0.0	0	1	0
03:00		11.2	85	8.7	2.7	350	1.5	0.0	2000	1006.2	0.0	0	1	0

Рисунок 3.1 – Архив данных от АДМС № 321 от 2.10.2015 г.

Данное исследование флуктуации метеорологических параметров будет проводиться по значениям температуры, относительной влажности, параметров ветра – его скорости и направления, давления.

Первичный контроль данных состоит из определения наличия в ряду временных разрывов и «выбросов» и исключение его из выборки, участвующей в исследовании.

На рисунке 3.2 можно увидеть пример некачественного замера с АДМС №321 от 17.10.2015. В строке 5032 мы видим, что значения равны 99999 в столбцах температуры, влажности, давления.

	A	B	C	D	E	F	G
1	E0300722_N600321			скорость и направление ветра			
2		T1	RH1	WS1	WD1	P	
5025	11:05	5,6	71	2,6	165	1021,2	
5026	11:10	5,6	72	2	176	1021,2	
5027	11:15	5,8	71	2,2	172	1021,3	
5028	11:20	5,7	72	2,1	162	1021,3	
5029	11:25	5,8	69	2,2	155	1021,2	
5030	11:30	6	70	2,9	155	1021,3	
5031	11:35	6	69	2,9	161	1021,3	
5032	11:45	99999	99999	0	167	99999	
5033	11:50	5,9	67	1,9	160	1021,5	
5034	11:55	5,9	67	4	147	1021,6	
5035	12:00	6,2	67	3,2	147	1021,7	

Рисунок 3.2 – Временный фрагмент рядов 17.10.2015 с АДМС №321

Чаще всего выбросы возникают в результате системных ошибок при измерении, передаче, архивировании данных и т.д., а разрывы в результате бездействия определенного датчика или всей станции. Значение 9999 в строке 5032 – пример такого разрыва, кратковременного отключения трех датчиков, станции. В любом случае выбор оставить наблюдения-разрывы (выбросы) или убрать их из выборки зависит от решения исследователя.

В базе данных станции №321 из 8629 замеров обнаружено всего три выброса. В базе данных станции №341 из 8565 не корректных замеров не

было. Количество выбросов замеров принято как незначительное ($3/8629 \cdot 100 = 0,03\%$) и поэтому было принято решение исключить их из расчетов для достоверности результатов.

3.2 Анализ флуктуаций метеорологических параметров

Сравнение данных двух станций выполним на основе сравнения статистических характеристик метеорологических параметров.

Для того, чтобы выполнить расчет и последующий анализ статистических показателей можно воспользоваться программой «Microsoft Excel» и надстройкой «Анализ данных». Для этого следует открыть вкладку «Описательная статистика» (рис. 3.3).

