



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

Кафедра «Метеорологии и природопользования»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

На тему «Биоклиматическая характеристика гор. Санкт-Петербург»

Исполнитель Овсянникова М.Н.

Руководитель кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Цай С.Н.

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай С.Н.

« 20 » июня 2016 г.

Филиал Российского государственного гидрометеорологического университета в г. Туапсе	
НОРМОКОНТРОЛЬ ПРОЙДЕН	
« 03 » июня 2016 г.	
ПОДПИСЬ	руководителя подписи

Туапсе
2016



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

Кафедра «Метеорологии и природопользования»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

На тему «Биоклиматическая характеристика гор. Санкт-Петербург»

Исполнитель Овсянникова М.Н.

Руководитель кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Цай С.Н.

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай С.Н.

«___» _____ 2016 г.

Туапсе
2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1 Физико-географическая характеристика гор. Санкт-Петербург	5
1.1 Географическое положение, рельеф местности.....	5
1.2 Особенности формирования городского микроклимата	11
Глава 2 Климатообразующиеся факторы и климатическая характеристика территории	16
2.1 Основные факторы климатообразования территории	16
2.2 Режим метеорологических условий территории	23
Глава 3 Особенности биоклиматического режима гор. Санкт-Петербург ..	35
3.1 Эквивалентно – эффективная температура	35
3.2 Индекс Бодмана.....	38
3.3 Индекс патогенности метеорологической ситуации по В.Г. Бокше	39
Заключение.....	42
Список использованной литературы.....	44

Введение

Рост числа крупных городов в конце XX — начале XXI веков обусловил усугубление проблемы необходимости поисков новых подходов к исследованиям особенностей формирования климата и микроклимата мегаполисов, а также разнообразных иных урбанизированных территорий.

С другой стороны, интересным представляется изучение взаимосвязи и взаимозависимости между климатическими условиями и биоклиматическим режимом городов, в частности, в аспекте современной проблемы флуктуаций климата.

Актуальность исследований обусловлена необходимостью оценки взаимосвязи климатического режима мегаполисов и здоровья населения.

Объект исследования – город Санкт – Петербург

Предмет исследования – особенности формирования климатических и биоклиматических условий мегаполиса

Цель исследования – изучить биоклиматические условия города Санкт - Петербург.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

- составить общую географическую характеристику г. Санкт – Петербург;
- описать рельеф местности, гидрографию как факторы влияния на формирование климата;
- рассмотреть климатические особенности города по среднегодовым данным;
- провести расчет биоклиматических ресурсов по эквивалентно — эффективной температуре воздуха, индексу Бодмана и индексу патогенности;
- провести анализ данных биоклиматического режима города.

Структура работы. Работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка использованных источников.

В первой главе «Общая географическая характеристика города Санкт —

Петербург» рассмотрены географическое положение, рельеф местности почвы и гидрография города;

Во второй главе «Характеристика климата исследуемого региона» приведены табличный и графический материал с описанием общих климатических условий гор. Санкт — Петербург;

В третьей главе «Особенности биоклиматического режима гор. Санкт-Петербург» приведен анализ результатов расчета биоклиматических ресурсов города по трем основным показателям.

Методическое и информационное обеспечение: для реализации цели работы были использованы данные Северо – Западного управления по гидрометеорологии, дневники погоды, полученные на метеостанции В/Ч 55751 87 авиационной базы «Левашово», г. Санкт – Петербург, методические пособия по расчетам индексов биоклиматических показателей.

Общий объем работы составляет 46 страниц. В работе представлено 5 таблиц и 15 рисунков. Список литературы включает 28 наименований

самым северным из городов мира с населением свыше миллиона человек. С начала 1990-х по 2007 год наблюдалась устойчивая депопуляция (в 1990 году население города составляло более 5 миллионов человек, в 2007 - 4 571 184). С 2008 года отмечается прирост населения (+0,3 % в 2008 году и +0,4 % в 2009 году). По состоянию на 2010 год численность населения составила 4 600 310 человек [26].

Город Санкт – Петербург (без учёта пригородов) расположен между $60^{\circ} 05'$ (Промзона Парнас) и $59^{\circ} 48'$ северной широты (Авиагородок). Координаты центра — $59^{\circ}57'$ с. ш. $30^{\circ}19'$ в. д. (рис. 1.2).

Город расположен на северо-западе Российской Федерации, в пределах Приневской низменности, на прилегающем к устью реки Невы побережье Невской губы Финского залива и на многочисленных островах Невской дельты.

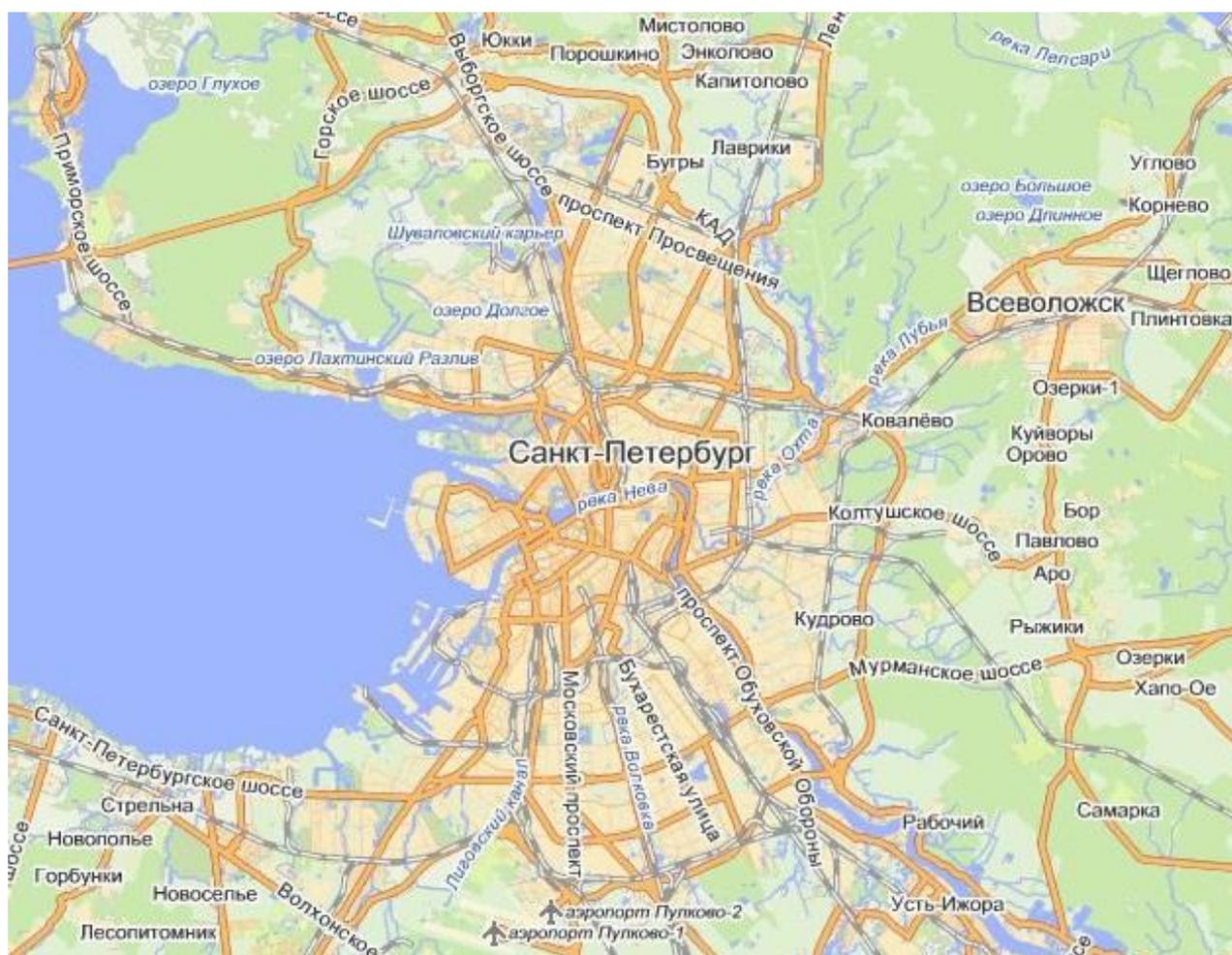


Рис. 1.2. Карта г. Санкт-Петербург [26]

Высота города над уровнем моря: для центральных районов – 1 - 5 м, периферийных районов (север) – 5 - 30 м, периферийных районов (юг и юго-запад) – 5 - 22 м.

Самое высокое место в черте города - район Красного Села (70 - 110 м) с Вороньей горой (176 м).

Высокоширотным положением города объясняется явление белых ночей. В период, близкий ко дню летнего солнцестояния, Солнце в полночь опускается ниже горизонта всего на 7° , поэтому вечерняя заря практически сходится с утренней, и всю ночь делятся гражданские сумерки. Определение белых ночей условно. Считается, что в Петербурге они продолжаются с 11 июня по 2 июля, период очень светлых ночей длится с конца мая до середины июля.

Площадь территории города — 1,4 тысячи км². Из них территория высокоплотной, почти сплошной застройки составляет 650 км² [26]

Санкт - Петербург, расположенный на берегу Финского залива Балтийского моря, является европейскими воротами России, ее стратегическим центром, непосредственно граничащим со странами Европейского Союза.

Геологическое строение территории Санкт - Петербурга обусловлено положением на стыке Балтийского кристаллического щита и Русской плиты.

На всей территории развита мощная толща (до 1200 – 1300 м) верхнепротерозойских и палеозойских осадочных пород, образующая осадочный чехол Русской плиты (рис. 1.3). Они залегают наклонно, со слабым падением под углом 10 - 20' к юго-востоку и образуют северо-западное крыло гигантской пологой вогнутой складки – Московской синеклизы (впадины).

Древние породы перекрыты плащом четвертичных отложений различной мощности (местами более 200 м). Четвертичные отложения продолжают накапливаться в наше время.



Рис. 1.3. Геологическая карта территории Санкт – Петербурга [22, с. 114]

С четвертичными отложениями связаны месторождения песчано-гравийных материалов, песков - строительных, стекольных и формовочных глин и минеральных красок. Широким распространением пользуются месторождения торфа (рис. 1.4).

