



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

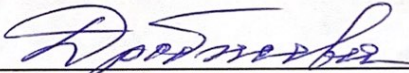
Кафедра метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему: «Использование метеорологических параметров для принятия
планировочных решений в строительстве в Ленинградской области»

Исполнитель Мурашов Никита Владиславович
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель Кандидат физико-математических наук
(ученая степень, ученое звание)
Кашлева Лариса Владимировна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
И.о. заведующего кафедрой 
(подпись)

Доктор физико-математических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)
Дробжева Яна Викторовна
(фамилия, имя, отчество)

« 15 » июня 2024 г.

Санкт-Петербург
2024

СОДЕРЖАНИЕ

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛИМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ... 5	
ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА	5
1.1 Общее положение	5
1.2 Влияние ветрового режима на принятие планировочных решений.....	10
1.3 Влияние температурного режима на планировку городской застройки и архитектуру.....	18
1.5 Влияние радиационного режима.....	28
ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	35
2.1 Физико-географическое описание Ленинградской области.....	35
2.2 Климатические характеристики	38
Глава 3. Градостроительные решения для Санкт-Петербурга в зависимости от климатических данных	54
3.1. Оптимальное расположение зданий	54
3.1.1. Учет ветрового режима	54
3.1.2. Оптимальная ориентация зданий.....	56
3.1.3. Зонирование территории	58
3.1.4. Архитектурные элементы для защиты от ветра.....	59
3.1.5. Выводы.....	60
3.2. Использование специализированных материалов	62
3.2.1. Утеплительные материалы.....	62
3.2.2. Оконные конструкции	63
3.2.3. Фасадные материалы	64
3.2.4. Вентиляционные системы.....	65
3.2.5. Выводы.....	66
3.3. Анализ и обоснование градостроительных решений	68
3.3.1. Оценка энергоэффективности	68
3.3.2. Сравнительный анализ существующей застройки	68

3.3.3. Обоснование выбранных решений.....	68
3.3.4. Выводы.....	68
3.4. Примеры градостроительных решений, учитывающих климатические особенности Санкт-Петербурга, могут включать в себя	69
3.4.1. Создание зеленых насаждений и парковых зон.....	69
3.4.2. Использование архитектурных элементов для защиты от ветра	69
3.4.3. Применение энергоэффективных технологий	69
3.4.4. Оптимизация транспортной инфраструктуры	69
3.4.5. Использование инновационных технологий.....	69
3.5. Анализ существующей застройки и ее соответствие климатическим	70
3.5.1. Уровень инсоляции.....	70
3.5.2. Энергоэффективность зданий.....	70
3.5.3. Комфортность микроклимата	70
3.5.4. Выводы.....	70
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	71
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	72

ВВЕДЕНИЕ

Температурно-ветровые характеристик и характеристики режима осадков являются базой для принятия планировочных решений в строительстве. Анализ этих параметров определяет не только выбор строительных материалов, но и лежит в основе допустимости выбора архитектурных решений. Поэтому анализ климатических особенностей региона и, прежде всего, анализ температурно-ветровых характеристик и характеристик режима осадков, всегда остаются актуальной задачей обоснованного принятия планировочных решений в строительстве.

Целью работы является изучение вопросов об использовании температурно-ветровых характеристик и характеристик режима осадков для принятия планировочных решений в строительстве в Ленинградской области.

В процессе выполнения ВКР должны быть решены следующие задачи:

1. Изучить теоретические вопросы об использовании температурно-ветровых характеристик и характеристик режима осадков для принятия планировочных решений в строительстве;
2. Исследовать физико-географические и климатические особенности Ленинградской области.
3. Рассмотреть вопросы о градостроительных решениях для Санкт-Петербурга в зависимости от климатических данных.

Структура работы. Выпускная квалификационная работа состоит из введения, 3 глав, разбитых на параграфы, заключения и списка использованной литературы. Выпускная квалификационная работа включает в себя 72 стр.

Во введении сформулированы актуальность, цель и задачи исследования. В первой главе выполнен анализ теоретических вопросов об использовании температурно-ветровых характеристик и характеристик режима осадков для принятия планировочных решений в строительстве. Во второй главе

представлено физико-географическое и климатическое описание Ленинградской области. Третья глава посвящена вопросам о градостроительных решениях для Санкт-Петербурга в зависимости от климатических данных

ГЛАВА 1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛИМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

1.1 Общее положение

Климат представляет собой совокупность погодных условий, которые сохраняются в течение длительного времени и характерны для определённого географического региона. Климатические процессы формируются под влиянием множества элементов, таких как астрономические и географические аспекты, а также циркуляционные механизмы, которые находятся в прямой зависимости от них. Ключевые элементы, влияющие на климат, включают солнечное излучение, атмосферную динамику и связанный с ней процесс влажного цикла, а также особенности рельефа земной поверхности. Именно эти элементы и их сложное взаимодействие определяют изменения погодных условий, которые характеризуют состояние атмосферы в краткосрочной перспективе.[3]

Ключевые космические аспекты, оказывающие влияние на погодные условия:

- 1) Солнечная энергия. Величина солнечного излучения, достигающего земной поверхности, определяется углом наклона солнечных лучей и играет решающую роль в формировании температуры воздуха и океанических вод.
- 2) Периодические колебания солнечной активности. Эволюция числа солнечных пятен может влиять на интенсивность солнечного излучения и, как следствие, на климатические условия.
- 3) Движение Земли вокруг своей оси. Это движение создает цикл дня и ночи, оказывая влияние на распределение солнечной энергии по земной поверхности.
- 4) Наклон земной оси. Этот наклон определяет сезонные изменения и распределение солнечного излучения между полярными и экваториальными регионами.
- 5) Приливные силы Луны и Солнца. Приливные и отливные явления влияют на

движение воды в океане и атмосфере, что может отражаться на климатических условиях.

Факторы, оказывающие влияние на климатические условия:

1) Широта. Положение Земли в пространстве относительно Солнца влияет на объем солнечной энергии, достигающей земной поверхности. Территории, расположенные ближе к экватору, ощущают более интенсивное солнечное излучение и тепло, что в свою очередь сказывается на температуре воздуха и воды.

2) Высота над уровнем моря. С увеличением высоты температура воздуха снижается, что обусловлено уменьшением атмосферного давления и плотности воздуха. Высокогорные области отличаются более прохладным и влажным климатом.

3) Морские течения. Температурные различия воды и воздуха в прибрежных зонах зависят от теплых и холодных течений. Они также оказывают влияние на объем осадков и влажность атмосферы.

4) Рельеф местности. Горные хребты и возвышенности могут порождать эффект «дождевой тени», приводящий к уменьшению количества осадков на ветровой стороне. Кроме того, рельеф может влиять на направление и силу ветра.

5) Географическая близость к морю или океану. Морские воздушные потоки обычно более влажны и прохладны по сравнению с континентальными. Прибрежные области благодаря близости к океанам обладают более мягким и умеренным климатом.

В свою очередь климат оказывает влияние на градостроительство, хоть он не является главным фактором, но его нельзя не учитывать. При планировании городской инфраструктуры нельзя игнорировать влияние климата. Этот процесс начинается с выбора подходящего места для города, оптимального расположения жилых и производственных зданий, парков и улиц. Важным аспектом является определение ширины и направления улиц. При принятии этих решений

применяются основные климатические показатели, отражающие глобальные атмосферные процессы, влияющие на количество и распределение солнечной энергии, тепловой и радиационный балансы активной поверхности, атмосферную динамику и влажность-температурные условия в зоне будущего строительства. На основе этих данных создаются специализированные климатические параметры.

При разработке планов архитектуры особенно важно учитывать воздействие местных физико-географических условий на общие характеристики климата. Это включает в себя особенности местного климата, формируемого воздействием физико-географических факторов на атмосферные процессы. При проектировании городов необходимо учитывать влияние застройки и промышленной деятельности на климат, формирующий микроклимат малых территорий, и предусмотреть возможности улучшения микроклимата отдельных районов города путем создания зеленых зон, водоемов и прочих элементов. Иными словами, важно анализировать будущие климатические условия строящегося города.

Для того чтобы сформировать в развивающихся городах идеальные условия, отвечающие как биологическим нуждам, так и культурным предпочтениям населения, создать пространство, идеально подходящее для работы и отдыха, способствующее поддержанию здоровья и продолжению жизни, необходимо гарантировать соответствующий уровень тепла в домах, соблюдать стандарты освещения, поддерживать чистоту и влажность воздуха. Такие критерии уже учитываются на этапе градостроительного проектирования.

Разработка защитных климатических мероприятий направлена на уменьшение усилий, которые человек должен приложить для противодействия негативному воздействию климата, проживая в городе. Чем менее благоприятные общие климатические условия, тем сложнее выполнить эти задачи. Поэтому необходимо внимательно изучить причины, усложняющие жизненные условия, и при строительстве города предпринять меры по их устранению. Например, в

полярных регионах требуется защита от холода и ветра, в прибрежных районах — от избыточной влаги, в субтропиках — от жары и так далее.

Конечно, невозможно достичь абсолютной идентичности уровня комфорта в населенных пунктах Крайнего Севера и Центральной Азии. Тем не менее, возможно обеспечить высокий уровень комфорта в обеих регионах, применив различные архитектурные и планировочные подходы. Чтобы разработать их наилучшим образом, проводятся метеорологические исследования на территории, где запланировано возведение зданий. При проведении исследований особое внимание уделяется изучению гидрогеологии. Однако разработка плана застройки города невозможна без учета климатических условий, то есть без анализа метеорологических данных места, где планируется строительство.

В климатическом анализе следует учитывать следующие аспекты:

- 1) общие характеристики климата, включая основные показатели радиации, температуры, влажности воздуха, скорости и направления ветра, которые зависят от крупномасштабных процессов в атмосфере;
- 2) специфические данные о климате, необходимые для определения оптимального размещения и проектирования различных объектов;
- 3) информация о микроклиматических условиях отдельных районов, где планируется застройка;

- 4) оценка возможного воздействия города и его отдельных элементов на климат данной местности;

- 5) рекомендации по планировке города с учетом особенностей местного климата.

При разработке городского плана необходимо учитывать возможные изменения климата, вызванные воздействием городской среды. Это сложная задача, но ее можно решить на основе научных исследований и данных о климате городов. Существует множество сведений о климатических условиях городов и их окружающей территории. При строительстве необходимо учитывать влияние застройки на климат, чтобы не ухудшать, а улучшать его. Для достижения этой

цели необходимо изучить особенности городского климата и выявить причины его изменений. Путем устранения негативных факторов можно улучшить климат в городе.

Но города сами влияют на местный климат, застройка территории влечет за собой изменение структуры подстилающей поверхности, что в свою очередь влияет на циркуляцию воздуха. Эти изменения зависят от размеров, плотности и формы застройки. Выделение тепла различными предприятиями и зданиями. Загрязнение атмосферы промышленными выбросами, что является одним из основных факторов, определяющих климат города. Загрязняющие вещества, такие как аэрозоли, попадают в атмосферу из-за деятельности человека. Эти аэрозоли состоят из продуктов сгорания и пыли. Промышленные предприятия, транспорт и системы отопления являются источниками загрязнения. При сжигании топлива образуется сернистый газ, копоть и зола. Работа городского транспорта также приводит к выбросам: пыль и выхлопные газы, содержащие угарный газ и несгоревшие углеводороды, загрязняют воздух. Фабрики и заводы выбрасывают в атмосферу различные органические и неорганические вещества. В настоящее время существуют специальные устройства, которые могут улавливать загрязняющие элементы и подсчитывать их количество в единице объёма воздуха.

Примеси, присутствующие в городском воздухе, препятствуют проникновению ультрафиолетовой радиации, что ведет к созданию неблагоприятных условий для здоровья людей в городе. Воздействие загрязнения воздуха оказывает влияние на основные параметры климата, такие как температура, влажность, направление ветра, формирование туманов, облачность, количество осадков и другие аспекты. С увеличением размеров города и количества источников тепла и загрязнения в атмосфере разница в температуре воздуха между городом и пригородом увеличивается. В результате весна наступает в городе раньше, а осень приходит позже, чем за его пределами.