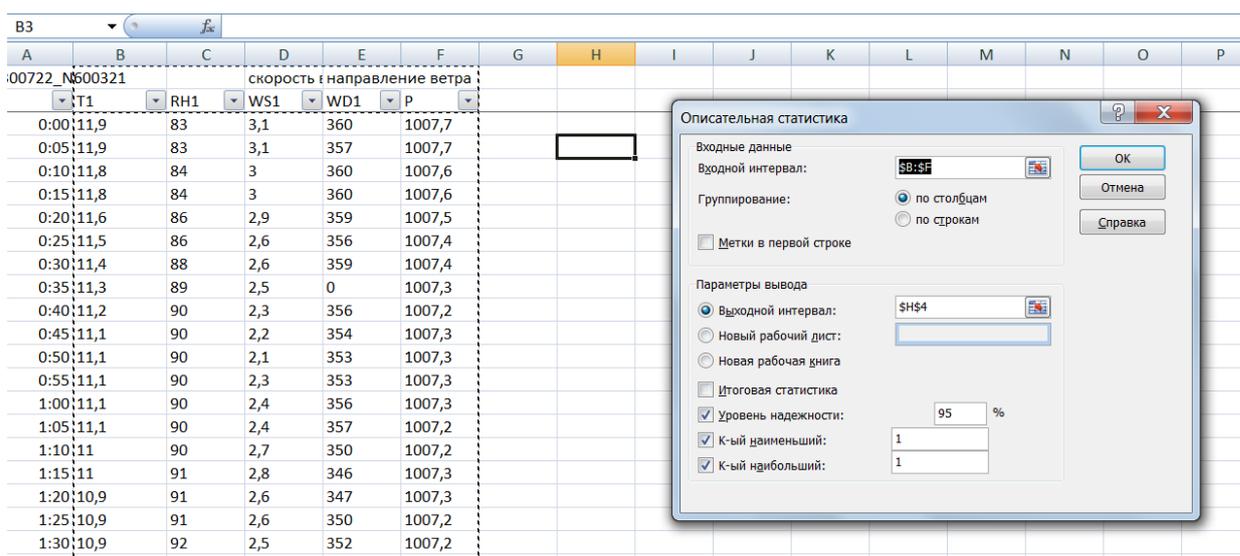


Рисунок 3.3 – Демонстрация работы инструмента «Описательная статистика» надстройки «Анализ данных»

Теперь надо ввести параметры для расчета:

- входным интервалом у нас будут все исследуемые параметры (температура T1, относительная влажность RH1, скорость ветра WS1, направление ветра WD1 и давление P);
- следующий параметр - «Группирование по столбцам»;

- в параметрах вывода указываем адрес расположения расчетных данных (можно на отдельном листе, можно рядом с базой данных);
- нажимаем «ОК».

Проводим данную операцию в каждой выборке данных как со станции № 321, так и со станции №341.

Используя эту функцию мы получаем результаты статистической обработки по нужной группе или по выборке, а именно:

Среднее – \bar{X} ; стандартная ошибка – m_x ; медиану – серединное значение; стандартное отклонение (сигма) – σ ; дисперсию выборки – изменчивость, разброс данных; эксцесс– описывает остроконечность или сглаженность функции распределения по сравнению с нормальным распределением; асимметричность–показывает отклонение распределения от симметричного; интервал; минимум и максимум рядов; счет – количество значений ряда (n).

Целью описательной статистики является обобщить первичные результаты, полученные в результате наблюдений.

На рисунках 3.4 и 3.5– результаты расчетов функции «Описательная статистика» с АДМС №321 и АДМС № 341 соответственно.

Проведем сравнение полученных статистических характеристик для обеих станций.

В обработке данных для проведения исследования участвовало более 8500 замеров.

Для температуры воздуха вычисленные средние значения на двух станциях (№321 и №341) получились равны $4,52^{\circ}\text{C}$ и $4,39^{\circ}\text{C}$. Разница между средними значениями на станциях составляет $0,13^{\circ}\text{C}$. Такая разница является незначительной. Степень разброса значений температуры относительно математического ожидания для данных станций равна $3,90^{\circ}\text{C}$ и $4,07^{\circ}\text{C}$ соответственно. Стандартное отклонение связано с дисперсией выборки, которая отличается для температуры на $0,33$ ($15,21$ и $16,54$). Отсюда можно

сделать вывод о том, что несмотря на отличия в данных, хоть и незначительный ряд температуры воздуха не стационарен.

E0300722_N600321	T1	RH1	WS1	WD1	P
Среднее	4,516172	82,72931	2,107906	189,4731	1018,744
Стандартная ошибка	0,041992	0,132162	0,019175	1,424496	0,102374
Медиана	4,3	85	1,8	236	1021,3
Мода	3,3	97	0	31	1024,4
Стандартное отклонение	3,900038	12,27467	1,780892	132,3019	9,508095
Дисперсия выборки	15,21029	150,6675	3,171578	17503,78	90,40387
Эксцесс	0,208679	-0,67557	4,731182	-1,6779	-0,31484
Асимметричность	0,337652	-0,64257	1,752786	-0,14796	-0,52806
Интервал	21,6	50	11,4	360	45,4
Минимум	-5,4	49	0	0	993,1
Максимум	16,2	99	11,4	360	1038,5
Сумма	38956,5	713623	18182,8	1634395	8787684
Счет	8626	8626	8626	8626	8626