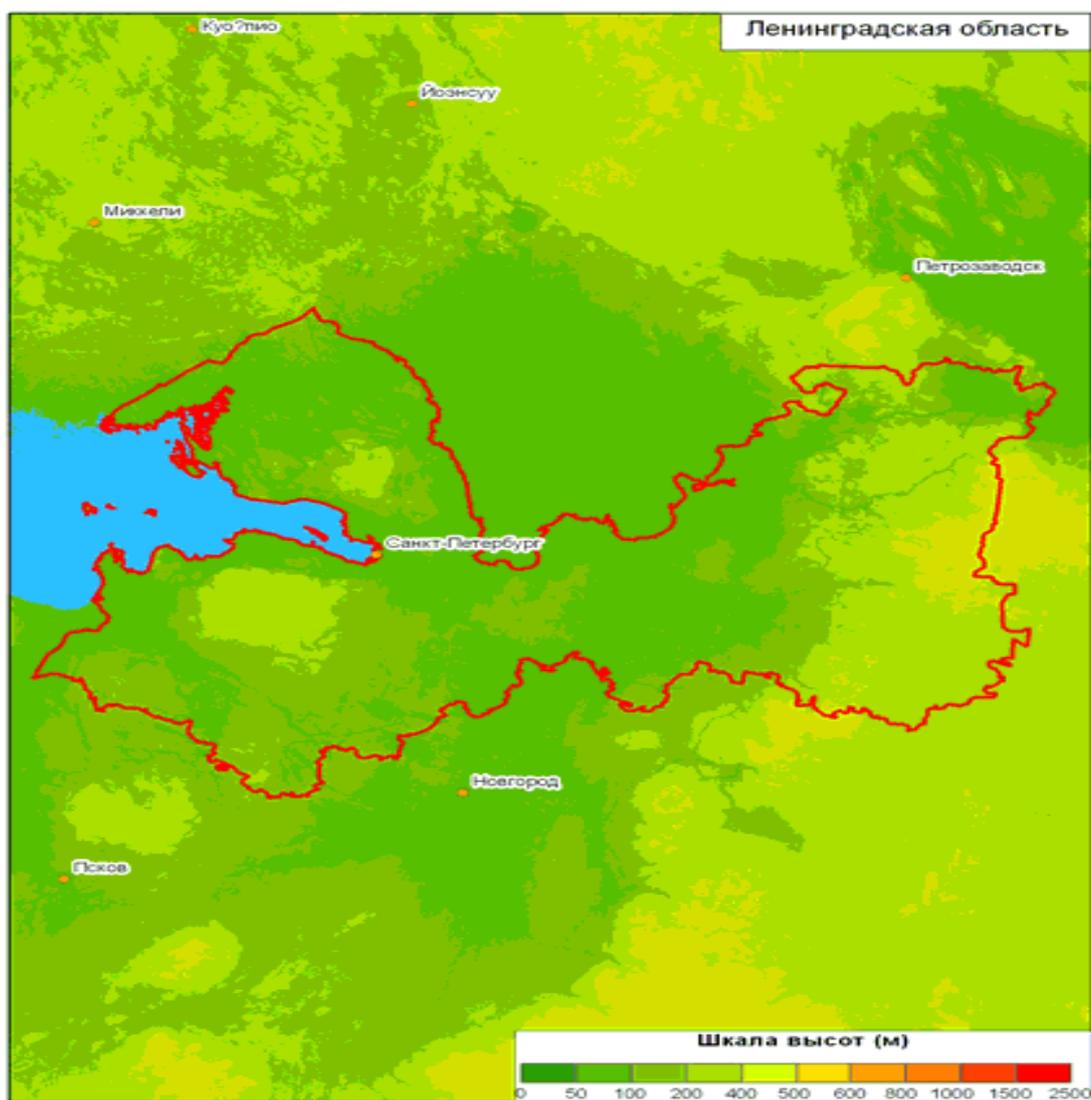


Рис. 1.4. Цифровая модель рельефа Ленинградской области [27]

Из-за расположения Санкт Петербурга на стыке Балтийского кристаллического щита и Русской плиты. В четвертичное время территория города неоднократно покрывалась материковыми льдами, деятельность которых сформировала современный рельеф.

Рельеф области сформировался в результате длительного взаимодействия внутренних и внешних сил. Историю формирования области условно делят на три этапа:

1 этап - в доледниковое время вследствие неравномерного тектонического поднятия сформировался денудационно–тектонический рельеф;

2 этап - в четвертичное время территория несколько раз покрывалась ледниками, которые неоднократно стайвали;

3 этап - после стаивания последнего ледникового покрова и спуска озёрно-ледниковых водоёмов (последние 8 – 9 тысяч лет) развитие рельефа происходило под влиянием эрозионно-аккумулятивной деятельности рек, абразии и аккумуляции озёрных и морских водоёмов, эоловой деятельности, карстовых процессов и морфообразования [7, с. 84].

Значительное поднятие северного побережья Ладожского озера вызвало перемещение водных масс к югу и затопление южного побережья этого озера. Результатом такой трансгрессии явилось возникновение реки Невы (4,5 – 5 тыс. лет назад) м.

Современный рельеф города Санкт Петербург и Ленинградской области схематично отображён на рис. 1.5.

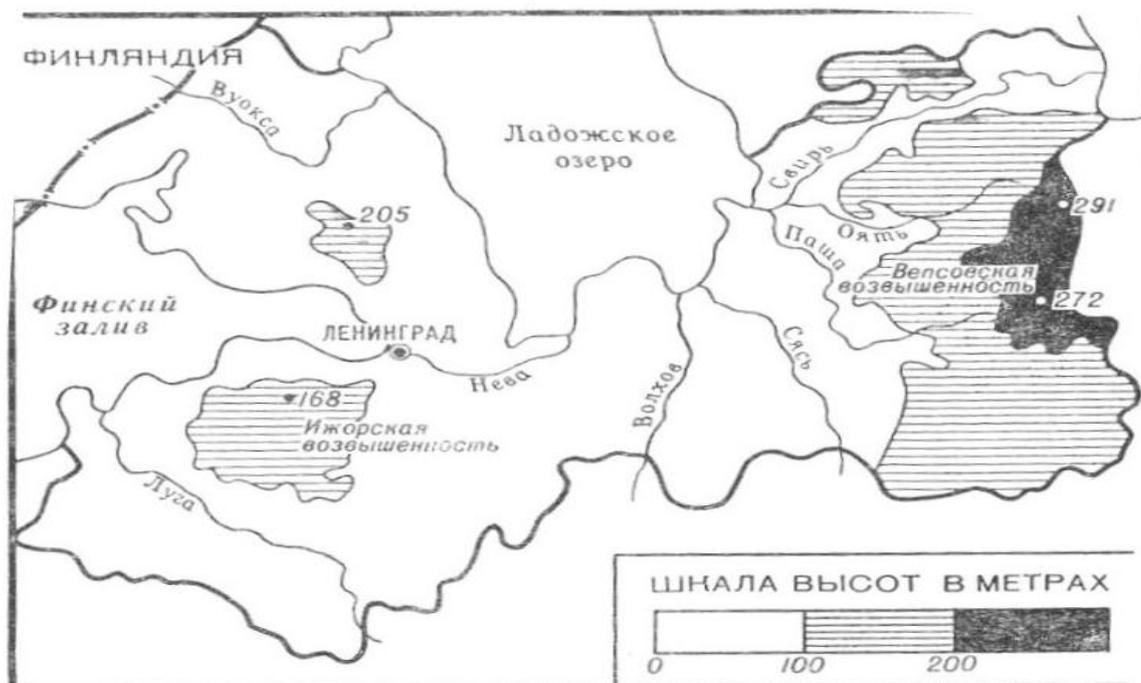


Рис. 1.5. Схема рельефа гор. Санкт Петербург и Ленинградской области [26]

Результатом действия внутренних и внешних сил явилось образование неоднородного моренно-ледникового рельефа Ленинградской области, для которого характерны холмы, гряды различной формы и высоты (камы, озы), возвышенности (Вепсовская, Валдайская, Ижорская возвышенности), а также низменности (прибрежная низменность

Ладожского озера, Приильменская низменности). Холмы и гряды чередуются с сильно заболоченными плоскими равнинами, озерными и болотными впадинами [17, с. 68].

1.2 Особенности формирования городского микроклимата

Избыточно влажный климат обуславливает обилие рек, озёр и болот, распределение которых по территории области в значительной мере определяется рельефом и геологическим строением.

Общая заболоченность территории высока, площадь болот достигает 17 %. Преобладают верховые болота (78,6 %). Озёрность составляет 14 %.

Речная сеть густая (до 0,35 км/км²). Вся речная сеть области принадлежит к бассейну Балтийского моря.

Самый обширный водосбор (282 000 км²) имеет Нева. Большинство рек берёт начало из озёр или болот. Все реки относятся к равнинному типу [24, с. 34].

Реки области характеризуются смешанным питанием с преобладанием снегового (от 40 до 50% годового стока) и большой ролью дождевого питания (до 30 % годового стока) по сравнению с подземным (около 25 % годового стока).

Основная масса вод области сбрасывается в Балтийское море через Неву, средний годовой расход которой равен 2600 м³/сек.

Сформированный ещё в четвертичный период рельеф территории области располагает обилием неровностей, которые (низменности) вследствие избыточно влажного климата превращаются в объекты гидрографической сети.

Общая заболоченность территории высока, площадь болот достигает 17%. Озёрность составляет 14 %. Речная сеть густая (до 0,35 км/км²).

Вся речная сеть области принадлежит к бассейну Балтийского моря.

Почвенный покров области характеризуется значительным разнообразием. Неоднородность местных природных условий –

почвообразующих пород, растительного покрова, рельефа и режимов увлажнения – часто вызывают резкую пространственную изменчивость почв. Господствующими являются почвы подзолистого и болотного типов.

Особую группу представляют собой дерново-карбонатные почвы, распространённые в пределах известнякового Ордовикского плато.

По производственным свойствам первое место в области занимают хорошо дренированные дерново-карбонатные почвы, относительно богатые питательными веществами.

Значительную часть пахотных почв занимают песчаные и суглинистые подзолистые почвы, часто завалуненные. Заболоченные и болотные почвы достаточно распространены (рис. 1.6).

Они приурочены к плоским водоразделам, пониженным равнинам, долинам рек. Приозёрным низинам и межрядовым понижениям [19, с. 115].

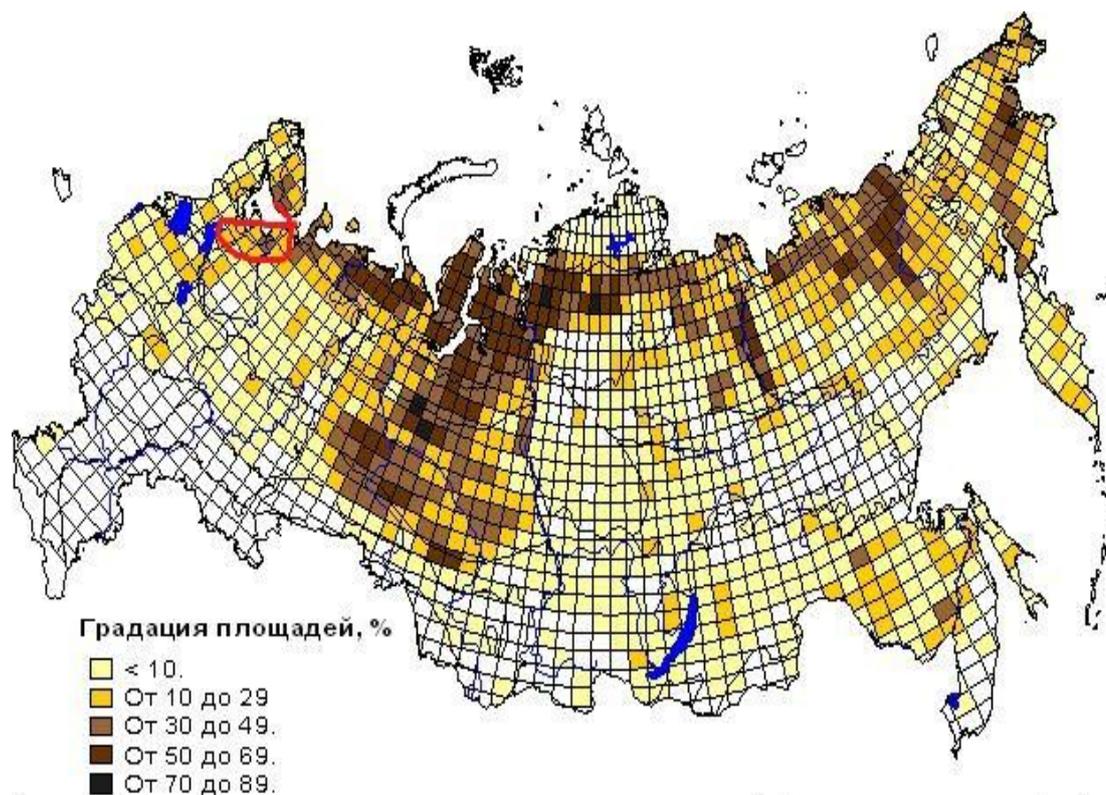


Рис. 1.6. Карта–схема расположения заболоченных территорий России [28]

Климатические особенности территории, и как следствие этого неоднородность растительного покрова, режима увлажнения, а также

морфологические особенности рельефа и почвообразующих пород, являются причиной резкой пространственной изменчивости почв. Господствующими являются почвы подзолистого и болотного типов.