Климатические условия имеют значительное воздействие на долговечность зданий и их срок службы. Очевидно, что продолжительность существования здания зависит от его способности выдерживать воздействие климата, то есть от реакции материалов, из которых оно построено, на мороз и жару, на изменения влажности воздуха, а также от их устойчивости к коррозии и биологическим воздействиям.

Изучив климатические особенности места, где планируется строительство, и их воздействие на строительные конструкции зданий, можно подобрать оптимальные строительные материалы, предусмотреть защиту от неблагоприятных климатических условий, использовать положительные аспекты климата и разработать жилые помещения, наилучшим образом соответствующие местной климатике. У строителей имеется широкий арсенал средств, которые помогут нейтрализовать негативное воздействие климата и использовать его позитивные стороны.

В зависимости от климатических и географических условий выбираются различные типы основных элементов здания, таких как фундамент и каркас. Также определяются различные виды ограждающих конструкций: кровля, материалы для наполнения каркаса, полы, оконные рамы и другие компоненты. С учётом этих аспектов разрабатывается внутреннее устройство жилища. И, наконец, предусматриваются инженерные системы для защиты от неблагоприятных климатических условий, такие как отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

1.2 Влияние ветрового режима на принятие планировочных решений.

Принимая во внимание ветровую активность, мы определяем стратегии планировки, нацеленные на обеспечение защиты от ветра или поддержание

достаточной циркуляции воздуха. Этот фактор играет ключевую роль в определении ориентации и расположения жилых и производственных территорий. Для изучения динамики ветров используется ветровая роза, которая позволяет выявить направления и интенсивность ветровых потоков в зависимости от времени года.

Одними из ключевых параметров ветрового режима являются основное направление ветра и его скорость. Эти метеорологические данные играют важную роль в поддержании чистоты воздушного пространства в городе — поэтому жилые зоны следует планировать с учетом преобладающих ветров относительно источников загрязнения. При выборе мест для строительства жилых домов также учитывается воздушный режим. Сначала составляется топографическая карта местности, затем анализируются данные о скорости и направлении ветра за долгие годы, принимая во внимание влияние рельефа на эти параметры: корректируются характеристики ветрового режима в зависимости от высоты местности, формы рельефа, ориентации склонов и других факторов.

Исходя из данных о климате и оценки комфортности территории, определяются области, подходящие, ограниченно пригодные и совсем не подходящие для возведения жилых комплексов. Такие оценки могут быть связаны с высокими скоростями ветра, вероятностью загрязнения воздуха, недостаточным солнечным освещением и прочими обстоятельствами. Далее принимается решение о направлении зданий, учитывая необходимое обеспечение их аэрацией, возможные ветровые нагрузки, их степень проницаемости и связанные с этим теплопотери.

В строительстве используются различные техники для регулирования скорости ветра. Защита от прямых ветровых потоков может сократить теплопотери зданий на 10–15%. Чтобы обеспечить защиту от мощных ветров, рекомендуется использовать периметральную застройку, которая снижает скорость ветра на 60–80% по сравнению с незащищенными участками. При

других методах застройки скорость ветра может снижаться или увеличиваться в меньшей степени.

При строительстве жилых комплексов в условиях жаркого климата ключевая задача — снижение температуры воздуха. Строители стремятся обеспечить максимальное проветривание кварталов и зданий, увеличивая интервал между ними.

В зонах с особенно сильными ветрами применяется замкнутая планировка, а также методы искусственной защиты от ветра, включая утепленные коридоры между домами и другие решения. При разработке архитектурных проектов и градостроительных планов учитывается риск возникновения эффекта "трубы", увеличивающего скорость ветра между зданиями. При определенном расположении зданий этот эффект может быть особенно заметным, то есть скорость ветра может значительно превышать показатели, зафиксированные метеостанцией. Этот эффект особенно ощутим вблизи нижней части высотных зданий, в то время как на широких проспектах его влияние уменьшается. Под арками зданий иногда наблюдается усиление ветра, что может представлять опасность для пешеходов.

Город оказывает значительное воздействие на направление ветра. Этот эффект проявляется в том, что городские постройки замедляют движение воздушных масс, что приводит к ослаблению ветра в пределах города по сравнению с открытой местностью. В зависимости от степени застройки и высоты зданий влияние города на ветер распространяется на различные высоты. На ветровой стороне города возникают восходящие потоки воздуха, увеличивая скорость ветра, в то время как на обратной стороне ветер более слабый. Между зданиями ветер теряет силу, однако здесь возникают вихревые движения, способствующие интенсивному перемешиванию воздуха.

Ветер в городе зависит от направления улиц. Если поток воздуха сталкивается с препятствием, он ослабевает, меняет направление и становится порывистым. Когда воздух движется вдоль улицы от окраины к центру, скорость

ветра увеличивается из-за сгущения линий тока. Также скорость ветра увеличивается на узких участках улиц и на защищенных от ветра площадях.

Поскольку город нагревается быстрее, чем окружающая местность, возникают температурные различия, способствующие появлению местных ветров. Теплый воздух из города начинает подниматься, а на его место приходят воздушные массы снаружи. Так формируется местная циркуляция, подобная бризу у озера. Иногда этот ветер называют полевым. Влияние подобных ветров оказывает влияние на средние показатели частоты появления различных направлений ветра в течение многих лет. Это проявляется, например, в том, что на северной оконечности города наблюдается немного больше северных ветров, чем на южной стороне. Как уже отмечалось, различие в температуре между городом и его окрестностями наиболее заметно в вечернее время при спокойной погоде. В таких условиях создаются оптимальные условия для формирования полярного ветра. Его воздействие на город может быть как благоприятным, так и неблагоприятным. Это зависит от того, через какую часть города проходит ветер и насколько сильно воздух загрязняется по пути. Полярный ветер редко доходит до центра города, но если он дует с промышленных окраин, то может способствовать увеличению загрязнения воздуха в значительной части города. При разработке городской инфраструктуры необходимо учитывать, что локальная циркуляция воздуха может быть даже менее значительной, чем формирующийся полевой ветер. Она проявляется вблизи водоемов и парков, между перегретыми улицами и скверами, а также между солнечными и затененными сторонами улиц. Поэтому зоны отдыха, парки, водоемы способствуют локальной циркуляции воздуха, улучшают вентиляцию и создают более благоприятные санитарные условия.

Вопрос о том, на какую высоту оказывает влияние город на направление ветра, имеет практическое значение для решения ряда задач, включая расчет

ветровых нагрузок на сооружения. Для оценки изменения скорости ветра с высотой используется понятие шероховатости подстилающей поверхности, широко известное в метеорологии. Этот параметр определяет высоту, на которой скорость ветра равна нулю. Чем выше препятствия, тем больше значение шероховатости, и влияние подстилающей поверхности ощущается на большие высоты. Если на открытой местности шероховатость измеряется в сантиметрах, то в городах — в десятках сантиметров. Подробнее о изменении скорости ветра с высотой при различной шероховатости подстилающей поверхности можно узнать в разделе "Ветровые нагрузки". Там же будет рассмотрено вертикальное распределение скорости ветра над городом.

Ветер играет значительную роль в формировании климата на определенной территории. Его направление и скорость оказывают влияние на погодные условия в регионе и непосредственно воздействуют на здания. Теплоотдача зданий во многом зависит от скорости ветра. В холодное время года потери тепла через стены увеличиваются при увеличении скорости ветра, что может привести к значительному охлаждению здания из-за неплотности окон и дверей.

На территориях Сибири и Урала внутренняя сторона наружной стены, перпендикулярной холодному ветру, становится на несколько градусов холоднее, чем при отсутствии ветра. Зимой в Мурманске квартиры, выходящие окнами на юг, ощущают более холодный воздух, чем те, что ориентированы на север, так как южный ветер здесь более холодный. Степень охлаждения помещений также зависит от соотношения площади окон и балконных дверей к общей площади стены.

Ветер вызывает пыльные бури, снежные заносы, бураны, а также переносит промышленные выбросы, загрязняющие атмосферу. Поэтому в степных районах предпочтительно строить дома с застекленными верандами, а в северных снежных районах избегать пристроек и выступов, задерживающих снег. Опыт строителей показывает, что в Уральском и Донецком регионах нецелесообразно возводить стандартные каркасно-щитовые или неоштукатуренные деревянные дома

промышленного производства. Эти типы домов подходят для маловетренных районов с умеренным климатом, но в местах с сильными холодными ветрами из-за высокой воздухопроницаемости они не пригодны для проживания.

В районах, где ветры сопровождаются ливнями или повышенной пылеватостью воздуха, необходимо определить наиболее неблагоприятные направления ветра по розе ветров и предусмотреть специальные средства защиты, такие как экранированные ограждения, герметизированные стыки и другие.

Тем не менее, во влажных районах ветер способствует увеличению долговечности зданий, так как ускоряет высыхание защитных конструкций. Ветер также может быть использован для улучшения микроклимата жилых помещений. В жарком климате создаются устройства для захвата прохладного воздуха, а комнаты в домах планируются так, чтобы обеспечить естественную вентиляцию помещений. Окна выходят на разные стороны здания. Таким образом, ветровой режим в теплое время года также оказывает влияние на планировку здания.

Крайне важно правильно определить воздействие ветра на здания, поскольку недооценка ветровой нагрузки может привести к чрезвычайной ситуации, а завышение расчетной нагрузки по сравнению с фактической приводит к увеличению затрат на строительство из-за необходимости использования большего объема строительных материалов для обеспечения прочности несущих конструкций.

Данные о ветровых условиях необходимо учитывать при планировании направления городских магистралей. Исследования показывают, что при совпадении направления ветра с прямой магистралью, застроенной фронтально, скорость ветра может усилиться до 20%. Для предотвращения данного эффекта (особенно для длинных зданий) рекомендуется размещать их под углом 45-90° к направлению магистрали.

При любой температуре скорость ветра более 4 м/с считается неблагоприятной для пешеходов. При скорости ветра 6 м/с и выше начинается

перемещение снега и песка, а при скорости 12 м/с и выше возникают повреждения зданий.

Особенно опасна высокая скорость ветра зимой, так как при среднемесячной скорости ветра 5 м/с и выше здания охлаждаются, поэтому требуется дополнительная защита зданий и пешеходов от ветра. Также необходимо учитывать меры задержания снега в районах с сильными снегопадами. Например, непроходимая полоса леса шириной более 20-25 м может удержать до 600 м³ снега на 1 м полосы, а проходимая полоса шириной 7-10 м - от 100 до 150 м³ снега на 1 м полосы. Система из трех проходимых полос шириной 12, 12 и 15 м с промежутками 30-40 м между ними способна удержать до 400 м³ снега на 1 м полосы.

Ветер играет существенную роль в контексте решения планировочных задач, связанных с ветрозащитой, аэрацией застройки и воздухопроницаемостью ограждающих конструкций. Он учитывается при определении ориентации и взаимного расположения жилых и промышленных зон. Для анализа ветрового режима применяется ветровая роза, позволяющая определить направления и скорости ветра в разные месяцы (см. рисунок 1.1). При создании ветровой розы следует учитывать конкретный румб с минимальной частотой встречаемости в 20%, а в случае пыле- и снегозаносов – в 10%. Для защиты жилой территории от негативного воздействия промышленных предприятий последние рекомендуется размещать в направлении, где ветер дует с наименьшей частотой. В случае невозможности такого размещения необходимо определить минимальное расстояние между жилым районом и промышленной зоной согласно следующей формуле:

$$L_{\min} = l_o \cdot p/p_o, \quad (1.1)$$

где l_o - допустимое расстояние от жилого района до промышленной зоны при отсутствии ветра, равное 1000 м;

p_o - средняя повторяемость ветра по любому направлению, принимаемое равным

$$p_o = 100\% / 8 = 12.5\%; \quad (1.2)$$

p - повторяемость ветра в данном направлении ($p > p_o$).