Рисунок 3.4 – Статистические характеристики показаний дорожной станции № 321

E0300921_N600341	T1	RH1	WS1	WD1	P
Среднее	4,399428	82,27752	1,683468	216,5779	1018,946
Стандартная ошибка	0,043947	0,154402	0,016439	1,033172	0,100908
Медиана	4,3	86	1,2	246	1021,7
Мода	3,2	97	0	250	1024,3
Стандартное отклонение	4,06721	14,28951	1,521384	95,61729	9,338729
Дисперсия выборки	16,5422	204,19	2,31461	9142,667	87,21186
Эксцесс	-0,01549	-0,52679	2,85129	-0,40629	-0,37766
Асимметричность	0,234633	-0,73136	1,49748	-0,81057	-0,51559
Интервал	23,2	61	10,1	360	45
Минимум	-5,8	39	0	0	993,4
Максимум	17,4	100	10,1	360	1038,4
Сумма	37681,1	704707	14418,9	1854990	8727276
Счет	8565	8565	8565	8565	8565

Рисунок 3.5 – Статистические характеристики показаний дорожной станции № 341

Относительная влажность и давление по этим показателям так же не имеет существенных отличий.

На рисунках 3.6 и 3.7 представлены графики изменения температуры и относительной влажности соответственно, снятых с АДМС №321 и №341.

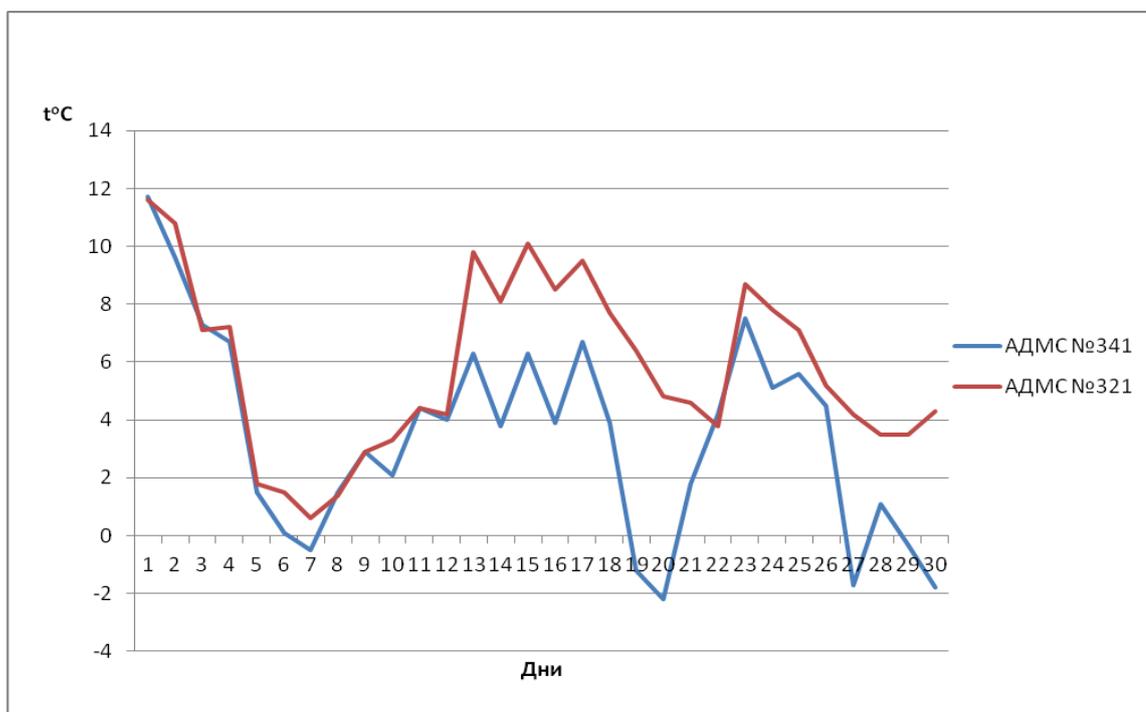


Рисунок 3.6 – Изменение температуры в течение исследуемого периода

На протяжении всего периода исследования значения температуры с АДМС №321 синхронно повторяют значения, снятые с АДМС №341 с разницей замеров в большую сторону. Максимальное отклонение можно наблюдать в середине месяца (с 13 по 21) и в конце (с 27 по 30) месяца. Разница в показаниях двух дорожных станций составила более 5°C. С 12 по 17 число температура на станциях отличалась на 4°C, что так же можно считать большой разницей между замерами. Такая разница в показаниях станций может быть обусловлена особенностями освещенности участков дороги и наличием небольшой облачности, поскольку общая тенденция изменения температуры на двух станциях одинакова. Кроме того, разницу в показаниях станций 19-21 числа и в конце месяца можно объяснить

особенностями мест установки АДМС: станция №341 расположена ближе к Финскому заливу.