Климат. Влажный, морской климат Санкт-Петербурга с тёплым летом и необычно умеренной для такой географической широты зимой объясняется влиянием Гольфстрима. На протяжении большей части года преобладают дни с облачной, пасмурной погодой, рассеянным освещением. Суммарный приток солнечной радиации здесь в 1,5 раза меньше чем на юге Украины, и вдвое меньше чем в Средней Азии. За год в Санкт-Петербурге бывает в среднем 62 солнечных дня. Средняя температура июля составляет 18,1 °С, января - -6,1°С (табл. 1.1). Как правило, температура в центральных районах города выше, чем на окраинах и в ближайших пригородах, разница температур может достигать 10 °С

Таблица 1.1

Климат Санкт-Петербурга (1883 - 2008) [14, с. 134]

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

Зима. Характер зимней погоды определяется в основном влиянием Атлантического океана и Балтийского моря. Зима в Петербурге умеренно холодная, с частыми оттепелями, которые могут составлять до половины сезона. Обычно с устойчивым снежным покровом (но бывают годы, когда снежный покров устанавливается только в середине января). Осадки выпадают преимущественно в виде снега, но возможен дождь, что часто и наблюдалось в

последние годы. Период со среднесуточной температурой ниже 0 °С (то есть климатическая зима) длится около 130 дней, начинаясь в середине ноября и заканчиваясь во второй половине марта.

Одни из самых тёплых зим в Петербурге за всю историю метеонаблюдений наблюдались в начале XXI столетия. В период погодных аномалий конца 2006 - начала 2007 гг. были установлены новые абсолютные рекорды температуры. Так, 6 декабря 2006 г. температура воздуха поднялась до +10,9 °С, что стало абсолютным максимумом температур в зимний период.

В связи с северным расположением города в дни, близкие к зимнему солнцестоянию, Солнце едва поднимается над горизонтом выше 5 градусов (минимальный угол близ высшей кульминации - 7 градусов 37 минут в день зимнего солнцестояния), к тому же в городе почти не бывает пасмурных дней в этот период. Поэтому зима в городе очень тёмная

Весна. Весна в Петербурге обычно наступает в конце марта, когда среднесуточная температура становится устойчиво положительной и сходит снежный покров, но возможны отклонения от этого срока, когда снежный покров окончательно сходит уже в начале марта или в начале апреля. Часто бывают возвраты холода, когда после периода тепла в апреле (15-20 °С), температура может упасть до 5-10 °С в начале мая, сопровождаясь осадками в виде мокрого снега, возможны даже снегопады.

Лето. Лето начинается обычно неустойчивой, иногда прохладной погодой, частые дожди, возможен град. Со второй половины июня до конца августа температура днём, как правило, превышает 20 °С, возможны и периоды жаркой погоды с температурой выше 30 °С, за счёт высокой влажности жара ощущается сильнее. Самая высокая летняя температура была зафиксирована на юге Петербурга в июле 2006 г. и составила порядка +35 °С.

Осень. Осенью часты большие колебания температуры, возвраты тепла (15-20 °С) в конце сентября и начале октября. Дожди становятся более продолжительными, но менее интенсивными, чем летом. Постепенно пасмурная и сырая погода становится преобладающей. Первые заморозки

случаются в начале ноября, установление снежного покрова происходит обычно к концу ноября.

Естественно-растительный покров относится к зоне тайги, для которой характерно господство хвойных лесов – еловых и сосновых, которые по мере продвижения к югу постепенно переходят в смешанные леса с примесью широколиственных пород – дуба, липы, клёна.

Во многих местах с богатыми почвами леса вырублены, освобождённые площади заняты под пашни. Особенно сильно обезлесены юг и юго-запад Ленинградской области [12, с. 74].

Вследствие особенностей климатических факторов и почвенного покрова с преобладанием подзолистых почв, на территории Санкт – Петербурга распространена неприхотливая растительность (хвойная), которая относится к природной зоне тайги.

Глава 2 Климатообразующие факторы и климатическая характеристика территории

2.1 Основные факторы климатообразования территории

Территория исследуемой области находится под воздействием морских (атлантических) и континентальных воздушных масс умеренных широт, частых вхождений арктического воздуха и активной циклонической деятельности. Поскольку вхождения как атлантического воздуха (по южной окраине циклонов), так и континентального (по северной окраине отрогов сибирского антициклона) происходят преимущественно в виде западных, южных и юго-западных потоков, ветры этих румбов являются преобладающими.

На территории области формируется климат, переходный от континентального к морскому с умеренно тёплым летом, довольно продолжительной, умеренно холодной зимой и неустойчивым режимом погоды [4, с.67-69].

За год в Санкт-Петербурге бывает в среднем 62 солнечных дня. Поэтому, на протяжении большей части года преобладают дни с облачной, пасмурной погодой, рассеянным освещением. Продолжительность дня в Санкт-Петербурге меняется от 5 часов 51 минуты 22 декабря до 18 часов 50 минут 22 июня [10, с.79].

В целом, климат города можно охарактеризовать как переходный от континентального к морскому, формирующийся за счёт морских и континентальных воздушных масс, активной циклонической деятельности.

Радиационные условия определяются положением области в северных широтах и, следовательно, большой изменчивостью в течение года высоты стояния солнца над горизонтом и продолжительности дня. В целом, за год радиационный баланс (количество тепла, которое остаётся от суммарной радиации после отражения и излучения) положителен (порядка 30 ккал/см²год). Большая часть этого тепла (до 75%) расходуется на испарение, а остальное – на таяние снега и льда и на нагревание почвы и воздуха .

Период с положительным радиационным балансом длится от третьей декады марта до начала ноября. Наибольших значений радиационный баланс достигает в мае, июле, составляя $7,0 - 8,5$ ккал/см², то есть 50 – 60 % суммарной радиации, наименьших – в декабре – январе – $0,5 - 1,2$ ккал/см². (Сумма отрицательного радиационного баланса в среднем равна $2 - 3$ ккал/см² [6, с. 12].

Годовой радиационный баланс области положителен, но тепла недостаточно для активного испарения, нагревания воздуха, почвы.

Циркуляция атмосферы. На климат г. Санкт — Петербург, как известно, оказывают непосредственное влияние постоянные Центры действия атмосферы (ЦДА). Так, в число указанных выше ЦДА входят такие барические образования, как: Арктический максимум давления, Исландский минимум давления, Азорский максимум давления (в меньшей степени, скорее, опосредованно).

По характеру преобладающих ветров в течение года над территорией города можно сделать вывод о преобладании зонального переноса (западно-восточный перенос).

Меридиональный перенос (северо-южный), скорее, не является характерным типом циркуляции, возникает в связи с перемещением в отдельные сезоны года северо-западных («ныряющих» циклонов).

Как показали исследования Главной геофизической обсерватории (п. Пулково, г. Санкт — Петербург), чрезвычайная изменчивость погоды в Петербурге обусловлена, как известно, прохождением атлантических циклонов, траектории которых, в свою очередь, определяются топографией изобарических поверхностей и, следовательно, характером общей циркуляции атмосферы, на которую влияют изменения солнечной и магнитной активности.

В частности, индекс Блиновой, характеризует интенсивность зональной циркуляции атмосферы на различных изобарических уровнях и определяется как $A=10^3 \alpha/\omega$, где α – средняя (в поясе широт $\varphi=45^\circ-65^\circ$) угловая скорость зонального движения атмосферы относительно поверхности Земли и $\Omega=2\pi/86$

400 – угловая скорость вращения Земли; на широте Петербурга ($\varphi=60^\circ$) величина $A=1$ соответствует линейной скорости ветра $V=23$ см/с.)

Как показали исследования Главной геофизической обсерватории, развитие геомагнитного возмущения сопровождается отчетливой вариацией скорости циркуляции атмосферы: в интервале от минус первого до плюс второго дня индекс Блинной оказывается на одну-две единицы выше, а в интервале от третьего до седьмого дня – на одну-три единицы ниже среднего уровня.

Таким образом, скорость атмосферной циркуляции оказывается на 20-40 см/с выше нормы на начальной фазе и на 20-60 см/с ниже на поздней фазе возмущения.

Под действием инерционных сил Кориолиса скорость ветра направлена перпендикулярно градиенту давления, то есть вдоль изобар. Соответственно азимутальная (то есть направленная вдоль географической параллели на восток) компонента скорости ветра:

$$V_\lambda = -[2\rho\Omega\sin\varphi]^{-1}\nabla\varphi_p, \quad (2.1)$$

где, $\nabla\varphi_p$ – меридиональная составляющая градиента давления;

ρ — плотность воздуха, кг/м³;

Ω — угловая скорость вращения Земли, $0,729 \times 10^{-4}$ с⁻¹;

φ — географическая широта, ° (угла).

Таким образом, индекс Блинной для пояса широт (φ_1, φ_2) на некоторой высоте h_i связан с разностью давления на границах пояса на этой же высоте соотношением:

$$\Delta p\langle h_i \rangle \equiv p_1(h) - p_2(h) = (A_i)10^{-3}\rho R E^2 \Omega^2 (\cos^2\varphi_1 - \cos^2\varphi_2), \quad (2.2)$$

Разлагая p в ряд по степеням Δh и полагая, что давление изменяется с высотой по барометрическому закону

$$p = p_0 e^{\mu g h / kT}, \quad (2.3)$$

где, μ – средний молекулярный вес воздуха, выражение (2.2) можно привести к виду:

$$\Delta p(h_i) \approx (\mu g_0 / kT) p_i \Delta h, \quad (2.4)$$

$$h_i(\varphi_1) - (\varphi_2) \equiv [(A_i) R E^2 \Omega^2] / [10^3 g_0] \times (\cos^2 \varphi_1 - \cos^2 \varphi_2), \quad (2.5)$$

где, h_i – высота уровня постоянного давления p_i ;

g_0 – ускорение свободного падения, м/с²;

k — постоянная Больцмана, 1,38 x 10⁻²³ Дж/К;

T - температура, К [3, с. 24].

Следовательно, упомянутое выше возмущение обусловлено уменьшением высот изобарических поверхностей на высокоширотной границе пояса Блиновой во время первой фазы и их увеличением во время второй фазы. Величина этих возмущений, рассчитанная на основе экспериментальных данных и выражения представлена в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Вариации индекса Блиновой δA и высоты различных изобарических уровней в ходе атмосферного возмущения $\delta \Phi$ ¹

Давление гПа	Первая фаза		Вторая фаза	
	δA	$\delta \Phi$	δA	$\delta \Phi$
700	2,4	17,0	-3,3	-23,3
500	2,7	19,1	-2,9	-20,5
300	2,4	17,0	-3,4	-24,0

Приведенные в табл. 2.1. данные показывают, что величина $\delta \Phi$

¹ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

составляет в среднем около 17 м в первый день возмущения и около -23 м на четвертый-пятый день. При этом совершается работа порядка $\pm 5-7 \cdot 10^{26}$ эрг. В то же время из солнечного ветра в магнитосферу Земли поступает энергия $\approx 10^{23}$ эрг/сут, что на 3-4 порядка меньше энергии рассматриваемого атмосферного возмущения.