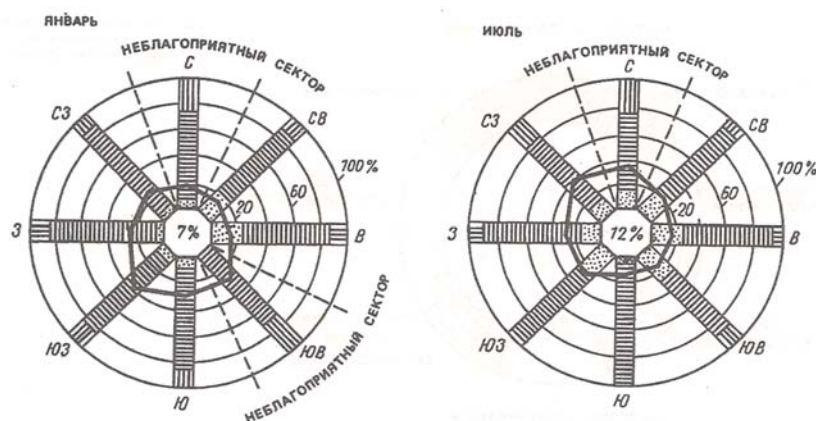


Рис. 1.1. Вероятности направлений и скоростей ветра за январь и июль в Москве

Высокий уровень пыли возникает при различных скоростях ветра в зависимости от типа почвы. На песчаных и рыхлых почвах это происходит при скорости ветра от 1 до 2 метров в секунду. Для песчаных и супесчаных почв критическая скорость — от 3 до 4 метров в секунду. Лёгкие суглинки начинают активно пылить при 5 метрах в секунду, а тяжёлые суглинки — при 5,5–7 метрах в секунду.

Критическая концентрация пыли в воздухе составляет 1,5 мг/м³ и выше. Если этот уровень превышает 30 дней в году или если частота пыльных бурь составляет не менее 3 в месяц, требуется защита зданий от пыли. Здания, находящиеся на пути ветрового потока, создают область безветрия (затишье) за собой на расстоянии 3-8 высот здания. Для защиты от ветра здания должны быть размещены на расстоянии не более 5 высот здания друг от друга, но для аэрации - на более большем расстоянии. Если высота здание превышает 13 этажей, учет ветровой нагрузки важен, но если дело касается высоких технических сооружений, то ветровая нагрузка является основной. Она учитывается для определения сечения конструкции, чтобы рассчитать необходимое количество строительного материала.

Также ветер создает дополнительную нагрузку на ЛЭП, что может приводить к обрыву линии.

Статическая ветровая нагрузка, нормальная к поверхности сооружения или к его элементу, определяется по формуле

$$Q = C_x q; \quad (1.3)$$

где C_x — аэродинамический коэффициент (коэффициент лобового сопротивления сооружения) ; q — скоростной напор ветра (давление ветра на единицу поверхности в кг/м²).

На основании закона кинетической энергии

$$q = 1/2(mv^2); \quad (1.4)$$

где v — скорость ветра в м/с, $m = \rho/g$ при температуре воздуха 15° С, давлении 760 мм РТ, ст. и ρ — 1,225 кг/м³, тогда

$$q = v^2 / 16 ; \quad (1.5)$$

Из формулы (1.5) мы видим, что если скорость ветра взять не точно, то ветровая нагрузка будет рассчитана неправильно, так как скорость ветра в формуле возведена в квадрат. Из-за такой ошибки могут возникать аварии, либо увеличиться стоимость объекта.

1.3 Влияние температурного режима на планировку городской застройки и архитектуру.

Температурные условия существенно воздействуют на планирование городской застройки и архитектурные решения. В зависимости от климата, в котором расположен город, могут применяться разнообразные методы проектирования зданий и организации городской среды. Тепловой режим зданий и микроклимат города в значительной степени зависят от температуры окружающего воздуха. При проектировании городской инфраструктуры в холмистых районах важно учитывать различия в температуре

воздуха на вершинах холмов и в долинах, на разных склонах, а также у водоемов. Эти различия могут достигать нескольких градусов, особенно когда речь идет об экстремальных показателях температуры. Распределение температуры воздуха по высоте оказывает влияние на чистоту воздуха в городе. Например, при частых инверсиях, когда верхние слои атмосферы теплее и атмосфера стабильна, турбулентное перемешивание воздуха уменьшается, что затрудняет вертикальное движение воздуха. Это приводит к задержке всех промышленных выбросов в нижнем слое атмосферы.

На основе данных метеорологических станций, размещенных как в городе, так и за его пределами, а также результатов температурных наблюдений вдоль маршрутов, были выявлены количественные отличия. При анализе средних годовых и месячных температур воздуха обнаружено, что разница между ними невелика и в большинстве населенных пунктов не превышает 1 градус Цельсия. Однако более заметные изменения наблюдаются в течение суток (особенно ярко проявляется тепловое воздействие города в ночное время). Например, средняя разница в температуре между Берлином и его окрестностями летом в 7 часов утра составляет 0,1 градуса, а к 21 часу — уже 2 градуса. Особенно заметные изменения наблюдаются в периоды понижения температуры, например, во время весенних и осенних заморозков или в холодные зимние дни. Чем больше город и чем больше в нем источников тепла и загрязнения воздуха, тем значительнее различия в температуре воздуха между городом и за его пределами. В городе весна приходит раньше, а осень наступает позже, чем за его пределами.

Режим температуры играет ключевую роль в жилищах, поэтому при создании зданий температурные параметры являются важнейшими. В зависимости от климата выбирается тип здания, определяется необходимое тепловое сопротивление его стен, рассчитывается теплопотеря и разрабатываются системы отопления и вентиляции, учитывая потребность в кондиционировании. Зимой количество топлива определяется исходя из температурного режима. Продолжительность эксплуатации здания зависит от его способности долго

сопротивляться внешним воздействиям, сохраняя непроницаемость, прочность и теплоизоляцию на уровне, заданном при проектировании. Общая долговечность здания зависит от состояния его основных элементов — фундамента, несущих стен или каркаса и ограждающих конструкций.

Для снижения температуры внутри помещений применяются простые формы зданий и светлая окраска. Использование теней от зданий является одним из способов предотвращения перегрева помещений. В жарких климатических условиях особое внимание уделяется зеленым насаждениям на улицах, созданию парков и искусственных водоемов. Эти меры также способствуют очищению воздушного бассейна, снижая концентрацию вредных веществ в атмосфере.

Выбор теплоизоляционных свойств ограждающих конструкций зданий зависит от температуры воздуха. Основное внимание уделяется расчетной температуре наружного воздуха в холодный период года. Для теплотехнических расчетов используются средняя температура самой холодной пятидневки и абсолютная минимальная температура наружного воздуха. Чем ниже эти температуры, тем эффективнее должна быть теплоизоляция стен и перекрытий, а также плотность оконных конструкций.

При разработке градостроительных планов особое внимание уделяется среднегодовому показателю температуры, а также сезонным колебаниям, то есть разности между летними и зимними температурами.

Термические условия оказывают влияние на проектирование жилых территорий и микрорайонов. От температурного режима зависит, какое расстояние должно быть от домов до объектов социальной инфраструктуры, то есть, каковы будут границы доступности. В холодное время года, когда температура значительно снижается, эти границы должны быть как можно более компактными, особенно применительно к детским учреждениям. Для городов с холодным климатом в России разрабатываются уникальные проекты зданий, соединенных между собой утепленными коридорами.

Температурные условия также оказывают влияние на архитектуру квартир. В жарких регионах, где летние температуры достигают высоких значений, необходимо учитывать возможность естественного проветривания помещений и наличие лоджий. Важно также учесть, что в условиях интенсивной городской застройки микроклимат города может быть на 2-3 градуса выше из-за уменьшения турбулентного перемешивания воздуха, увеличения площади солнечного облучения и теплового излучения промышленных предприятий и жилых домов.

Влажность играет значительную роль в сохранении тепла в зданиях через их оболочки. Известно, что вода эффективно передает тепло, в то время как воздух, особенно сухой, обладает хорошими изоляционными свойствами. Поэтому материалы для теплоизоляции, содержащие много воздушных полостей, обладают отличными теплоизоляционными характеристиками. Однако проникновение влаги существенно ухудшает теплоизоляционные свойства любого материала. Кроме того, влага способствует растворению химических веществ, что может привести к быстрому разрушению материалов.

Таким образом, повышенная влажность уменьшает теплоизоляционные свойства оболочек зданий, способствует коррозии металлов и разрушению материалов. Поэтому при выборе материалов для теплоизоляции и конструкций зданий необходимо учитывать уровень влажности воздуха.

Кроме того, высокая влажность воздуха значительно ухудшает комфорт чувства тепла у людей. При низких температурах влажность создает ощущение особого дискомфорта. Даже при невысокой температуре это воспринимается негативно, в то время как даже сильные морозы при сухой, ясной погоде переносятся легко. В жарком климате высокая влажность также вызывает дискомфорт, влажная жара ощущается человеком очень тяжело.

Как человек воспринимает окружающую среду, во многом зависит от трех основных факторов: температуры, влажности и скорости воздушных потоков. Например, при 19°C, влажности 50% и отсутствии ветра человек ощущает комфортную нормальную температуру помещения. При тех же показателях

температуры и влажности, но при скорости воздуха 0,5 м/с, человек ощущает прохладу, а при скорости 2,5 м/с - холод. При 24°C, отсутствии ветра и высокой влажности воздуха возникает душное ощущение. Но если добавить скорость ветра 1 м/с при тех же условиях температуры и влажности, то человеку будет комфортно.

На рис 1.2, представленной ниже, можно увидеть, как влияние ветра и температуры воздуха оказывается на условия обитания. Анализируя данную картинку, можно сделать вывод, что для пешеходов любые температуры, при которых скорость ветра превышает 4 м/с, являются нежелательными. Когда скорость ветра достигает 6 м/с и более, начинается перенос снежных и песчаных частиц, а при скорости ветра свыше 12 м/с наблюдаются механические повреждения конструкций зданий.

С понижением температуры воздуха усиливается охлаждающее воздействие ветра: при минус 30 градусах даже незначительный ветер, скоростью 2-3 м/с, делает прогулки на улице невозможными. В диапазоне температур от плюс 5 до плюс 20 градусов охлаждающее действие такого ветра ощутимо, в то время как при плюс 25 градусов предпочтительна скорость ветра в пределах от 1 до 3 м/с, поскольку она обеспечивает комфорт и способствует предотвращению перегрева помещений.



Рис. 1.2. График воздействия ветра и температуры воздуха на жилую среду

При температуре выше 20 градусов Цельсия важную роль играет уровень влажности в воздухе. В условиях сухого воздуха пот, выделяемый потовыми железами человека, легко испаряется, что позволяет организму эффективно охлаждаться. Во влажном воздухе испарение замедляется, и только циркуляция воздуха в помещении способствует охлаждению организма.

Как человек воспринимает окружающую среду, во многом зависит от трех основных факторов: температуры, влажности и скорости воздушных потоков. Например, при 19°C, влажности 50% и отсутствии ветра человек ощущает комфортную нормальную температуру помещения. При тех же показателях температуры и влажности, но при скорости воздуха 0,5 м/с, человек ощущает прохладу, а при скорости 2,5 м/с - холод. При 24°C, отсутствии ветра и высокой влажности воздуха возникает душное ощущение. Но если добавить скорость ветра 1 м/с при тех же условиях температуры и влажности, то человеку будет комфортно.

Прочность здания в значительной мере зависит от прочности его несущих конструкций и фундамента. При разработке проектов зданий расчет фундаментов проводится с учетом данных, описывающих температурный режим почвы. Основным показателем является глубина замерзания грунта или уровень, на котором температура достигает 0°C. Этот параметр температурного режима почвы имеет важное значение при проектировании подземных сооружений, включая городские коммуникации, различные трубопроводы и прочее. Известно, что при приближении температуры почвы к 0°C ее механические свойства резко меняются, а при замерзании происходит вспучивание грунтов, что может вызвать дополнительные нагрузки на трубопроводы и элементы различных сооружений, находящихся под землей.