Все остальное время температура воздуха, снятая с АДМС № 321 и АДМС № 341 практически одинаковая.

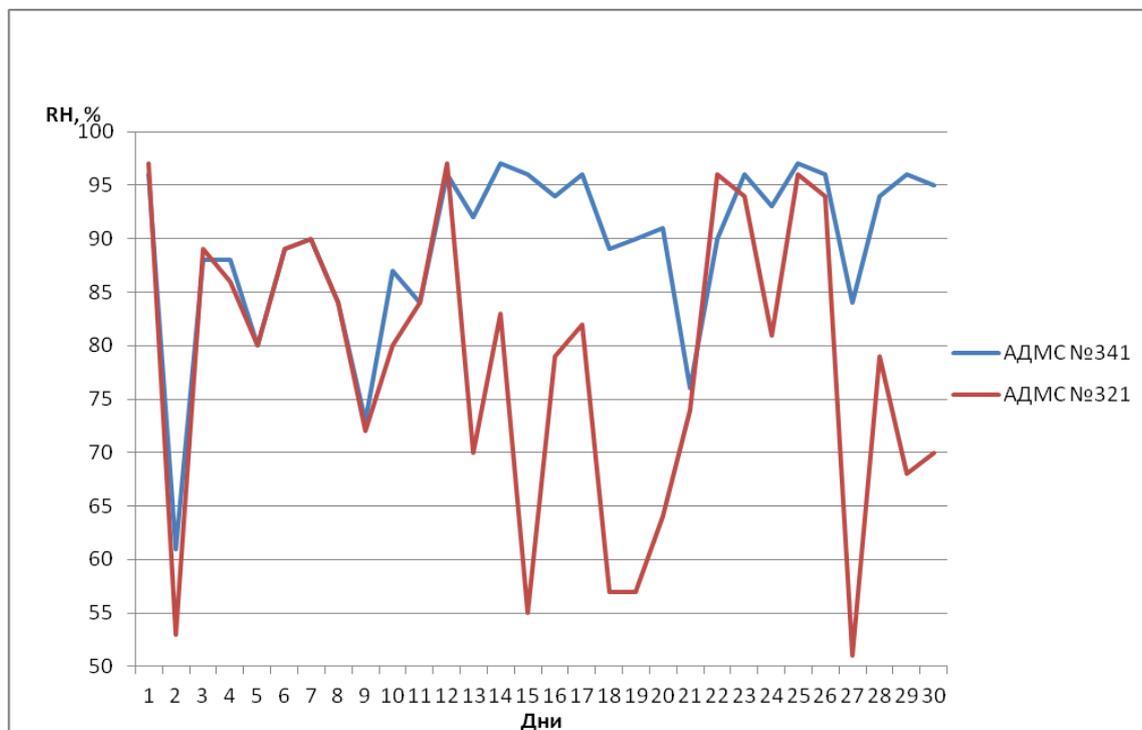


Рисунок 3.7 – Изменение относительной влажности в течение исследуемого периода

Отклонения по параметру относительной влажности (рис. 3.7) на графике практически полностью повторяет график температур. Мы наблюдаем максимальное отличие значений в середине (с 13 по 21) и в конце (с 27 по 30) месяца (на 40%).

Значения и температур, и относительной влажности однозначно указывают на приближенность одной из станций к воде, что существенно оказывает влияние на климатические особенности этого участка со всеми вытекающими последствиями, которые важно знать пользователям дорог и обслуживающим дороги организациям.

Сравнительный анализ графиком подтверждает сделанные выводы на основании временных рядов, представленных на рисунках 3.4 и 3.5.