Таким образом, непосредственно солнечный ветер не может быть энергетическим источником атмосферных возмущений, его воздействие на циркуляцию атмосферы, скорее, опосредованно.

Подстилающая поверхность. Достаточно сложная в геологическом и гидрогеологическом отношении территория, на которой был построен город Санкт-Петербург, создает определенные предпосылки для формирования его климата [21, с. 88]. С другой стороны, характер застройки города, размещение предприятий и селитебных зон способствует формированию специфического микроклимата.

В целом место, выбранное Петром 1 затруднительно назвать удобным для строительства города. На территории Санкт-Петербурга скальные породы залегают примерно на глубине до 200—300 м и даже в настоящее время не могут быть использованы для строительства. К тому же чуть севернее города проходит стык Русской плиты и Скандинавского кристаллического щита, что делает территорию сейсмоопасной. Как известно, имеются геологические разломы и под самим городом.

Древние достаточно прочные осадочные и моренные грунты залегают на глубине 20-30 м. В них, например, проходит значительная часть тоннелей петербургского метро. Эти слои почти везде покрыты слабыми и неоднородными водонасыщенными пылевато-глинистыми грунтами прочностью не выше 0,15 МПа, что затрудняет наземное строительство. Для таких грунтов характерны значительные и неравномерные осадки зданий, продолжающиеся в течение десятков и даже сотен лет. Для уплотнения основания применялись деревянные сваи длиной 6-8 м, что несколько снижало деформации зданий. Однако в тяжелых случаях не помогали и сваи, которые

«засасывало». Значительная часть территории города образована наносами дельты р. Нева, встречаются плывуны и подземные водотоки. Конечно, в петровские времена глубокий анализ несущей способности оснований был невозможен. Технология того времени не позволяла также забивать длинные сваи, намывать или заменять большие массивы грунта. Часть построенных зданий и сооружений получили из-за этого деформации, крен, трещины. Например, наклонился и осел на несколько десятков сантиметров Исаакиевский собор, пришлось исправлять фундаменты Ростральных колонн и прочее [13, с.79].

Кроме того, территория города до недавнего времени подвергалась опасности значительных наводнений, превышающих 4 м, по древним летописям — более 7 м. Шведы, владевшие Ингерманландией в XVII веке, имели данные о наводнениях на Неве и не застраивали низкую дельту Невы: крепость Ниеншанц стояла на сравнительно высоком месте в устье р. Охта при впадении в р. Нева (напротив современного Смольного собора). Согласно шведским летописям, в 1691 году произошло грандиозное наводнение, в котором погибли жители поселения на острове Енисаари. Однако наводнения в г. Санкт — Петербург бывают обычно осенью, а место выбиралось в мае. Пётр не принял во внимание опасности наводнений, хотя уже в августе 1703 года вода поднялась на 2 метра. Возможно, свою роль сыграл положительный опыт застройки низменностей в Голландии (Нидерланды), откуда он недавно вернулся.

Стоит сказать, что город был бы навсегда избавлен от наводнений, будучи отнесен всего на 5-6 км восточнее.

21 декабря 2005 года Законодательное собрание Санкт-Петербурга приняло «Закон о Генеральном плане Санкт-Петербурга и границах зон охраны объектов культурного наследия на территории Санкт-Петербурга» № 728-99, утвердивший новый Генеральный план города. Этот закон вышел уже в условиях действия нового Градостроительного кодекса РФ, согласно которому генеральные планы городов федерального значения Москвы и Санкт-

Петербурга имеют одновременно значение схемы территориального планирования субъекта федерации.

Однако, кроме генплана, Градостроительный кодекс предусмотрел также обязательность Правил землепользования и застройки поселений. В соответствии с этим 4 февраля 2009 года был принят Закон Санкт-Петербурга № 29-10, утвердивший Правила землепользования и застройки Санкт-Петербурга.

Эти правила включают карты территориального зонирования с указанием границ территориальных зон и предельных параметров разрешённого строительства, территорий объектов культурного наследия, зон с особыми условиями использования территорий, а также градостроительные регламенты.

Город оказывает заметное влияние на формирование климата. Интегральная прозрачность атмосферы в Санкт – Петербурге, в среднем, на 3-5% ниже, чем в Ленинградской области [2, с. 37].

В результате снижается приход радиации и уменьшается число часов солнечного сияния, однако радиационный баланс в пределах города больше, чем в окрестностях.

В центре Санкт - Петербурга теплее, чем на окраинах, на 0,8-1,5 °С зимой - за счет выброса тепла промышленными предприятиями и системами отопления и на 0,5-0,7 °С - летом - за счет нагревания каменных и мостовых. Абсолютный минимум температур в городе на 4-5 °С выше. Безморозный период в центре Санкт – Петербурга продолжительнее на 25 дней, чем в Лесном, и на 43 дня, чем в аэропорту "Пулково". Городская застройка существенно влияет на ветровой режим. Средние месячные скорости ветра в центральных районах на 1-1,5 м/сек меньше, чем на побережье [25].

Следует отметить, что радиационный баланс в некотором роде рукотворный фактор. В пределах территории города, для которой характерна большая площадь застроек, осуществляющих выброс тепла - зимой, а также за счёт нагревания некоторых из них (мостовых) - летом, радиационный баланс выше, чем за её пределами. То есть, увеличивая количество зданий в городе,

можно повысить его тепловой баланс.

Таким образом, на формирование климата г. Санкт-Петербург большое влияние оказывают особенности радиационного режима, циркуляции атмосферы и подстилающей поверхности. В частности, контрастность и многообразие рельефа (максимальные высоты на юго-западе составляют 176 м, на севере - около 60 м); близость к Финскому заливу Балтийского моря и протекающая в пределах города р. Нева, кроме указанных выше причин, способствуют формированию специфического климата в г. Санкт-Петербург: влажного, близкого к морскому, с умеренно теплым летом и довольно продолжительной умеренно холодной зимой.

2.2 Режим метеорологических условий территории

Температура воздуха и ее динамика. Одним из основных метеорологических элементов климата любого региона является температурный режим.

Средняя годовая температура воздуха на территории Северо - Запада колеблется от 2 °С (северо-восточной части) до 4,5 °С (в южной). Определяющим фактором в распределении температуры и других характеристик термического режима в холодную половину года является циркуляция атмосферы. В этот период территория области испытывает наибольшее влияние Атлантики.

Он зависит от многих факторов: широты местности, солнечной радиации, подстилающей поверхности и ряда других факторов. Годовой ход температуры воздуха по среднегодовым данным для г. Санкт - Петербург (рис. 2.1).

При продвижении на восток это влияние заметно ослабевает, обуславливая рост континентальности и понижения температуры зимой на 3 - 4 °С. Самый холодный месяц в году – январь, а в западных районах и на побережьях крупных водоёмов – февраль.

Средняя месячная температура в январе – феврале около -9°C . Наглядно температуру Северо – Запада в холодное время года можно пронаблюдать по изотермам января.

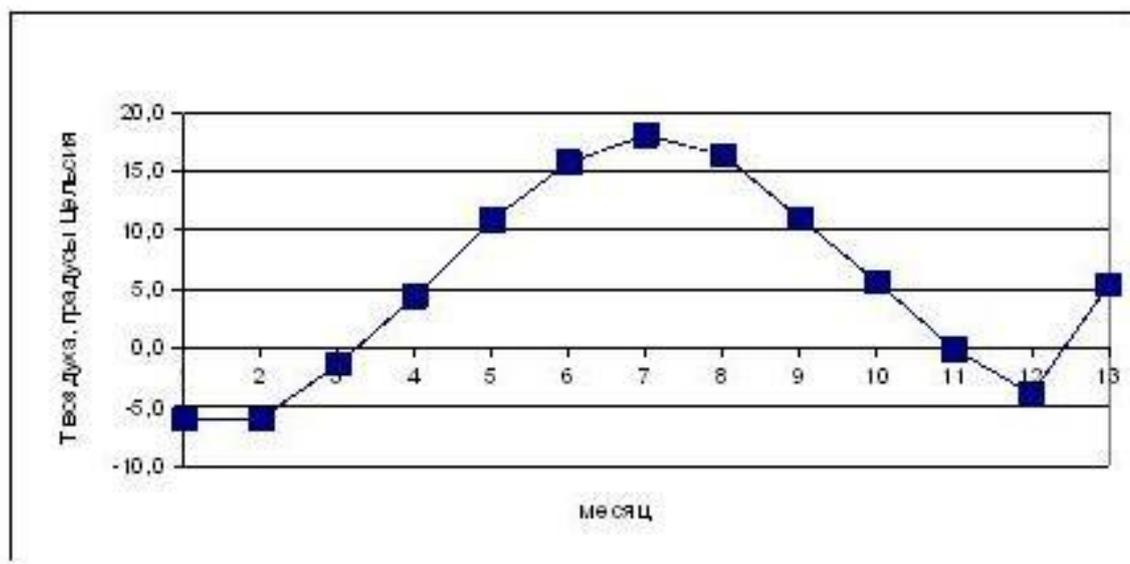


Рис. 2.1. Годовой ход температуры воздуха по среднемноголетним данным для г. Санкт - Петербург²

Обычно в конце октября – начале ноября появляется снежный покров, но он, как правило, держится недолго. В это время возможны неоднократные кратковременные образования снежного покрова. Приблизительно с половины декабря средняя суточная температура воздуха переходит через -5°C . На большей части территории этот период длится до середины марта, то есть в среднем 3 месяца.

В связи с большой изменчивостью циркуляционных процессов погодные условия отдельных лет в значительной степени отличаются от общих условий. Так, аномально холодными по температуре воздуха были зимы 1939 – 40, 1940 – 41 гг. [20, с. 336].

Абсолютный минимум температуры -36°C (1940 г). Экстремально холодные зимы связаны с преобладанием арктического воздуха. Нередко случаются и очень мягкие зимы, когда средняя температура за месяц может

² Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

превышать норму на 7 °С [5, с.7].

Вторжения теплого воздуха могут приводить к резкому повышению температуры до + 6°С.

В среднем, первый заморозок бывает 10 октября, самый ранний отмечен 15 сентября 1944 г. На почве заморозки наступают раньше, самый ранний – 29 августа 1973 г.

Весной и летом циклоническая «деятельность» и общая циркуляция атмосферы ослабевают, и в формировании термического режима возрастает роль радиационных факторов.

Термические условия летних месяцев отличаются значительной однородностью по территории, и в их распределении более отчётливо проявляется влияние широты. Средняя температура самого тёплого летнего месяца – июля – изменяется по территории всего в пределах 1° . Средняя температура июля 16 – 17 °С.

Режим и распределение по территории минимальных температур во многом определяются местными особенностями. Высокие температуры воздуха летом связаны с установлением над регионом устойчивого антициклона и приходом теплого сухого воздуха.

Выше 25 °С температура бывает в среднем 16 дней в году, абсолютный максимум 34 °С (1972, 1985). Проникновение арктических воздушных масс в тыловых частях северо - западных циклонов может приводить к резкому снижению температуры воздуха летом (абсолютный минимум 0 °С в июне 1930) .