Температурный режим в почве напрямую зависит от ее свойств — от состава, солености и уровня влаги. Кроме того, глубина грунтовых вод также влияет на температуру почвы. Чем выше теплопроводность почвы, тем глубже она

промерзает, а теплопроводность определяется составом грунта. Например, горные породы обладают наибольшей теплопроводностью, что приводит к их быстрому и глубокому промерзанию. Дорожные покрытия замерзают сильнее, чем участки почвы под растительным покровом или обработанные участки.

Данные о глубине промерзания почвы необходимы для определения необходимой глубины установки фундаментов и прокладки подземных коммуникаций. Если глубина промерзания превышает уровень основания фундамента, это может привести к деформации основания и разрушению здания. При прокладке подземных коммуникаций важно учитывать температурный режим почвы, чтобы установить трубы ниже уровня зимнего промерзания.

При проектировании и возведении зданий и сооружений необходимо принимать во внимание особенности строительства на территории, покрытой вечной мерзлотой. Под вечномерзлыми грунтами понимается слой почвы или горных пород, расположенный на значительной глубине от поверхности и характеризующийся постоянным наличием температуры ниже нуля, которая сохраняется непрерывно на протяжении длительного периода времени.

В России площадь, покрытая вечномерзлыми грунтами, составляет около 45% от общей территории, и это в основном на севере страны, в Сибири, на Дальнем Востоке и в высокогорных регионах. В южных районах островные участки вечномерзлых грунтов простираются до 50° с. ш. в восточной части страны. В разных частях страны вечная мерзлота может варьироваться по своим характеристикам: глубина залегания колеблется от нескольких метров до 700 метров, распределение может быть как непрерывным, так и разрозненным, а температура может варьироваться от нуля до 13°C.

Слой почвы, лежащий над вечномерзлым слоем, оттаивающий летом и снова замерзающий зимой, называется *деятельным*. Деятельный слой обычно имеет очень малую несущую способность, поэтому в качестве основания используются мерзлые, не оттаивающие горизонты, лежащие ниже деятельного слоя.

Почва, находящаяся в состоянии вечной мерзлоты, обладает высокой несущей способностью. Основная проблема заключается в необходимости защитить эту почву от тепловых потоков при эксплуатации зданий, чтобы предотвратить ее оттаивание. Для этого используются специальные методы строительства. Наиболее распространенным подходом является строительство зданий на свайных фундаментах с высокими подпольями, обеспеченными естественной вентиляцией. Многолетний опыт использования такого метода на севере показал его эффективность. Главное — избегать протечек из инженерных коммуникаций и попадания воды в подполье. При прокладке трубопроводов учитывается минимизация теплового воздействия на почву, поэтому трубы укладываются на эстакадах или в проветриваемых подпольях. Но температуру можно понизить за счет зеленых насаждений, которые играют важную роль в санитарно-гигиеническом аспекте. Они влияют на температурно-влажностный режим. Зеленая зона создает эффект охлаждения за счет потребления тепла растениями для последующего испарения, влажность вследствие этого повышается на 15%, но и температура у дерева примерная такая же как у воздуха, что ниже чем температура у поверхности асфальта или песка, в среднем температура у деревьев ниже на 5 градусов.

1.4 Влияние режима осадков

В городских населенных пунктах часто наблюдается повышенное количество мельчайших частиц пыли, выбросов выхлопных газов, промышленных отходов и других загрязнений в атмосфере. Эти мельчайшие частицы могут служить начальной точкой для формирования облаков и осадков, что приводит к образованию ядер конденсации над городской застройкой. Следовательно, в городах чаще возникают облака, что связано с наличием ядер конденсации в окружающей атмосфере. В летний период вертикальные потоки воздуха, возникающие из-за нагревания зданий и дорожных покрытий,

способствуют образованию облаков над городом. Нагретый воздух, поднимаясь вверх, охлаждается и приближается к точке насыщения. Несущиеся в нем мельчайшие частицы загрязнений собирают в себе влагу, ускоряя процесс конденсации водяного пара и формирование капель облаков.

В связи с этим, в городских условиях наблюдается повышенная частота гроз и обильнее выпадают атмосферные осадки. Осадки преимущественно локализуются на ветровой стороне города, поскольку конденсационные центры и облака переносятся ветром.

При разработке проектов гидротехнических объектов критически важно учитывать объем и скорость осадков. Без понимания этих климатических параметров невозможно создавать инженерные конструкции, эффективность работы которых зависит от их способности отводить поверхностные воды (ливни, водосточные трубы, мосты и прочее). При этом, существуют хорошо разработанные методики, учитывающие осадки при проектировании таких объектов.

Количество и скорость осадков также играют роль при создании проектов наземных транспортных маршрутов. Однако при проектировании зданий данный климатический аспект часто не принимается во внимание, несмотря на то, что его влияние на конструкции зданий, особенно на их внешние стены, может быть значительным в результате намокания. Это особенно актуально во время дождей с порывами ветра.

Многие строительные материалы, такие как дерево и камень быстро впитывают влагу, которая затем проникает в более глубокие слои ограждающих конструкций. Процесс перемещения влаги внутрь конструкции происходит при наличии значительных градиентов температуры и влажности в толще стены. В холодное время года влага перемещается от более холодных и влажных наружных слоев, подвергающихся воздействию осадков, к более теплым и сухим внутренним слоям.

Когда конструкции здания не обладают достаточной массой, в условиях мощного ветра, усиливающего проникновение влаги, последняя может добраться до внутренней поверхности стен. В регионе побережий Камчатки и Чукотки, где штормовые ветра сопровождаются дождём, нередки случаи, когда влажный воздух проникает сквозь стены. Однако в этих же местах, где здания строятся из крупных каменных элементов, таких как монолитный бетон или полностью заполненный силикатный кирпич, влажность не может проникнуть внутрь помещений. Тем не менее, такие стены высыхают очень медленно, и с приходом морозов вода, застывшая внутри конструкции, может привести к их разрушению. Такие процессы характерны для регионов с влажной осенью и холодной зимой, в частности, для северных областей европейской части России. После оттепели разрушение усиливается. Особенно опасны для зданий дожди с низкой температурой и высокой влажностью, поскольку они способны лучше удерживать влагу на поверхности и впитывать её в пористые материалы. В то время как крупные капли, которые скатываются с стен под действием гравитации, менее эффективны в поглощении влаги.

В местностях с частыми дождями осенью и холодной зимой строители уделяют особое внимание защите стен от влаги. В северных регионах часто возводятся деревянные постройки, но обычно их обшивают специальным материалом. Для зданий, построенных из других материалов, применяются различные методы гидроизоляции.

При интенсивных дождях уровень влажности в почве увеличивается. Также почва увлажняется во время оттепели, если зимой выпадает много снега. Влажная почва расширяется, что может повлиять на устойчивость здания, вызвать его деформацию и даже привести к преждевременному разрушению. Обильные осадки могут поднять уровень грунтовых вод, что негативно сказывается на подземной части сооружения. Подвалы требуют специальной защиты от затопления.

При планировании строительства зданий необходимо учитывать количество снегопадов, которые могут оказать нагрузку на кровли зданий. При создании легких кровельных конструкций следует учитывать возможность интенсивных снегопадов, которые могут временно, но значительно увеличить нагрузку.

Количество жидких и смешанных осадков влияет на скорость коррозии, однако в жарких климатических зонах осадки не оказывают такого влияния на коррозию, поскольку материалы и изделия в основном остаются сухими. В других климатических зонах нет прямой зависимости между количеством осадков, числом дней с осадками и коррозией. Увеличение числа дней с осадками приводит к увеличению влаги на поверхности материалов, что способствует коррозии. Однако осадки также могут смывать с поверхности материалов соли и другие твердые примеси, что уменьшает вероятность развития коррозии.

1.5 Влияние радиационного режима

При планировании и застройке городов важным фактором, который необходимо учитывать, является солнечная радиация. На протяжении многих лет ориентация зданий и планировка городов осуществлялись с учетом количества солнечного света. Решения принимались на основе накопленного опыта, без проведения точных расчетов. В 1960-х годах в строительной сфере стали активно использовать количественные данные о солнечной радиации, что позволило определить уровень освещенности и инсоляции жилых и рабочих помещений.

В настоящее время при проектировании микроклимата в помещениях учитывается не только общее количество радиации, поступающей внутрь, но и необходимое для здоровья человека количество ультрафиолетовой радиации. Условия освещенности зависят от продолжительности солнечного света в течение года и суток, а также от интенсивности солнечной радиации, проникающей в помещения. Это определяется не только количеством солнечной радиации, но и углом падения солнечных лучей. Например, в южных регионах летом большое

количество солнечной радиации, но из-за того, что солнце находится в зените днем, комнаты, выходящие на юг, практически не получают прямого солнечного света в июне. Полностью освещаются только помещения с ориентацией на северо-запад и северо-восток. На 70-й параллели в июне полностью освещаются помещения, выходящие на север, а с южной ориентацией — лишь частично.

Оптимальное количество солнечного излучения, попадающего в жилые зоны и квартиры, и процент площади, освещаемой ими, в первую очередь зависят от расположения зданий, ширины улиц, расстояния между постройками, а затем от планировки конкретных элементов здания. Все эти стандарты изменяются в зависимости от освещенности и климатических условий различных районов нашей страны.

Энергетический баланс подвержен воздействию не только отражательной способности поверхностей, но и от уровня загрязнения воздуха в городах. Из-за загрязнения атмосферы солнечная радиация в городах снижается на 20% по сравнению с сельскими районами, а при низком положении солнца даже на 50%. Ослабление солнечной радиации зимой превышает аналогичный процесс летом. Этот эффект более выражен в городах, находящихся на высоких (северных) широтах, и менее заметен в городах, расположенных на низких (южных) широтах. Снижение солнечной радиации неоднородно в течение суток, зависит не только от угла падения солнечных лучей, но и от количества выбросов в атмосферу, которое меняется в течение дня.

Примеси, присутствующие в атмосфере города, приводят к удержанию ультрафиолетовой радиации, что создает неблагоприятные условия для человека. Это влияет на основные элементы климата, такие как температура, влажность, ветер, образование туманов, облачность и осадки. В период летних жарких дней в городах ощущается увеличение тепла из-за солнечной радиации и отраженного тепла от зданий. Подогретые здания и мосты начинают излучать тепловую энергию в виде инфракрасной радиации.

Измеряемое солнечное тепло, поступающее в здание, варьируется в зависимости от положения солнца относительно земли, а также от местности, рельефа и высоты над уровнем моря и широты. Также на количество поступающей радиации влияет наличие облаков. В некоторой степени этот показатель можно регулировать с помощью правильной ориентации здания и окружающей застройки.

Необходимое количество солнечного света, необходимое для создания комфортных условий для работы и отдыха человека, формируется из требуемого уровня освещенности в жилых и рабочих помещениях, а также из количества ультрафиолетовой радиации, необходимой для здоровья человека. Исходя из этих требований, принимаются решения по планировке зданий, определяется расположение жилых комнат, спален и кухонь. В случае избытка солнечного света предусматривается использование лоджий, жалюзи, тентов и других средств.

Количество поглощаемого зданием солнечного света можно регулировать путем изменения отражательных свойств стен. Для этого важно знать, сколько коротковолновой радиации ($S+D+R$) поглощается стенами зданий и какие материалы способны поглощать солнечный свет. Так как количество солнечного света, попадающего на стену, зависит от широты местоположения и ориентации стены относительно сторон света, это влияет на нагрев стены и температуру внутри помещения.

Информация о количестве солнечного света, падающего на вертикальные поверхности различной ориентации, позволяет более точно учитывать его воздействие на здания и микроклимат в помещениях в различных географических районах.