Теперь рассмотрим изменчивость параметра "направление ветра". Значения среднего арифметического (рис. 3.4 и 3.5) для направления ветра на станциях №321 и №341 составляют 189,47 градусов и 216,58 градусов. Разница между значениями на двух станциях составляет 27,11 градуса.

Среднеквадратические отклонения направления ветра в данных точках по данным расчета составляют 132,3 и 95,6. 36,7 градусов составила разница между значениями.

Стандартное отклонение связано с дисперсией выборки. По данным, представленным на рисунках 3.4 и 3.5 видно, что разница между значениями дисперсии высока и составила 8361,12.

На рисунке 3.8 представлен график изменения направления ветра по данным обеих АДМС.

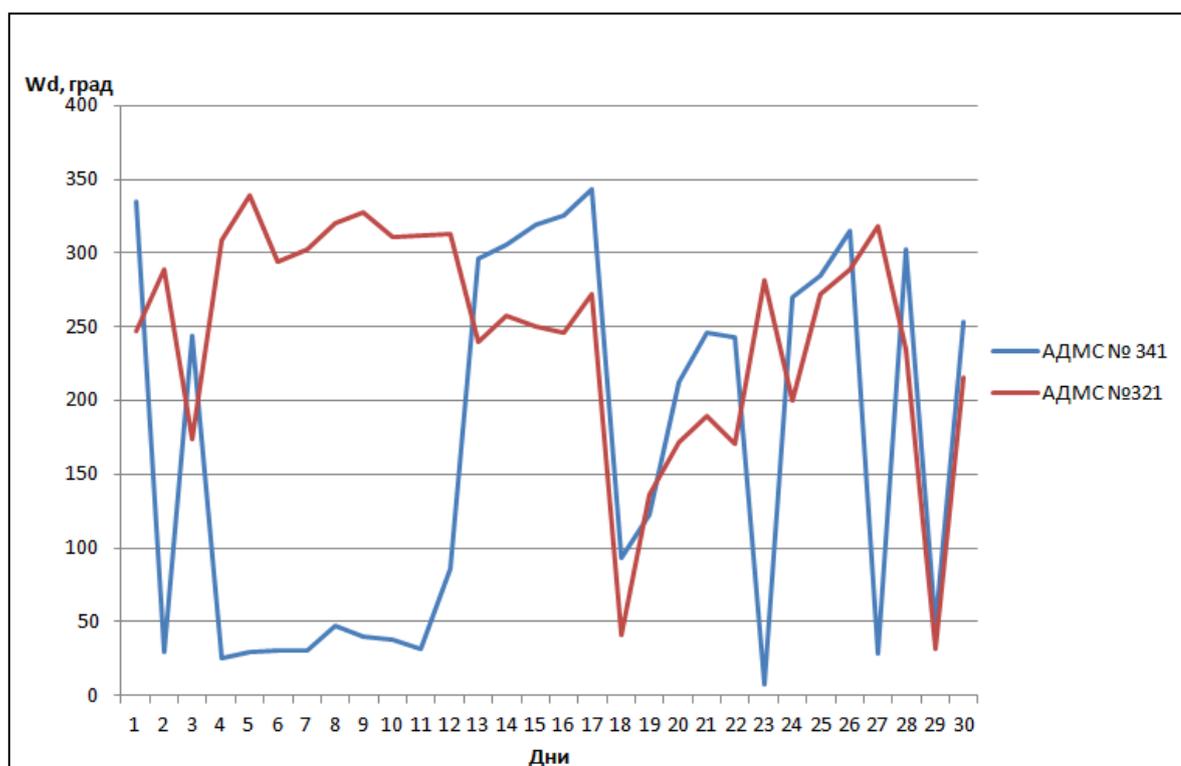


Рисунок 3.8 – Динамика направления ветра в течение исследуемого периода

На протяжении всего периода измерений мы наблюдаем максимальные отличия в замерах. Например с 4 по 11 направление ветра по данным АДМС № 321 резко увеличилось и в среднем было весь отрезок более 300 градусов , а по данным АДМС № 341 наоборот снизилась и оставалась ниже 50 градусов. Таким образом, несмотря на большую разницу, можно сделать вывод, что на обеих станциях преобладало северное направление ветра. Далее, с 12 по 18, направление ветра по данным 321 снижается до 250 градусов, а по данным 341 увеличивается до 350. Подобные колебания можно наблюдать и во второй половине месяца (с 20 по 28). Флуктуации направления ветра на двух станциях можно так же объяснить близостью к обширной водной поверхности и открытостью точек установки станций. Станция № 321 установлена рядом с лесным массивом. Последние два дня направление ветра с обеих АДМС было практически одинаковым. 29 снизилась до 25 градусов, а 30 возросла до 230.