За начало весны принимается устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через нуль. Весна часто затяжная. Средняя суточная температура переходит через 0 °С 3 апреля, а через 10 °С - 18 мая. Последний заморозок отмечается 5 мая, но возможен и до 28 мая, а на почве - 6 июня. Ср. продолжительность безморозного периода 157 дней .

В начале лета ещё возможны заморозки. К концу мая они заканчиваются почти повсеместно и только на востоке Ленинградской области возможны

заморозки в первой половине июня. В летнем сезоне выделяется период средних суточных температур выше 15°C .

Осень наступает в конце первой – начале второй декады сентября. Продолжительность осени около двух месяцев. Осень обычно затяжная, переход средней суточной температуры от 10 °С до 0 °С длится 55 дней. В течение 127 дней средняя суточная температура выше 10 °С.

За последние 10 лет активизировалась циклоническая деятельность, особенно зимой. Средняя годовая температура возросла на 0,9 °С по сравнению с нормой (4,4 °С). Прежде всего, за счет периода с января по март (рост на 2,5 - 3,1 °С). Температура самого теплого месяца - июля - осталась на уровне нормы.

На фоне такой тенденции наблюдаются периоды с аномально холодной погодой зимой (декабрь) и сухой и жаркой летом (июль). Это происходит, когда над Европейской частью России устанавливается обширный блокирующий антициклон.

Петербургские метеостанции располагают данными с 1722 года. Самая высокая температура, отмеченная в Санкт-Петербурге за весь период наблюдений, +34,6 °С, а самая низкая –35,9 °С .

Температура города в первой части года (январь – июль) напрямую зависит от положения циклонов и антициклонов над территорией. Средняя годовая температура зимой -9°C. Вследствие сильной изменчивости циклонической деятельности погодные условия весьма не стабильны в это время.

К наступлению лета снижается роль циклонического фактора в формировании температуры, возрастает роль поступающей солнечной радиации, поэтому температурные условия летом отличаются большей однородностью по территории, чем зимой.

Средняя годовая температура летом 16 – 17⁰ С. В целом, температура области нестабильна, так как зависит от ряда факторов, которые являются независимой природной силой.

На рис. 2.2. и рис. 2.3. представлены данные тенденции изменения

годового хода температуры воздуха г. Санкт — Петербург за период 1990-2008 гг. составленные автором по данным Северо-западного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, ст. Санкт - Петербург, ГГО.

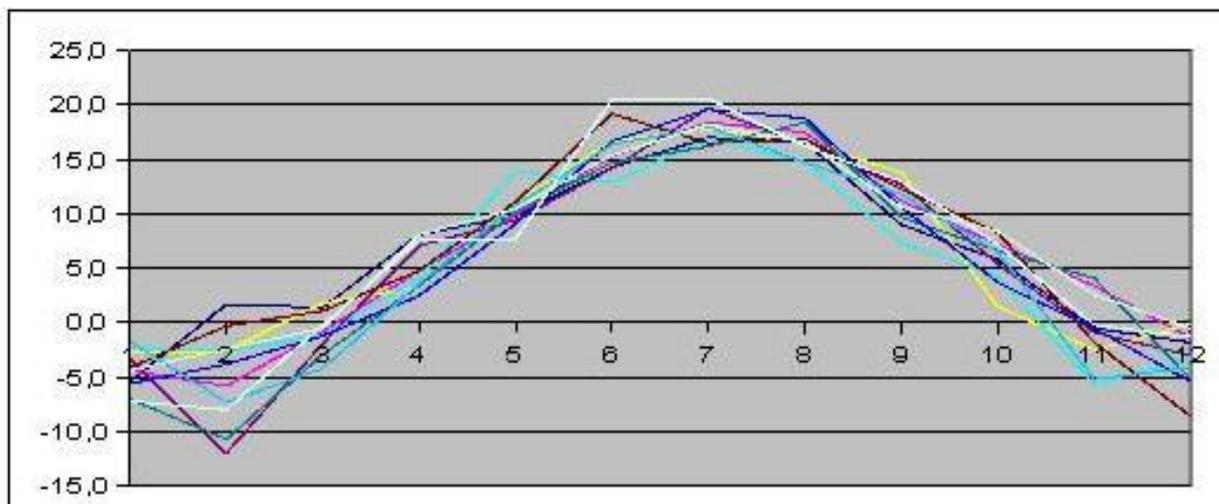


Рис. 2.2. Тенденции годового хода температуры воздуха г. Санкт-Петербург за период времени с 1990 по 2000 гг.³

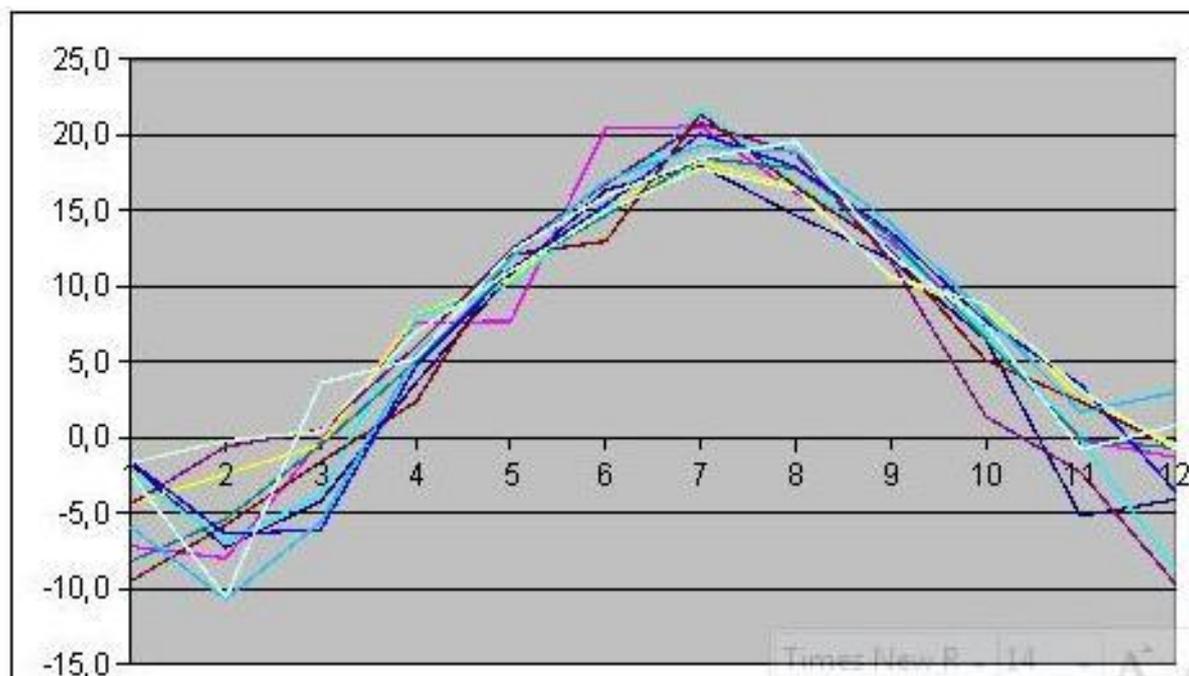


Рис. 2.3. Тенденции годового хода температуры воздуха г. Санкт-Петербург за период времени с 1998 по 2008 гг.⁴

³ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

⁴ То же

Сравнивая полученную информацию, можно достаточно четко проследить изменения последовательности и закономерности годового хода температуры воздуха для города.

В частности, период времени с 1753 по 1786 годы отличается выровненным и спокойным ходом температуры воздуха, можно видеть, что значения указанного параметра для месяцев разных лет достаточно близки. Данная тенденция повторяется и для периодов с 1882 по 1892, а также с 1958 по 1968 годы. Однако в конце XX века — начале XXI весьма заметен некоторый «разброс» значений помесечной температуры для отдельных лет (рис. 2.2 и 2.3).

Вероятно, данная тенденция может быть объяснена описываемой в науке ситуацией «разбалансировки или нервозности климата» по К.Я. Кондратьеву и ряду других ученых, то есть возможным влиянием природных факторов флуктуации климата и его элементов.

Облачность и осадки. Для районов Санкт – Петербурга характерна пасмурная погода с общей облачностью 8-10 баллов (до 177 дней в году). Наибольшую повторяемость (48%) имеют слоисто-кучевые облака, их максимум в сентябре – январе.

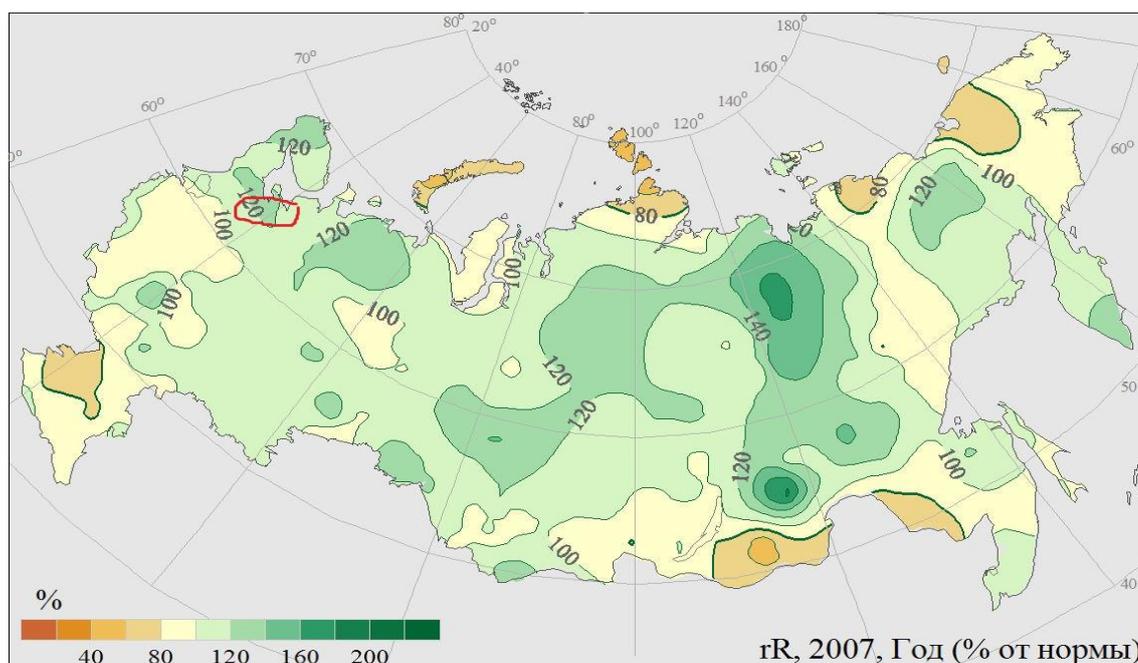


Рис. 2.4. Поля годовых сумм осадков на территории России, 2007 гг. [25]

Летом доля кучевых облаков 25-30%. В среднем, 145 дней в году относительная влажность воздуха не менее 80% (рис. 2.4).

На фоне большой влажности воздуха, особенно зимой, часты туманы (в среднем, 27 дней в году).

Средняя продолжительность туманов 3-4 часа (в исключительных случаях - 1,5 суток).

Число дней с низкой влажностью воздуха (до 30%), в среднем, не превышает 10 (чаще всего в мае) (рис. 2.5).