Когда окна открыты, тепловое излучение проникает в интерьер наравне с тем, что ощущается на наружных стенах. Когда же они закрыты, часть тепла отскакивает от стекла, часть же усваивается им и рамочными элементами, что приводит к их нагреву. Исходя из исследований П. Ю. Гамбурга, при использовании однослойного стекла через окно проходит от 41 до 58% теплового

излучения, в зависимости от толщины и качества стекла, тогда как при двойном остеклении в помещение проникает лишь от 23 до 40% излучения.

Важно учитывать, насколько много излучения поглощают стены здания, что влияет на их температуру, при разработке проектов ограждающих конструкций.

Поглощающая способность различных материалов определяется их цветом и состоянием. В таблице 1.3 представлен список некоторых строительных материалов с указанием их поглощающей способности, а также процентное соотношение солнечной радиации, поглощаемой стенами и кровлями. Дополнение к этому проценту до 100% отражает величину отраженного излучения, что определяет альбедо стены или кровли в зависимости от используемого материала.

Таблица 1.3 Поглощательная способность различных материалов

Наименование метериала и обработка			Характеристика поверхности		Цвет поверхности		Поглащенная радиация, %
Стена							
Кирпич оштукатуренный			Гладкая		Белый		30
			Гладкая		Розовый		50
			Гладкая		Светло-желтый		47
			Гладкая		Светло-голубой		55
			Гладкая		Темно-розовый и светло бежевый		70
			Шероховатая		Коричневый		90
Кирпич неоштукатуренный:							
обыкновенный			Новая		Красный		75
силикатный			Новая		Светлый		50
Панель:							
бетонная			Шероховатая		Белый		30
оштукатуренная			Гладкая		Светло-голубой		55
Туф			Гладкая		Темно-серый		71
			Отесанная		Голубоватый		48
					Розовый		58
					Желтовато-коричневый		70
					Красный		75
					Черный		93
Гранит			Полированная		Серый		85
			Чисто отесанная		Светло-серый		65
Мрамор			Отесанная		Белый		55
Кровля							
Рубероид					Темно-коричневый		88
Оцинкованная сталь					Светло-серый		65
Черепица					Светло-красный		60

Таким образом, выбирая подходящие материалы для облицовки стен зданий, окрашивая их в нужные оттенки, то есть изменяя светоотражающие свойства стен, можно воздействовать на количество солнечной радиации, поглощаемой стенами, и, следовательно, регулировать тепловой режим стен, обогреваемых солнечным светом. В полдень южные стены способны поглотить от 300 до 400 ккал/м² солнечного тепла, нагреваясь на 15—20 градусов выше температуры окружающего воздуха. Это приводит к значительным температурным различиям между стенами одного здания, особенно заметным в холодное время года. Поэтому необходимо учитывать не только меры по защите от перегрева помещений, но и системы отопления.

Рассчитано, что 80 калорий на квадратный метр в час поглощенной радиации увеличивают температуру внешней поверхности на 4-4,5 градуса Цельсия. Летом подобное количество радиации в среднем за час поглощают стены зданий в большинстве районов России, если они ориентированы на юг, восток, запад, юго-запад или юго-восток, и выполнены из кирпича без штукатурки или со штукатуркой темно-серого цвета. В полдень южные стены способны поглотить от 300 до 400 ккал/м² солнечного тепла, нагреваясь на 15—20 градусов выше температуры окружающего воздуха. Это приводит к значительным температурным различиям между стенами одного здания, особенно заметным в холодное время года. Поэтому необходимо учитывать не только меры по защите от перегрева помещений, но и системы отопления.

Особенно сильному перегреву под влиянием солнечной радиации подвергаются металлические конструкции. По наблюдениям Ф. Ф. Томплана, в районе озера Байкал в Якутии летом, в полуденные часы, при ясном небе алюминиевые части ограждающих конструкций нагреваются до 60⁰ С при температуре окружающего воздуха не выше 18⁰ С. Температура кровли Якутской ГРЭС достигала 71⁰ С и разность между температурами кровли и воздуха в дневные часы составляла 50⁰.

Металлические конструкции особенно сильно перегреваются под воздействием солнечной радиации. Наблюдения Ф. Ф. Томплана показывают, что летом в полдень у озера Байкал в Якутии алюминиевые детали ограждающих конструкций нагреваются до 60 градусов Цельсия при температуре окружающего воздуха не выше 18 градусов. Температура крыши Якутской ГРЭС достигала 71 градус Цельсия, а разница между температурой крыши и воздуха днем составляла 50 градусов.

Термические нагрузки, по своей величине сопоставимые с другими стандартными нагрузками, обязательно должны учитываться при разработке (то есть включаться во внешние нагрузки). Для этой цели необходимо знать максимально возможную температуру наружных обшивок, которую можно

определить по интенсивности общей солнечной радиации, падающей на объект, и его поглощающей способности.

ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ.

2.1 Физико-географическое описание Ленинградской области

Ленинградская область — это регион, который находится на северо-западе европейской части России. Территория — 83 900 км², что составляет 0,5 % площади России. Территория Y образной формы с запада на восток 500 км, а с севера на юг 320 км. На севере граничит с Финляндией, Ладожским озером и Карелией, на востоке — с Вологодской областью, на юго-востоке — с Новгородской областью, на юге — с Псковской областью, на западе с Эстонией и Балтийским морем. И на западе в центральной части с Санкт-Петербургом, карта области рис 2.1. [2]



Рисунок 2.1 — Карта Ленинградской области

Территория нашего региона полностью находится на территории Восточно-Европейской равнины, что объясняет её плоский характер, с высотами не превышающими 150 метров над уровнем моря. Особое внимание заслуживает Карельский перешеек, особенно его северо-западной часть, где встречаются изрезанные ландшафты, скальные выходы и множество озер. Этот регион является частью Балтийского кристаллического щита, и его вершина — гора Кивисюръя с высотой 203 метра (или 205 метров по данным довоенных финских картографов) — находится рядом с селом Новожилово в местности, известной как Каменная гора.

Низменные участки в основном расположены вдоль берегов Финского залива и Ладожского озера, а также вдоль речных долин. К ним относятся Выборгская, Приозерская, Приладожская, Приморская, Плюсская, Лужская, Волховская, Свирская и Тихвинская низменности.

Среди возвышенностей выделяются Лемболовская, Ижорская, Лодейнопольская, Вепсовская возвышенности и Тихвинская гряда. Высочайшая точка региона — гора Гапсельга, достигающая 291 метра над уровнем моря, расположена на Вепсовской возвышенности. Особое внимание привлекает географический феномен — Балтийско-Ладожский уступ, высокий обрыв, достигающий 40—60 метров, протянувшийся на протяжении более 200 километров с запада на восток. Этот уступ является остатками береговой линии древнего моря.

Особенностью территории Ленинградской области, включая Санкт-Петербург, является отсутствие сейсмичности и вулканической активности. По своему рельефу Ленинградская область и город Санкт-Петербург относятся к зоне тайги средней подзоны, характерной для северных и южных районов. Основная часть территории области имеет типичные черты данной подзоны, за исключением небольших участков смешанных лесов на юге. Некрупные участки

смешанных лесов можно встретить на Ижорской возвышенности и Путиловском плато.

Гидросеть Ленинградской области и города характеризуется разветвленностью, с большим количеством рек различного размера и коротких ручьев, соединяющих озера. Несмотря на значительное количество рек в области (их более 1700), общая протяженность составляет всего 2563 км. На заметку, что 97% рек Ленинградской области имеют длину менее 10 км. Все реки характеризуются медленным течением и небольшими уклонами (20-40 см/км). Летом температура воды в большинстве рек превышает 20°C. Зимой все реки покрываются льдом. Река Нева, являющаяся главной водоемной артерией Санкт-Петербурга и Ленинградской области, берет свое начало в Ладожском озере и является единственной рекой, исходящей из этого озера. Площадь водной поверхности Невы превышает 280 тыс. квадратных километров, протяженность реки составляет 74 километра, что делает ее самой длинной и водоемной водотоком региона.

Особенности водного режима, выражающиеся в разнообразии водных ресурсов, обусловлены воздействием Атлантики, откуда на территорию поступает значительное количество влажных воздушных масс, включая циклоны.

Недостаточное количество солнечной энергии приводит к низкому испарению, что способствует образованию множества рек, озер и болот. Большая часть городской земли, около 20 процентов, занята болотами, которые формируют мелкие речки и ручьи на территории Санкт-Петербурга. Болотные угодья в регионе связаны с близким расположением грунтовых вод к поверхности почвы и высокой влажностью. Наиболее заболоченными участками являются районы Ладожского озера, Финского залива и бассейна реки Невы. Болота получают питание от атмосферных осадков и весенних паводков, причем первый тип болот более распространен. Низинные болота характерны преимущественно для окрестностей озер в регионе.

2.2 Климатические характеристики

Территория Ленинградской области обладает умеренным климатом, который характеризуется переходом от океанического к континентальному. Здесь зима умеренно мягкая, а лето умеренно теплое.

Одной из особенностей климата является изменчивость погоды, которая обусловлена частой сменой воздушных масс. Воздушные массы делятся на морские, континентальные и арктические в зависимости от их происхождения. Морские воздушные массы приносят на своем пути области пасмурную, ветреную погоду с осадками. Зимой они вызывают резкое потепление, а летом – прохладу. Континентальный сухой воздух приходит с востока, юга или юго-востока. В антициклонах, сформированных в этих воздушных массах, устанавливается малооблачная и сухая погода, характеризующаяся жарким летом и холодной зимой. С севера и северо-востока приходит очень холодный арктический воздух, порожденный над льдом Карского моря. Арктические воздушные массы сопровождаются ясной погодой и резким снижением температуры воздуха. В областях повышенного давления наблюдаются заморозки даже летом и сильные морозы зимой. Разнообразие синоптических процессов и частая смена воздушных масс приводят к значительным изменениям метеопараметров.

Сравним климатические данные из разных городов области. Возьмем город Выборг, Санкт-Петербург и Кингисепп. Расположение городов на рис 2.2.