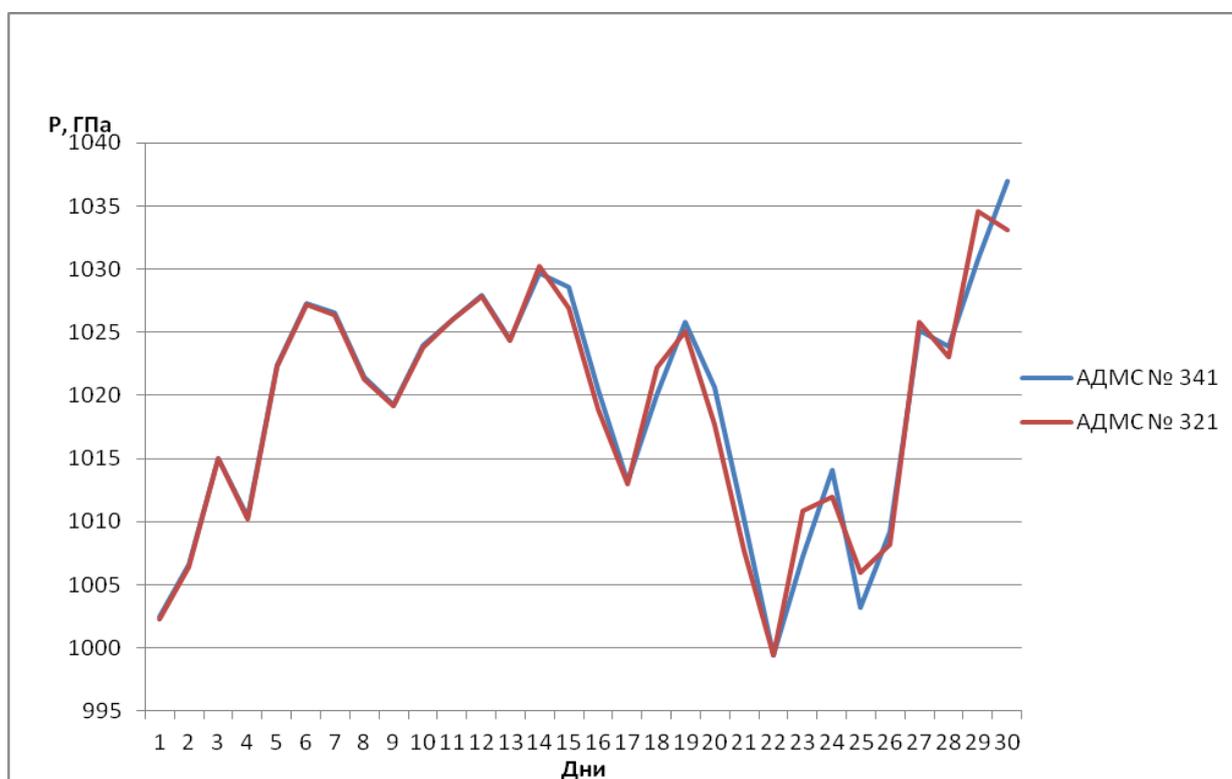


Рисунок 3.9 – Динамика давления в течение исследуемого периода

Из рисунка 3.9 мы видим, что давление, единственный из всех анализируемых параметров который имеет одинаковые значения с обеих АДМС на протяжении всего исследуемого периода, что говорит об одинаковой синоптической ситуации в точках установки обеих станций.

Отсюда можно сделать вывод о том, что близость воды отражается на различиях в температуре, влажности воздуха и направлении ветра на участке дороги между дорожными станциями в 6 километров, даже при однотипных синоптических ситуациях.