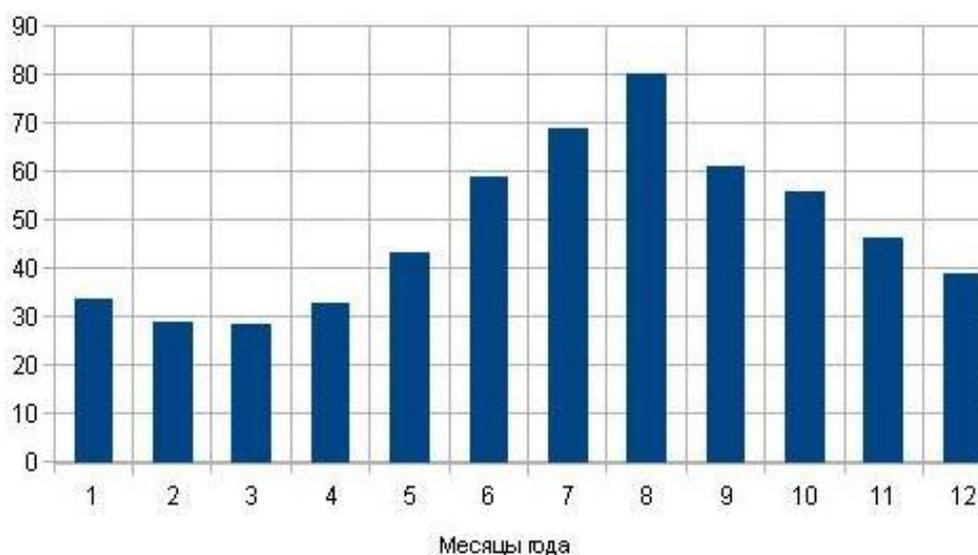


Рис. 2.5. Годовой ход количества осадков в г. Санкт — Петербург по среднегодовым данным⁵

За счёт недостаточного количества солнечной радиации, поступающей на территорию области, (что, в свою, очередь, ведёт к медленному испарению влаги), активной циклонической деятельности и ряда других климатических факторов, перечисленных в предыдущем подразделе, 145 дней в году относительная влажность воздуха в городе не менее 80%.

Территория области расположена в зоне избыточного увлажнения [4, с.7]. На распределение осадков большое влияние оказывают орографические особенности местности и подстилающая поверхность, ведущие к нарушению плавного характера изменения осадков. Даже небольшие возвышенности

⁵ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

обуславливают перераспределение осадков.

Больше всего осадков выпадает на западных и юго-западных (наветренных) склонах возвышенностей и гряд, и наименьшее их количество приходится на побережья водоемов (Ладожского, Онежского озер, Финского залива). Годовое количество осадков составляет 550-850 мм. В годовом ходе минимум осадков наблюдается, как правило, в марте – мае, максимум – в августе

В режиме увлажнения большая роль принадлежит снежному покрову. Максимальной высоты снежный покров достигает обычно в январе-феврале и держится до конца марта [6, с. 22] (рис. 2.6).

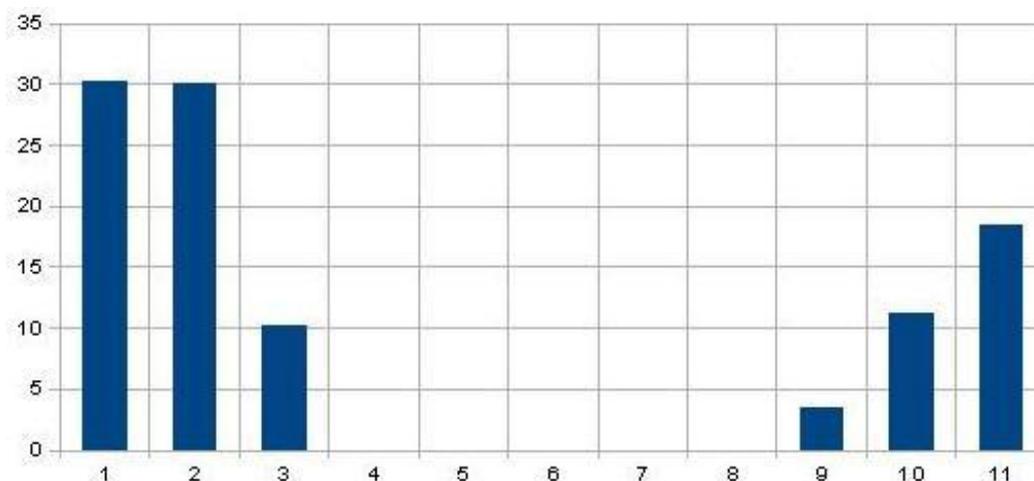


Рис. 2.6. Среднемноголетние значения высоты снежного покрова для г. Санкт-Петербург⁶

Наибольшее количество осадков - 825 мм в год, наименьшее - 417 мм. На долю жидких осадков приходится 65% (бывают и зимой), твердых - 19%, смешанных - 16%.

В последние годы наметилась тенденция к уменьшению количества осадков на 70-100 мм в год (в основном, за счет летних и осенних месяцев). Среднее максимальное суточное количество осадков 30 мм, абсолютный максимум 76 мм (8 августа 1947). Дней с осадками свыше 0,1 мм - 191 в году. Коэффициент увлажнения (отношение количества осадков к испаряемости)

⁶ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

равен 1,9.

Высота снежного покрова, в среднем, не более 33 см, редко до 50-60 см. Самая ранняя дата появления снежного покрова - 3 октября, устойчивый снежный покров формируется к 7 декабря, средняя дата схода снежного покрова - 16 апреля, самая поздняя - 9 мая.

Метели бывают, в среднем, 14 дней в году, максимальное число дней с метелью за год - 33. Число дней с гололедом может достигать до 26. Коммуникации зимой (до 39 дней в году) испытывают негативное воздействие изморози. В среднем, за год отмечается 1-2 дня с градом. Среднее число дней в году с грозами 18, максимальное - 32. Большинство гроз (78%) наблюдается летом. Отмечены грозы продолжительностью около 5 часов.

Санкт – Петербург находится в зоне избыточного увлажнения, что обуславливается движением арктических воздушных масс, циклонической деятельностью на территории.

На распределение осадков внутри города влияют орографические особенности и характер подстилающей поверхности. Больше всего осадков выпадает на западных и юго–западных (наветренных) склонах возвышенностей и гряд, и наименьшее их количество приходится на побережья водоёмов (Ладожского, Онежского озёр, Финского залива). Годовое количество осадков составляет 550 – 850 мм.

Ветровой режим зависит от общей циркуляции атмосферы и тесно связан с особенностями распределения барических центров, располагающихся вокруг района.

Режим атмосферного давления характеризуется резко выраженной сезонной сменой полей давления. В холодный период в результате воздействия исландского минимума здесь преобладает пониженное давление. В тёплый период над холодной поверхностью северных морей развивается область повышенного давления.

Субтропический пояс высокого давления даёт начало юго-западным ветрам, характерным практически для всей территории Ленинградской области.

В местах, где ярко выражена сезонная смена полей давления, воздушная циркуляции имеет муссонный характер. Если в холодный период здесь также, как и на большей Европейской территории, преобладают ветры от южного до западного направления, то в тёплый период господствуют ветры противоположного направления – от северного до восточного, дующие от северных морей.

Устойчивость направления и величина скорости ветра определяются интенсивностью атмосферной циркуляции [11, с. 123].

Тем не менее, считается, что на территории Ленинградской области в течение всего года преобладают ветры южного, юго–западного, северо-западного и западного направлений, так как повторяемость этих направлений, как правило, превышает 50%, что можно увидеть на примере составленных роз ветров для Ленинградской области. При этом, наиболее часто они отмечаются в холодный период года.

В летние месяцы повторяемость ветров юго-западной четверти несколько уменьшается, северной – увеличивается. В холодный период, вследствие близкого расположения областей высокого и низкого давлений, возникают большие горизонтальные градиенты давления. Поэтому в это время ветры наиболее устойчивы по направлению и наибольшие по силе.

Летом, в связи с уменьшением термических контрастов, барическое поле выражено менее чётко, а градиенты давления незначительны. Ветры у поверхности земли ослабевают и становятся менее устойчивыми по направлению.

Под влиянием орографии преобладающее направление ветра искажается. Так, например, в долинах рек преобладают ветры, дующие вдоль долин. Ещё в большей степени, чем направление, от местных условий зависит скорость ветра. Наименьшие скорости наблюдаются в районах, где сказывается влияние леса; по мере приближения к крупным водоёмам скорость ветра возрастает, и наибольшие её величины отмечаются на прибрежных и озёрных станциях [1, с. 28].

Средние годовые скорости ветра на территории Ленинградской области колеблются в довольно широком пределе, от 3 до 7 м/сек. Максимальные скорости ветра приходятся на октябрь – декабрь (3 – 5 м/сек, а на озёрах до 8,9 м/сек). Наименьшие скорости наблюдаются в июле – августе (2 – 4 м/сек и до 5, 0 м/сек – над крупными водоёмами) [5, с.7].

Снижение скорости ветра происходит в связи с уменьшением циклонической деятельности в наиболее тёплые месяцы.

На большей части территории в течение всего года преобладают слабые (от 0 до 5 м/сек) ветры, повторяемость которых составляет 70 - 90 % зимой и 85 – 95% летом. Повторяемость умеренных ветров (от 6 до 9 м/сек) и сильных (от 10 м/сек и более) в большей степени зависит от сезона. Умеренные ветры на открыто расположенных станциях зимой наблюдаются в 25 -26 % случаев, летом их повторяемость уменьшается вдвое. Повторяемость сильных ветров на этих станциях составляет 6 – 9 %, а летом они наблюдаются не ежегодно (1%) .

Число дней с сильным ветром (>15 м/сек) находится в тесной зависимости от местоположения. Ветры со скоростью свыше 15 м/сек бывают в центральных районах Санкт – Петербурга, в среднем, до 2 дней в году, в прибрежных - 14-22 дня [15, с. 52]. Возрастает число дней с сильным ветром на открытых территориях, вблизи водных поверхностей, снижается в районах, характеризующихся большой заселенностью, а также районах, имеющих элементы защищённости: холмы, строения.

По данным СЗ УГМС на 1966 год наибольшее число дней с сильным ветром на территории Ленинградской области (станция Петрокрепость) приходится на февраль, март, ноябрь, декабрь. Годовое количество дней с сильным ветром – 48 [5, с.8].

Считается, что на территории Ленинградской области в течение всего года преобладают ветры южного, юго–западного, северо-западного и западного направлений.

Скорость, сила и направление ветра зависят от ряда факторов, таких как, образование барических полей, движение господствующих воздушных масс,

орографических особенностей области.

В холодный период здесь преобладают ветры от южного до западного направления, в тёплый период господствуют ветры противоположного направления – от северного до восточного, дующие от северных морей. На большей части территории в течение всего года преобладают слабые (от 0 до 5 м/сек) ветры, повторяемость которых составляет 70 - 90 % зимой и 85 – 95% летом.

Глава 3 Особенности биоклиматического режима гор. Санкт-Петербург

Биоклиматические индексы представляют собой интегральное выражение совокупности факторов внешней среды, оказывающих то или иное влияние на теплоощущения человека или степень его погодно-климатической комфортности. В настоящее время известны и применяются для расчетов более 30 биометеорологических показателей – индексов [3, с. 8].