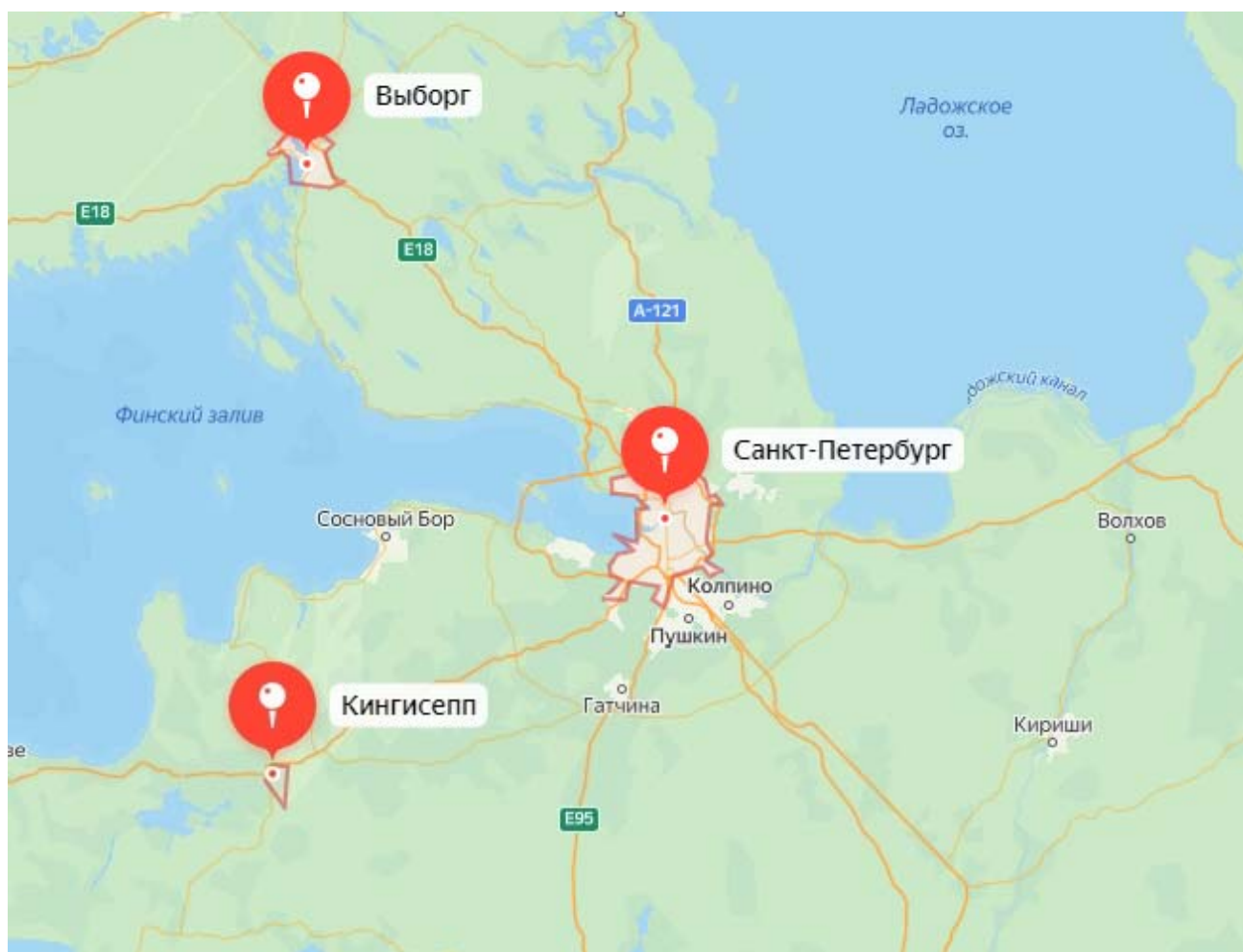


Рис 2.2 Карта области с выделенными городами

Климатические условия в этих городах определяются преимущественно двумя ключевыми элементами: радиационными процессами и атмосферными потоками. В течение всего года над городами преобладают ветры, идущие с юго-запада и запада, которые приносят влажный воздух из Атлантики. Влияние атлантических воздушных масс часто приводит к порывистой, облачной погоде. В то же время, радиационный эффект особенно заметно во время антициклонов, когда над городом устанавливается ясная и безветренная погода.

Таблица 2.1 Повторяемость направлений ветра и штиля в Выборге.

направл.	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	год
С	13	13	10	11	12	11	11	9	9	9	11	13	11
СВ	8	12	9	14	12	13	10	11	12	7	9	8	10
В	9	11	11	13	12	11	10	12	10	9	11	10	11
ЮВ	10	10	9	10	5	6	6	7	9	10	13	9	8
Ю	16	18	22	20	17	15	15	13	12	16	15	15	16
ЮЗ	19	18	22	19	24	23	26	22	19	20	17	19	22
З	14	9	7	5	8	9	11	13	14	17	14	14	11
СЗ	11	9	10	8	10	12	11	13	15	12	10	13	11
штиль	9	11	11	11	8	8	9	10	10	7	5	7	9

Таблица 2.2 Скорость ветра в Выборге

янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	год
3.7	3.4	3.3	3.0	3.3	3.3	3.1	3.0	3.3	3.7	3.8	3.8	3.4

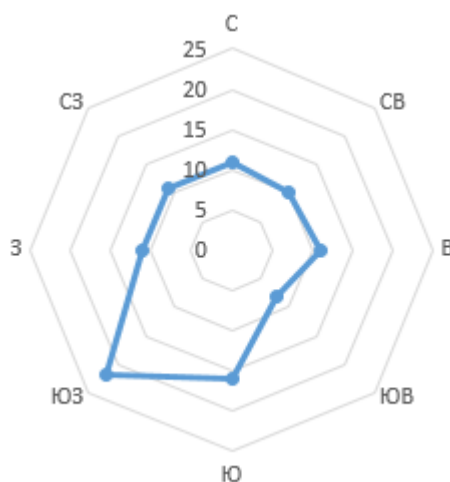


Рис 2.3 Роза ветров на станции г. Выборг

По климатическим данным станции в городе Выборг (Таблица 2.1), была построена Роза ветров (Рисунок 2.3). На ней видно, что в течении года воздушные массы приходят с юго-западного направления, по данным таблицы также видно, что по сезонам, видно что летом воздушные массы приходят с юго-западного направления. Зимой, осенью и весной направление ветра с юга и с юга-запада. Также видно что ветер самый сильный зимой (Таблица 2.2) и дует с юго-запада.

Таблица 2.3 Повторяемость направлений ветра и штиля в Санкт-Петербурге.

направл.	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	год
С	8	8	8	11	13	15	14	14	13	11	10	7	11
СВ	7	10	8	14	15	13	10	10	9	5	6	6	9
В	9	9	9	11	10	8	7	9	8	7	11	10	9
ЮВ	10	10	11	10	6	6	7	7	9	9	11	9	9
Ю	17	18	16	11	8	8	10	12	15	20	19	19	15
ЮЗ	20	20	22	17	18	17	19	18	21	23	21	22	20
З	21	20	20	20	23	24	24	20	15	14	12	17	19
СЗ	8	5	6	6	7	9	9	10	10	11	10	10	8
штиль	6	7	8	9	11	10	12	14	12	7	4	5	9

Таблица 2.4 Скорость ветра в Санкт-Петербурге

янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	год
2.6	2.4	2.3	2.2	2.0	1.9	1.8	1.8	1.9	2.4	2.6	2.6	2.2

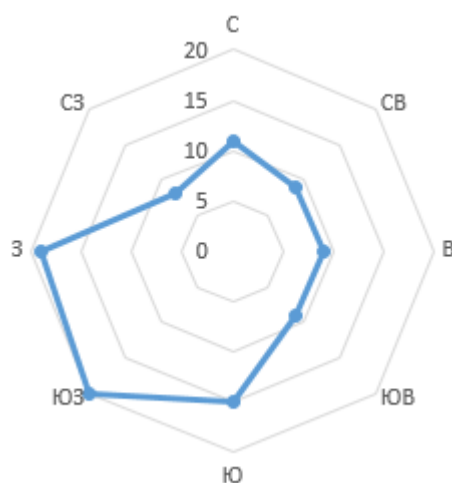


Рис 2.4 – Роза ветров на станции г. Санкт-Петербург

Со станции в городе Санкт-Петербург, также были взяты данные (Таблица 2.3) и была построена Роза ветров (Рисунок 2.4). На ней видно, что в течении года воздушные массы приходят с юго-западного и западного направления, по данным таблицы видно что летом также заметно приходят воздушные массы с северного направления. Также наибольшая скорость за год наблюдается зимой (Таблица 2.4) и имеет юго-западное направление.

Таблица 2.5 Повторяемость направлений ветра и штиля в Кингисеппе.

направл.	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	год
С	6	7	7	10	13	13	13	9	10	7	7	6	9
СВ	4	5	4	8	8	9	7	7	7	4	5	3	6
В	9	11	12	14	13	11	10	13	10	8	11	10	11
ЮВ	19	21	21	18	13	12	12	13	17	19	22	21	17
Ю	19	18	16	12	10	11	16	15	17	21	22	21	17
ЮЗ	19	15	15	12	11	12	13	15	16	19	15	18	15
З	13	12	13	13	14	15	14	15	13	13	10	11	13
СЗ	11	11	12	13	18	17	15	13	10	9	8	10	12
штиль	6	6	8	7	8	9	11	13	11	6	4	5	8

Таблица 2.6 Скорость ветра в Кингисеппе.

янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	год
2.6	2.5	2.4	2.5	2.3	2.1	1.9	1.8	1.9	2.4	2.6	2.6	2.3

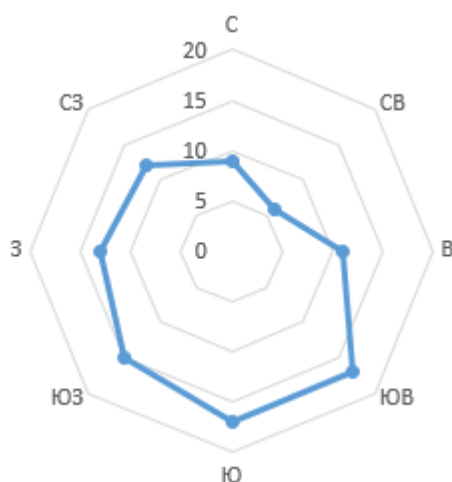


Рис 2.5 Роза ветров на станции г. Кингисепп

По климатическим данным со станции города Кингисепп (Таблица 2.5) была построена Роза ветров (Рисунок 2.5). На ней видно, что в течении года воздушные массы приходят основном с южных направлений, но также летом приходит воздушная масса с севера. По данным скорости ветра (Таблица 2.6), видим, что наибольшая скорость ветра наблюдается зимой и направление имеет южное.

Солнечный свет играет ключевую роль в формировании климатических условий. Он влияет на теплообмен и влажность воздуха, на изменения температуры и влажности в течение дня и года, а также на общее количество

тепла, поступающего на поверхность Земли, и на различия в его распределении. Самым важным показателем радиационного баланса является общее количество солнечной радиации, поскольку этот компонент является основным источником энергии для атмосферных процессов и играет ключевую роль в решении множества научных и практических задач. Кроме того, радиационный баланс активной поверхности, который входит в состав теплового баланса, имеет большое значение, поскольку он определяет направление и величину теплообмена между воздухом и почвой, а также цикл испарения и конденсации водяных паров. Продолжительность солнечного сияния также является важной климатической характеристикой, которая находит широкое применение в различных научных исследованиях, включая гелиоэнергетику, градостроительство, здравоохранение, аграрную и лесной промышленности и другие сферы.

Таблица 2.7 Число ясных, облачных и пасмурных дней в Выборге

месяц	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	год
Общая облачность													
ясных	2	2	4	3	3	2	2	2	2	2	1	1	26
облачных	10	11	14	16	20	19	21	20	17	13	9	9	179
пасмурных	19	15	13	11	8	9	8	9	11	16	20	21	160
Нижняя облачность													
ясных	6	7	11	12	12	8	10	9	7	5	3	4	94
облачных	12	12	12	14	17	20	20	20	20	17	13	13	190
пасмурных	13	9	8	4	2	2	1	2	3	9	14	14	81

Таблица 2.8 Число ясных, облачных и пасмурных дней в Санкт-Петербурге

месяц	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	год
Общая облачность													
ясных	1	1	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	21
облачных	8	10	13	15	18	18	20	19	16	12	8	7	164
пасмурных	22	17	15	12	10	10	9	10	13	18	21	23	180
Нижняя облачность													
ясных	4	5	9	10	10	7	8	7	4	4	2	2	72
облачных	11	12	13	15	18	19	20	20	19	14	11	11	183
пасмурных	16	11	9	5	3	4	3	4	7	13	17	18	110

Таблица 2.9 Число ясных, облачных и пасмурных дней в Кингисеппе

месяц	янв	фев	мар	апр	май	июн	июл	авг	сен	окт	ноя	дек	год
Общая облачность													
ясных	2	2	4	3	4	2	3	3	2	1	1	0	27
облачных	8	11	14	16	18	19	19	19	16	13	8	9	170
пасмурных	21	15	13	11	9	9	9	9	12	17	21	22	168
Нижняя облачность													
ясных	4	6	10	12	12	8	10	9	7	5	2	2	87
облачных	10	12	13	13	16	19	19	19	18	14	11	12	176
пасмурных	17	10	8	5	3	3	2	3	5	12	17	17	102

Из таблиц видно, что в области довольно мало ясных дней, летом больше ясных и облачных дней, а зимой больше пасмурных. В течение года количество прямого солнечного излучения, достигающего горизонтальной поверхности при идеально ясной погоде (максимально возможное значение), колеблется в пределах от 3950 до 4350 мегаджоулей на квадратный метр на территории данной области. В то же время, суммарные показатели рассеянного излучения в условиях безоблачной погоды варьируются от 1100 до 1300 мегаджоулей на квадратный метр. Высокая облачность, которая является характерной для всей области, приводит к уменьшению прямого солнечного излучения до 60–65% от максимально возможного, одновременно увеличивая рассеянное излучение более чем в 1,5 раза. В итоге, среднегодовой показатель суммарной радиации (Q) при обычных условиях облачности колеблется в диапазоне 3150–3450 мегаджоулей на квадратный метр.