Значения эксцесса температуры воздуха, влажности и давления для станций 321 составили 0,2; -0,68 и -0,31 соответственно.

Данные с АДМС 341 практически такие же и сильно не отклоняются от данных АДМС 321. Разница незначительна. Тем не менее, проанализировав данные, можно сделать вывод, что статистически значимые отличия (критичные именно для дорожного обеспечения) по станциям существуют. Ведь именно такими параметрами как температура воздуха, его влажность и направление и скорость ветра может быть обусловлено появление на поверхности дороги гололедных явлений и, как следствие, снижения сцепления колес с покрытием.

Обе дорожные станции (№321 и №341), несмотря на близость установки, отражают изменчивость метеопараметров, характерную для данного участка дороги. Их установка не является лишней и соответствует требованиям современного обеспечения дорог.

Заключение

Как было показано в работе, для обеспечения безопасности на дорогах и своевременного поддержания их эксплуатационных характеристик нужна своевременная, достоверная и детальная информация, отражающая специфику метеорологического обеспечения дорожной отрасли.

Современные технологии содержания автодорог направлены на предупреждение неблагоприятного воздействия погодных условий на состояние дорожного полотна.

В результате проведенного исследования проанализированы климатические особенности Курортного района г. Санкт-Петербург и изучена метеорологическая обстановка на участке автомобильной дороги КАД, а так же проведен мониторинг ее обеспечения АДМС с зонами их расположения.

Проведен анализ данных, зарегистрированных АДМС №321 и № 341, с целью изучения флуктуации метеорологических параметров на этом участке дороги.

Рассмотрены и проанализировать колебания метеорологических параметров, которые позволили сделать вывод о том, что обе станции необходимы на данном участке автомагистрали. Разница в их показаниях незначительна, но, как было показано, статистически значимые отличия (критичные именно для дорожного обеспечения) по станциям существуют. Обе станции, несмотря на их близость установки, отражают изменчивость метеопараметров, характерную для данного участка дороги и так необходимую для пользователей.

Своевременная регулярная прогнозная и фактическая информация о метеорологических условиях, с учетом специфики дорожной отрасли, даже на небольших участках дорог дает возможность в разы снизить стоимость и оптимизировать проведение работ по содержанию.

Список использованных источников

1. Афиногенов Л. П., Гольцман Т. М., С. И. Грушин, Зачек В. Е., Карпуша Р. А., Круглов С. М., Протопопов Е. В., Романов М. С. Стернзат. Автоматические метеорологические станции и устройства. Труды выпуск 216. Гидрометеорологическое издательство Ленинград, 1967.
2. Базлова Т.А. Автоматизированная информационноизмерительная система «МетеоТрасса». Строительство и дорожное хозяйство. 2010 г.
3. Восканян К.Л., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С. Автоматические метеорологические станции. Часть 1. Тактико -технические характеристики. Учебное пособие. – СПб.: РГГМУ, 2016. – 195 с.
4. ВСН 20-87. Инструкция по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах, МИНАВТОДОР РСФСР. - М. ТРАНСПОРТ, 1988.
5. Коноплянко В.И., Гуджоян О.П., Зырянов В.В., Косолапов А.В. Организация и безопасность дорожного движения: Учебник для вузов. - Кемерово: Кузбассвуиздат, 1998. - 236 с.
6. Советов Б.Я. Информационные технологии: Учеб. для вузов/ 3-е издание, стер. -М.: Высшая школа, 2006. - 263 с.
7. Справочная энциклопедия дорожника. Том. 2: Ремонт и содержание автомобильных дорог/ под ред. Васильева А.П. - М.: ФГУП
8. Электронный ресурс: AMS Дорожная Метеорологическая Станция. Режим доступа: http://www.adal-meteo.kz/dorojnaya_meteorologicheskaya_stanciya.html (дата обращения: 21.04.2022).
9. Электронный ресурс: Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации Федеральная Служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Режим доступа: <http://meteoinfo.ru/about> (дата обращения: 11.04.2022).
10. Электронный ресурс: Яндекс картинки. Режим доступа: <http://planeta78.ru/KAD/kad-spb.jpg> (дата обращения: 11.04.2022).