Из всего имеющегося многообразия биоклиматических индексов в данной работе рассмотрим некоторые из них: эквивалентно-эффективную температуру; индекс Бодмана и индекс патогенности метеорологической ситуации по В.Г. Бокше - как наиболее информативные и позволяющие решить поставленную во введении цель работы [9, с. 24].

В частности, эквивалентно-эффективная температура как биоклиматический индекс интересна тем, что позволяет рассмотреть термические условия года, учитывая влияние скорости ветра и влажности; индекс Бодмана позволяет осуществить характеристику зимних условий; индекс патогенности метеорологической ситуации дает возможность оценить степень патогенности погодных условий для организма человека.

3.1 Эквивалентно – эффективная температура

В 1923 году, оценивая тепловое состояние человека и степень дискомфорта, Хаутон и Яглоу ввели термин «эффективная температура».

В частности, они предполагали, что «ЭТ – это температура неподвижного воздуха, насыщенного водяным паром». Формула расчета ЭТ была предложена А. Миссенардом.

В зависимости от температуры воздуха меняется и влияние влажности на температуру: если температура ниже +10 °С – сухой воздух кажется значительно теплее, чем влажный, а при температуре выше +10 °С – наоборот. Для учета скорости ветра и влажности воздуха на его температуру, А.

Миссенард предложил следующую формулу [22, с. 19]:

$$ET = 37 - \frac{37-t}{0.68-0.0014f+\frac{1}{1.76+1.4V^{0.75}}} - 0.29t \left(1 - \frac{f}{100}\right), \quad (3.1)$$

где, ET – показатель зависимости тепловой чувствительности человека от воздействия ветра, эквивалентно-эффективная

t – температура, $^{\circ}\text{C}$

f – температура сухого воздуха, $^{\circ}\text{C}$

V – скорость ветра, м/с

Значения биоклиматического показателя ET можно использовать при оценке как холодного, так и теплого сезонов года. Кроме того, ET соответствует такому сочетанию метеорологических величин, которое производит тот же тепловой эффект, что и неподвижный воздух при 100 % относительной влажности и определенной температуре [19, с.153-158].

Индекс ET не учитывает адаптационные свойства человека, характер работы, состояние здоровья, физиологические особенности различных групп людей, а также влияние солнечной радиации на теплоощущения. Однако как показано в работе [10, с. 79], данный показатель наиболее хорошо отражает влияние климатических условий на состояние человека.

Таблица 3.1

Рассчитанные значения Эквивалентно-эффективной температуры (ET) по данным Северо-Западного УГМС (ст. Санкт - Петербург, ГГО)⁷

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$ET,$ $^{\circ}\text{C}$	-18,0	-23	-9,1	-5,3	4,9	7,3	12,5	13	4,8	-5,2	-15,1	-15,3

Согласно классификации тепловой чувствительности человека по данным ET можно представить результаты расчетов, произведенных автором, по

⁷ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

предложенной формуле 3.1. по среднегодовым данным (материалы Северо-западного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды). Рассчитанные значения ET по формуле А. Миссенарда приведены в табл. 3.1 и показаны на рис. 3.1.

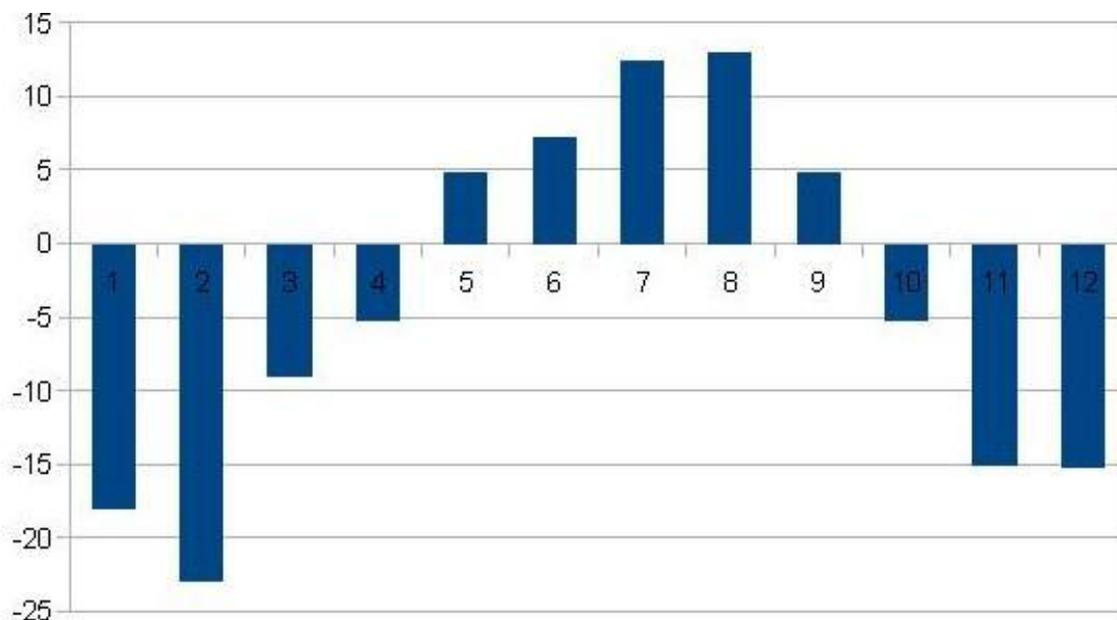


Рис. 3.1. Годовой ход значений ET (составлен автором по данным Северо-западного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, ст. Санкт - Петербург, ГГО)⁸

Исходя из анализа данных рис. 3.1 и табл. 3.1, можно сделать вывод о том, что только в июле и в августе для г. Санкт — Петербург может быть установлен тепловой комфорт (умеренно тепло).

В июне по расчетам ET зафиксированы прохладные ее значения; в мае и сентябре — умеренно прохладные.

Для апреля и октября отмечены очень прохладные условия; марта — умеренно холодно; в январе, ноябре и декабре установлены холодные условия и только в феврале — очень холодно.

⁸ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

3.2 Индекс Бодмана

Для оценки суровости зимних условий применяется индекс Бодмана (S), показывающий «жесткость» зимней погоды в условных единицах по шкале баллов «жесткости» [23, с. 4].

Сущность формулы для расчетов (3.2) заключается в том, что экспериментальной базой послужил сосуд с водой, которой охлаждался за определенное время. Индекс имеет размерность, выраженную в баллах, которые рассчитываются по формуле:

$$S = (1 - 0.004t)(1 + 0.272V), \quad (3.2)$$

где, S – ветро-холодовой индекс

V – скорость ветра, м/с

T – температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$

Таблица 3.2

Рассчитанные значения индекса Бодмана (S) по данным Северо-Западного УГМС (ст. Санкт - Петербург, ГГО)⁹

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
S , баллы	4,2	3,9	3,7	-	-	-	-	-	-	-	4,3	4

Рассчитанные значения индекса Бодмана (S) по данным Северо-Западного УГМС представлены в табл. 3.2. Наглядно рассчитанные значения данного индекса представлены в рис. 3.2.

⁹ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

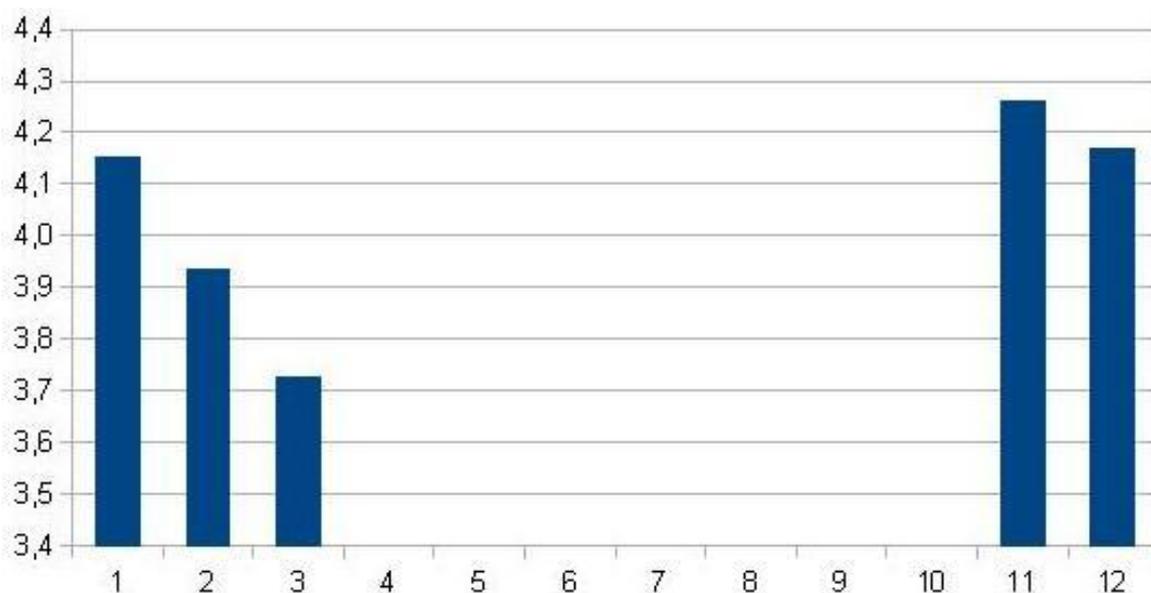


Рис. 3.2. Годовой ход значений индекса Бодмана¹⁰

Исходя из данных табл. 3.2 и рис. 3.2, можно видеть, что холодный период года в г. Санкт-Петербург в феврале, марте и декабре является суровым, а в январе и ноябре — очень суровым согласно классификации значений индекса Бодмана.

3.3 Индекс патогенности метеорологической ситуации по В.Г. Бокше

Степень раздражающего воздействия погодных факторов на человека может быть определена по индексу патогенности метеорологической ситуации, предложенному В.Г. Бокшей и рассчитываемому по формуле [9, с. 108]:

$$I = 10^{\left(\frac{h-70}{20}\right)} + 0.2v^2 + 0.06n^2 + 0.06(\Delta p)^2 + 0.3(\Delta t)^2 + It, \quad (3.3)$$

где, I – индекс патогенности метеорологической ситуации, баллы

h – высота Солнца, °

v – скорость ветра, м/с

¹⁰ Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

$$n = 10^{-10} \cdot S_{\phi} / S_m$$

Δp – межсуточное изменение атмосферного давления, гПА

Δt – межсуточное изменение температуры воздуха, 0С

I_t – индекс патогенности температуры.

Расчеты индекса патогенности метеорологической ситуации производились по данным дневников погоды, полученных автором на метеостанции В/Ч 55751 87 авиационной базы «Левашово», расположенной в Выборгском районе г. Санкт - Петербурга.