На Рис. 2.6 представлено зонирование Ленинградской области по показателям годового суммарного радиационного потока, достигающего горизонтальной поверхности. Территории, расположенные вдоль берегов Ладожского озера и Финского залива, а также острова в этих водоемах, получают наибольшее количество солнечного тепла – более 3400 мегаджоулей на квадратный метр. Места, прилегающие к этим побережьям, и южные районы области (3300–3400 мегаджоулей на квадратный метр) получают чуть меньше солнечной энергии. Наименьшие значения суммарной радиации (менее 3200

мегаджоулей на квадратный метр) характерны для северо-восточных и восточных районов области, центральной части Карельского перешейка, а также территории, тянущейся с юго-запада на северо-восток от Сланцев до Санкт-Петербурга.

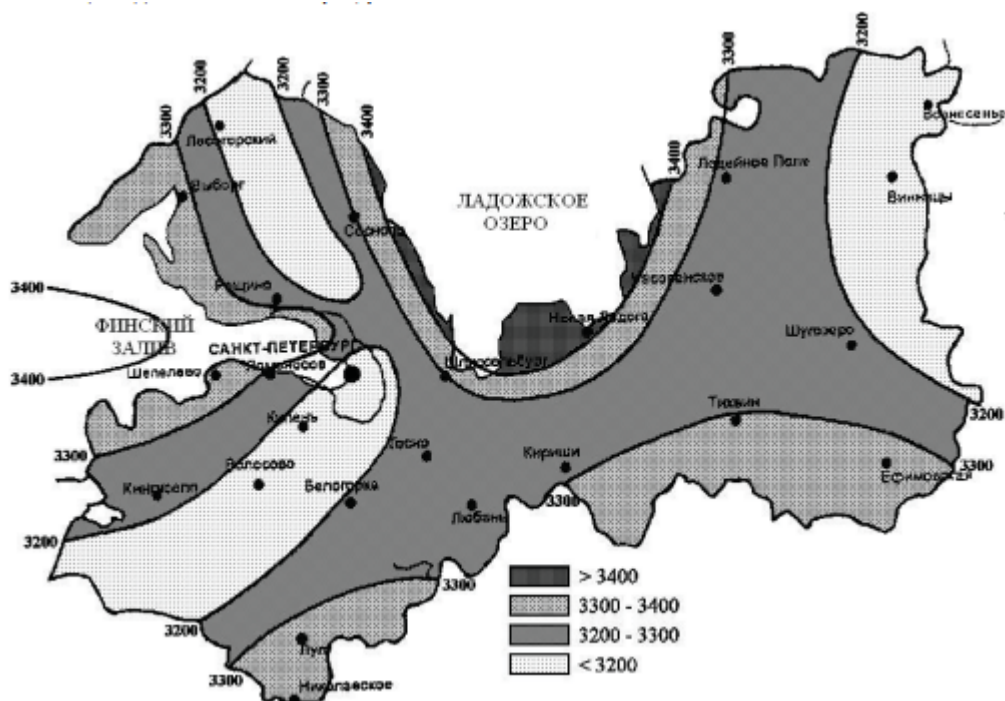


Рис 2.6 Годовые суммы суммарной радиации (МДж/м²)

Ключевыми локальными элементами, определяющими температурную динамику области, являются его близость к Финскому заливу и обилие речных систем. Воздушные потоки, происходящие из Атлантики, а также обширные водные ресурсы оказывают влияние на температуру воздуха в регионе, изменяя ее суточный и годовой колебания. Это особенно заметно в понижении температурных контрастов между январём и февралём, а также в сокращении годовой температурной амплитуды – разницы между средними месячными температурами самого жаркого и самого холодного месяцев. Этот показатель часто применяется для оценки континентальности климата, и по этому критерию климат области не может быть полностью отнесен к умеренно континентальному,

регион занимает переходную зону между регионами с умеренно континентальным и морским климатом.

Таблица 2.10 Температура воздуха в Выборге

Месяц	Абсолют минимум	Средний минимум	Средняя	Средний максимум	Абсолют максимум
январь	-36,8	-8,8	-6,0	-3,4	6,9
февраль	-35,4	-9,5	-6,3	-3,3	8,4
март	-29,1	-6,1	-2,6	1,0	13,8
апрель	-20,9	-0,4	3,2	7,4	22,1
май	-5,0	6,0	10,4	14,9	30,0
июнь	0,1	11,3	15,3	19,5	32,9
июль	5,8	14,5	18,5	22,6	34,6
август	2,0	13,1	16,8	20,8	33,4
сентябрь	-3,9	8,4	11,6	15,1	27,4
октябрь	-11,4	3,2	5,5	7,9	19,1
ноябрь	-21,0	-1,5	0,4	2,3	12,9
декабрь	-33,6	-5,4	-3,2	-1,0	8,6
год	-36,8	2,1	5,3	8,7	34,6

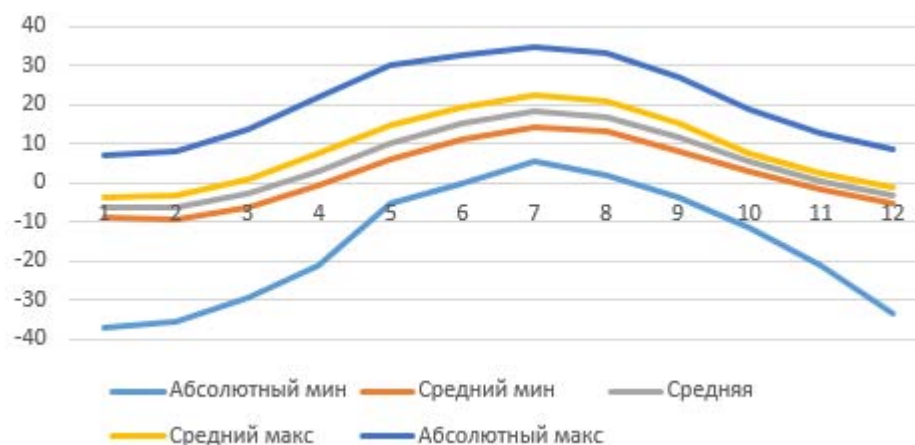


Рис 2.7 Ход температуры в г. Выборг

Таблица 2.11 Температура воздуха в г. Санкт-Петербург

Месяц	Абсолют, минимум	Средний минимум	Средняя	Средний максимум	Абсолют, максимум
январь	-35,9	-7,2	-4,8	-2,5	8,7
февраль	-35,2	-7,6	-5	-2,4	10,2
март	-29,9	-4	-1	2,3	15,3
апрель	-21,8	1,7	5,2	9,5	25,3
май	-6,6	7,2	11,5	16,3	33
июнь	0,1	12,2	16,1	20,5	35,9
июль	4,9	15,3	19,1	23,3	35,3
август	1,3	13,9	17,4	21,4	37,1
сентябрь	-3,1	9,4	12,4	15,9	30,4
октябрь	-12,9	4,1	6,2	8,7	21
ноябрь	-22,2	-0,9	0,9	2,8	12,3
декабрь	-34,4	-4,5	-2,5	-0,5	10,9
год	-35,9	3,3	6,3	9,6	37,1

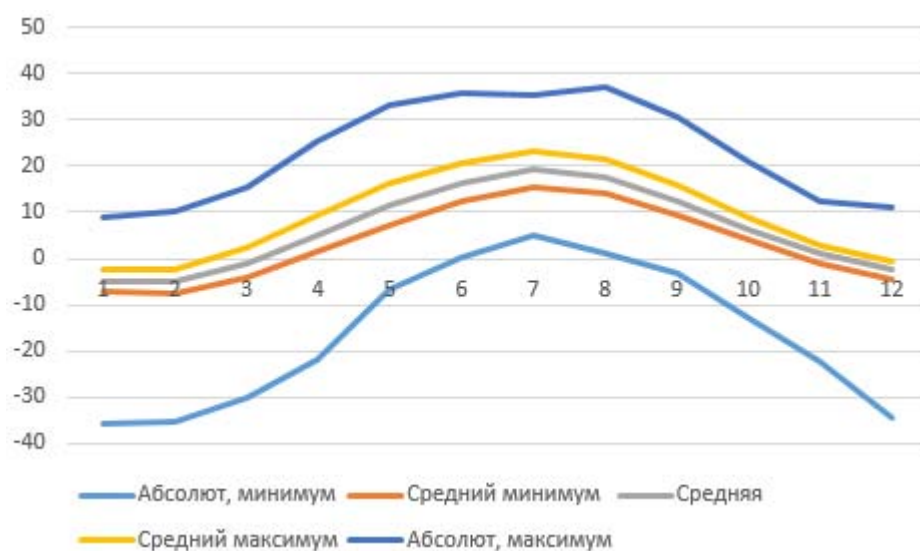


Рис 2.8 Ход температуры в г. Санкт-Петербург

Таблица 2.12 Температура воздуха в г. Кингисепп

Месяц	Абсолют, минимум	Средний минимум	Средняя	Средний максимум	Абсолют, максимум
январь	-38,1	-7,5	-4,9	-2,5	8,6
февраль	-40,0	-8,3	-5,2	-2,1	10,3
март	-32,8	-5,0	-1,1	2,9	17,6
апрель	-26,1	0,6	5,3	10,4	27,0
май	-6,1	5,4	11,3	17,0	33,2
июнь	-1,1	10,2	15,6	20,8	34,9
июль	2,8	13,1	18,2	23,3	33,6
август	0,0	11,6	16,4	21,6	35,0
сентябрь	-6,1	7,5	11,5	16,1	29,9
октябрь	-12,8	2,8	5,7	8,8	21,0
ноябрь	-22,8	-1,5	0,6	2,6	13,2
декабрь	-40,0	-4,8	-2,6	-0,6	11,6
год	-40,0	2,0	5,9	9,9	35,0

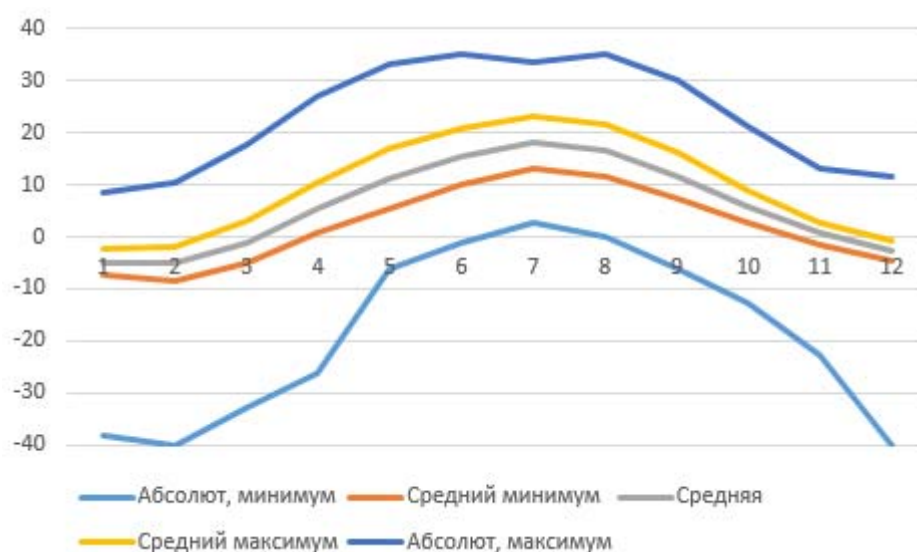


Рис 2.9 Ход температуры в г. Кингисепп

На графиках мы видим, в течение года, средний показатель температуры в области не сильно отличается, выбранные города находятся вблизи Балтийского моря, и на них сказывается одинаковое влияние.