Таблица 3.3

Расчитанные значения индекса патогенности метеорологической ситуации по формуле В.Г. Бокши¹¹

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>I, баллы</i>	35	29	18	10	7	6	8	10	15	19	34	38

ы

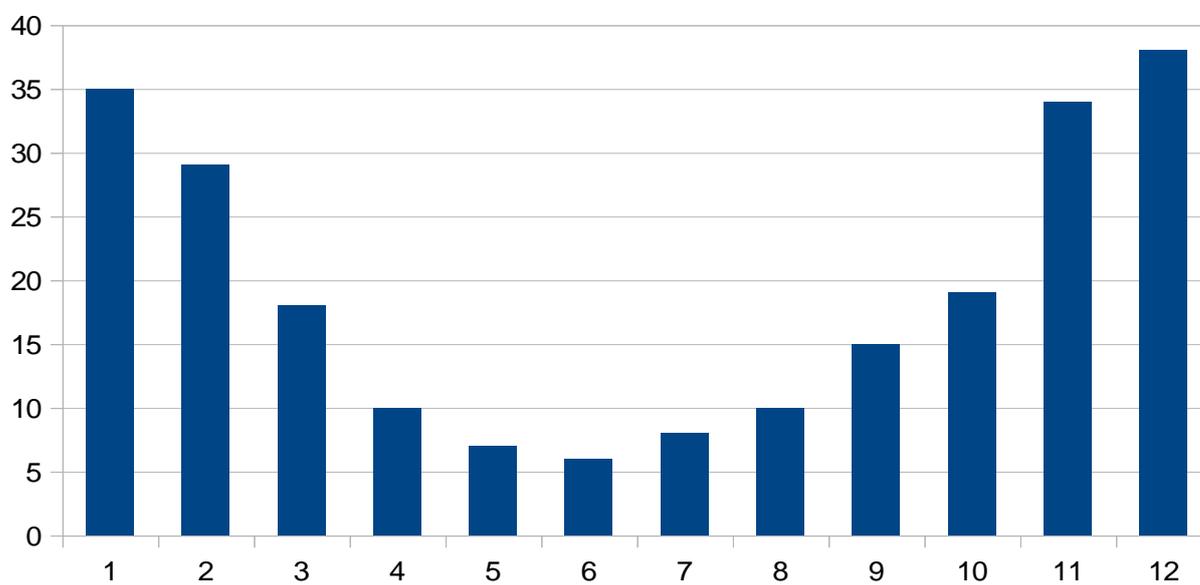


Рис.3.3. Годовой ход значений индекса патогенности метеорологической ситуации по В.Г. Бокше¹²

Исходя из анализа данных рис. 3.3 и табл. 3.3, можно сделать вывод о

¹¹ Таблица составлена по данным, полученным в процессе исследования

¹² Рисунок составлен по данным, полученным в процессе исследования

том, что только в мае, июне и июле погодные условия в г. Санкт — Петербург являются оптимальными; в марте-апреле и с августа по октябрь наблюдаются раздражающие погодные условия; в январе — феврале, а также в ноябре-декабре — острые.

В результате расчетов используемых в работе биоклиматической индексов и обобщения полученных данных, можно сделать вывод о том, что только в летние месяцы года (по *ET* июль-август; по *I* - май, июнь, июль) в пределах города устанавливаются комфортные условия.

Зимний период года (по *S* - с января по март и ноябрь-декабрь; по *ET* — январь - февраль, ноябрь-декабрь; по *I* - с января по март и ноябрь-декабрь) практически полностью дискомфортен. Данная ситуация, вероятно, объясняется повышенными значениями скорости ветра и влажности воздуха в холодный период года.

Заключение

Город Санкт-Петербург относится к самым северным городам мира. Он обладает специфическими физико-географическими условиями, которые проявляются прежде всего в его положении на северо – западе ($59^{\circ}57'$ с. ш. $30^{\circ}19'$ в. д.), РФ: в пределах Приневской низменности, в устье реки Невы и на островах Невской дельты.

Высота города над уровнем моря: для центральных районов – 1 - 5 м, периферийных районов (север) – 5 - 30 м, периферийных районов (юг и юго-запад) – 5 - 22 м. Самое высокое место в черте города - район Красного Села (70 - 110 м) с Вороньей горой (176 м).

Высокоширотным положением города объясняется явление белых ночей. В период, близкий ко дню летнего солнцестояния, Солнце в полночь опускается ниже горизонта всего на 7° , поэтому вечерняя заря практически сходится с утренней, и всю ночь делятся гражданские сумерки. Определение белых ночей условно. Считается, что в Петербурге они продолжаются с 11 июня по 2 июля, период очень светлых ночей длится с конца мая до середины июля. Исследование особенностей климата и биоклиматического режима города Санкт — Петербург позволило реализовать цель дипломной работы, выполнив объективную климатическую и биоклиматическую оценку города.

Исследования графиков годового хода температуры воздуха для г. Санкт — Петербурга с 1743 по 2009 гг. позволяют констатировать, что для конца XX века — начала XXI весьма заметен некоторый «разброс» значений месячной температуры для отдельных лет.

Вероятно, данная тенденция может быть объяснена описываемой в науке ситуацией «разбалансировки или нервозности климата» по К.Я. Кондратьеву и ряду других ученых, то есть возможным влиянием природных факторов флуктуации климата и его элементов.

В результате работы сформировались следующие **выводы**:

1. Контрастность и многообразие рельефа города, (на юго-Западе высоты

составляют 176 м, а на севере - около 60 м); близость к Финскому заливу, протекающая в пределах города р. Нева, особенности циркуляции атмосферы, характеризуют климат как переходный от континентального к морскому, с умеренно теплым летом и продолжительной умеренно холодной зимой.

2. За год в Санкт-Петербурге в среднем 62 солнечных дня, следовательно преобладают дни с облачной, пасмурной погодой и рассеянным освещением. Продолжительность дня меняется от 5 часов 51 минуты 22 декабря до 18 часов 50 минут 22 июня.

3. Средняя годовая температура воздуха на территории колеблется от 2 °С в северо-восточной части до 4,5 °С в южной. Средняя месячная температура зимних месяцев составляет около - 9°С, а летних месяцев 16 – 17⁰ С. Самая высокая температура, за весь период наблюдений составляла +34,6 °С, а самая низкая -35,9 °С .

4. Наибольшее количество осадков - 825 мм в год, наименьшее - 417 мм. На долю жидких осадков приходится 65% (бывают и зимой), твердых - 19%, смешанных - 16%.

5. До 177 дней в году городу характерна пасмурная погода с общей облачностью 8-10 баллов, до 145 дней в году относительная влажность воздуха составляет не менее 80%.

6. Анализ биоклиматических индексов выясняется, что комфортные условия устанавливаются только: в летние месяцы года: май, июнь, июль; в осеннее - весенне - зимний периоды года, практически полностью дискомфортен, что объясняется повышенными значениями скорости ветра и влажностью воздуха в холодный период года.

7. Согласно индекса Бодмана холодный период февраль, март и декабрь является суровым, а январь и ноябрь — очень суровым

8. В соответствии индекса патогенности по В.Г. Бокше, только в мае, июне и июле погодные условия города оптимальные; в марте-апреле и с августа по октябрь наблюдаются раздражающие погодные условия; в январе — феврале, а также в ноябре-декабре — острые.

Список использованной литературы

1. Андреев С.С. Климатический ресурс и комфортность территории Южного Федерального округа России / С.С. Андреев // Автореферат диссертации на соискание ученой степени докт. геогр. наук. – СПб.: 2010. – 37с.
2. Андреев С.С. Социальные аспекты адаптации человека к окружающей среде / С.С. Андреев // Вестник Российской академии естественных наук. – СПб., 2006. – № 11(2). – С. 37-41.
3. Андреев, С.С. Классификация биоклиматических показателей (индексов) / С.С. Андреев // Экологические проблемы. Взгляд в будущее: сб. тр. III экологической конференции РГУ. – Ростов на Дону: Ростиздат, 2006. – 38с.
4. Андреев, С.С. Экологические проблемы мегаполисов / С.С. Андреев // Тез. докл. конф. 200 летия Казанского гос. ун-та. – Казань: Изд. Казанского гос. Ун-та, 2004. – 8 с.
5. Антонов В.П., Горошко Б.Б., Николаев В.Д. Охрана воздушного бассейна и планирование // Человек и стихия / В.П. Антонов, Б.Б. Горошко, В.Д. Николаев. – М., 1998. – С. 7-8.
6. Блинов Л.Н. Воздух, которым мы дышим // Тысяча вопросов и ответов / Л.Н. Блинов. – СПб., 1999. – Вып.1. – С. 12-13.
7. Блютген И. География климатов / И. Блютген. – М.: Прогресс, 1972. – Т. 1,2. – 132 с.
8. Богаткин О.Г. Авиационные прогнозы погоды / О.Г. Богаткин // СПб.: БХВ-ПЕТЕРБУРГ, 2010. – 288 с.
9. Бокша В.Г. Проблема адаптации и курортное лечение / В.Г. Бокша. –Л., 1983. – 115 с.
10. Воробьева О.С., Романова Н.И. Некоторые проблемы нормирования вредных выбросов и сокращения загрязнения атмосферы // Межвузовский сборник / О.С. Воробьева, Н.И. Романова. – Петрозаводск, 1986. – С.79-84.
11. Глухов В.В. Методы очистки промышленных выбросов в атмосферу // Экономические основы экологии / В.В. Глухов. – М., 1997 – С.

123-130.

12. Головина Е.Г., Русанов В.И. Некоторые вопросы биометеорологии / Е.Г. Головина, В.И. Русанов. – СПб., 1993. – 88 с.

13. Гурфинкель М.С. Совершенствование хозяйственного механизма атмосферноохранной деятельности на уровне региона // Экономические оценки в системе охраны природной среды / М.С. Гурфинкель. – Л., 1998. – С. 79-93.

14. Данлоп С. Атлас погоды. Атмосферные явления и прогнозы / С. Данлоп. – СПб.: ТИД АМФОРА, 2010. – 191 с.

15. Ивлев Л.С. Вторичное загрязнение атмосферы // Экологический Вестник / Л.С. Ивлев. – М., 1999. – № 1. – С. 52-54.

16. Израэль Ю.А. Комплексный подход при осуществлении экологического нормирования загрязнения воздуха // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем / Ю.А. Израэль. – М., 1988. – Т. 11. – С. 10-22.

17. Исаев А.А. Экологическая климатология / А.А. Исаев. – М: Научный мир, 2003. – 458 с.

18. Классификация систем очистки воздуха и их параметры // Инженерная экология и экологический менеджмент. – М., 2001. – С. 110-113.

19. Ландсберг Г.Е. Климат города / Г.Е. Ландсберг. – Л.: Гидрометеоиздат, 1983. – 247 с.

20. Мазур И.И., Молдаванов И.И. Источники загрязнения атмосферного воздуха // Курс инженерной экологии / И.И. Мазур, И.И. Молдаванов. – М, 1999. – С. 336-339.

21. Михеев В.С. Ландшафтный синтез географических знаний / В.С. Михеев. – Новосибирск: Наука, 2001. – 213 с.

22. Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт – Петербурге в 2004 г. / Под ред. Д.А. Голубева, Н.Д. Сорокина. – Спб., 2005. – 512 с.

23. Чаусов Ф.Ф., Раевская Г.А., Германов Ю.Н. Эффективные средства очистки воздуха / Ф.Ф. Чаусов, Г.А. Раевская, Ю.Н. Германов // Экология и

политика, 2001. – № 7. – С. 4-7.

24. Экологическая обстановка в районах Санкт-Петербурга / Под редакцией Д.А. Голубева., Н.Д. Сорокина. – СПб., 2003. – 115 с.

25. Данные Станции В/Ч 55751 87 Авиационной базы «Левашово».

26. Официальный сайт Администрации Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. URL: <http://gov.spb.ru/> (дата обращения 13.05.2016)

27. Map Market – картографический портал. Цифровая модель рельефа Ленинградской области [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mapmarket.ru/index.php?id=723&r=71> (дата обращения 14.05.2016)

28. Карта–схема расположения заболоченных территорий России [Электронный ресурс]. URL: <http://bigslide.ru/geografiya/306-bolota-podzemnie-vodi.html> (дата обращения 14.05.2016)