В районе Санкт-Петербурга количество осадков в основном зависит от интенсивной циклонической активности, вызванной воздействием Атлантики. Даже летом, когда эта активность немного ослабевает, осадки, связанные с

местными ветрами, играют незначительную роль. Воздействие Финского залива на количество осадков объясняется его температурным режимом и гладкой поверхностью воды. Весной и летом вода в заливе прохладнее суши, что препятствует образованию конвективных потоков воздуха над водой и, следовательно, осадков. Гладкая поверхность воды также способствует уменьшению осадков. Зимой разница в температуре сглаживается, и влияние гладкой поверхности остается преобладающим.

Таблица 2.13 Осадки в г. Выборг

Месяц	Норма	Месячный минимум	Месячный максимум	Суточный максимум
январь	52	8 (1996)	109 (1955)	21 (2002)
февраль	43	1.0 (1994)	104 (2022)	22 (1990)
март	40	5 (2013)	110 (2023)	31 (2008)
апрель	35	4 (1963)	95 (1970)	32 (1985)
май	43	3 (2024)	154 (2014)	36 (2014)
июнь	60	2 (1992)	129 (2004)	55 (1965)
июль	69	15 (1999)	164 (2012)	76 (1966)
август	79	2 (2002)	191 (1981)	63 (1966)
сентябрь	68	16 (1949)	169 (2011)	68 (1946)
октябрь	77	16 (1946)	185 (2008)	33 (2023)
ноябрь	70	6 (1993)	171 (1996)	37 (2006)
декабрь	66	14 (1978)	203 (2011)	27 (1982)
год	701	494 (2006)	989 (1974)	76 (1966)

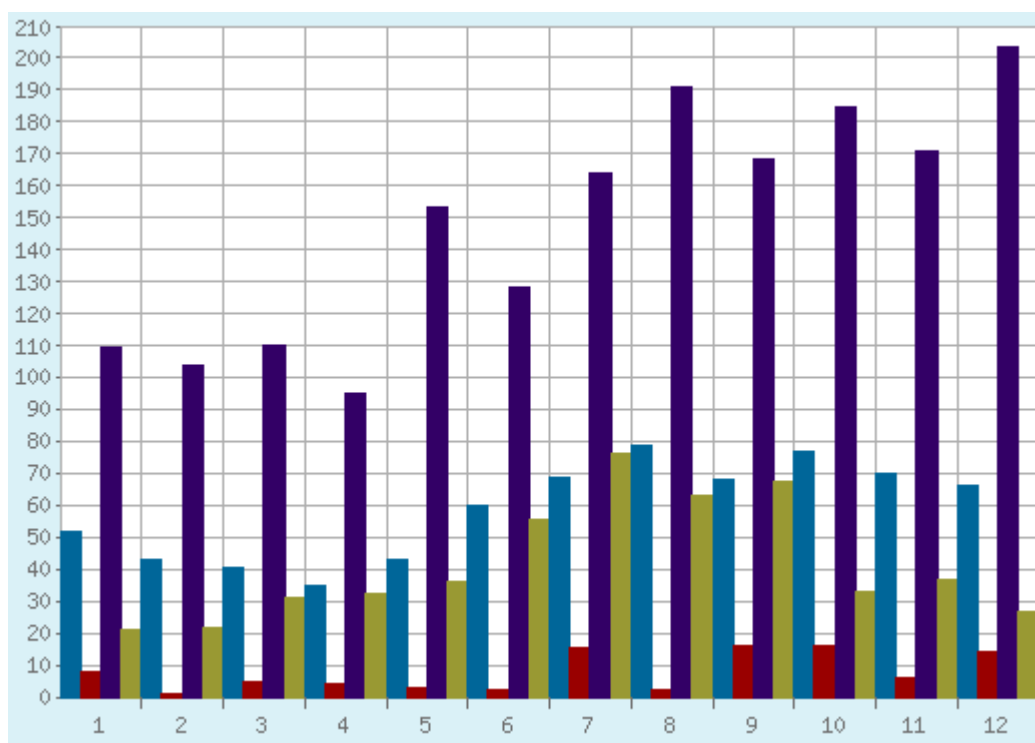


Рис 2.10 Количество осадков в г. Выборг

Таблица 2.14 Осадки в г. Санкт-Петербург

Месяц	Норма	Месячный минимум	Месячный максимум	Суточный максимум
январь	46	0.0 (1836)	82 (2011)	23 (1955)
февраль	36	3 (1886)	92 (1990)	24 (2024)
март	36	0.9 (1923)	83 (1971)	26 (1971)
апрель	37	2 (1850)	99 (1764)	29 (1991)
май	47	2 (1842)	139 (2021)	56 (1916)
июнь	69	5 (1853)	199 (1742)	44 (2004)
июль	84	6 (1973)	166 (1979)	69 (2002)
август	87	2 (1955)	197 (1869)	76 (1947)
сентябрь	57	2 (1851)	190 (1767)	34 (1912)
октябрь	64	5 (1987)	150 (1984)	37 (2003)
ноябрь	56	2 (1862)	118 (2010)	31 (2010)
декабрь	51	4 (1852)	112 (1981)	28 (2009)
год	669	308 (1853)	864 (2016)	76 (1947)

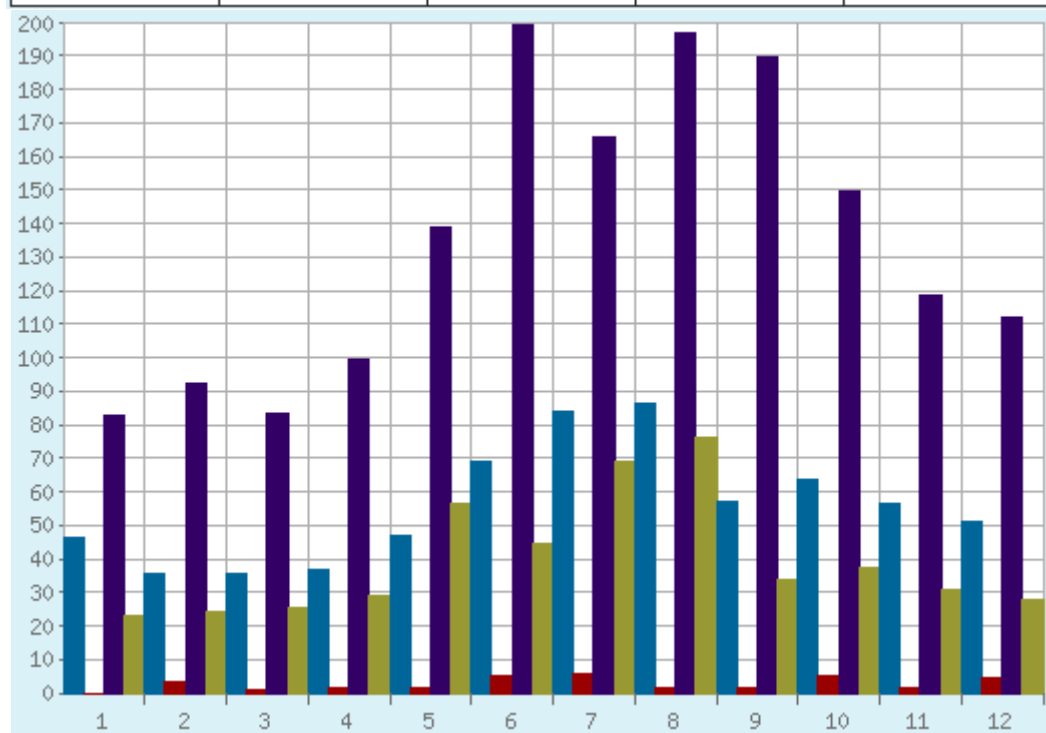


Рис 2.11 Количество осадков в г.Санкт-Петербург

Таблица 2.14 Осадки в г. Кингисепп

Месяц	Норма	Месячный минимум	Месячный максимум	Суточный максимум
январь	52	5 (1972)	98 (2005)	26 (1960)
февраль	42	4 (1994)	102 (2008)	23 (2012)
март	40	6 (2013)	82 (1995)	29 (1961)
апрель	39	6 (2004)	85 (1966)	31 (2002)
май	50	6 (2024)	144 (2021)	58 (1983)
июнь	77	11 (1969)	222 (2004)	79 (2020)
июль	74	15 (2014)	167 (1979)	55 (2011)
август	95	5 (2002)	230 (2016)	57 (2016)
сентябрь	65	11 (1956)	158 (1970)	47 (1970)
октябрь	74	9 (1951)	126 (2008)	31 (1960)
ноябрь	62	0.9 (1993)	150 (2001)	28 (2001)
декабрь	58	22 (1990)	122 (1983)	21 (1982)
год	730	397 (1951)	919 (1983)	63 (2004)

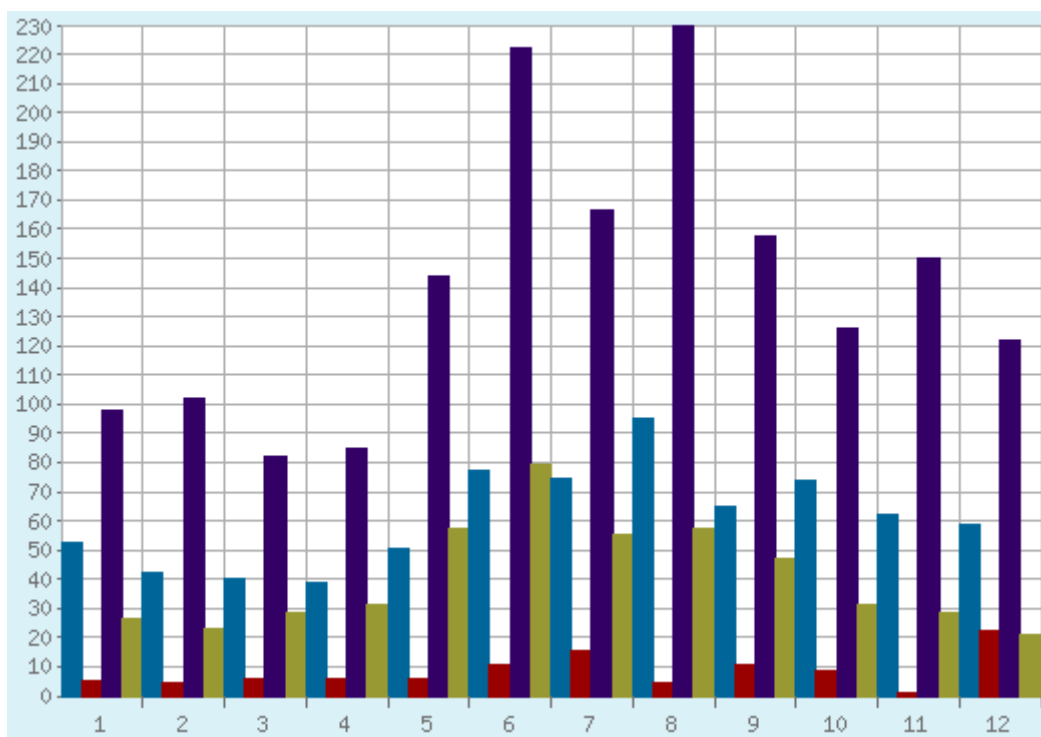


Рис 2.12 Количество осадков в г. Кингисепп

Исходя из данных по осадкам, мы можем сделать вывод что основном во всей области осадки выпадают летом, а весной наименьшее их количество. По данным приведённым в этой главе, можно сказать, что климатическая ситуация во взятых городах области похожая, в Санкт-Петербурге чуть теплее

средняя температура за год, из-за того, что это очень крупный центр, относительно других городов, скорость ветра и количество осадков также меньше.

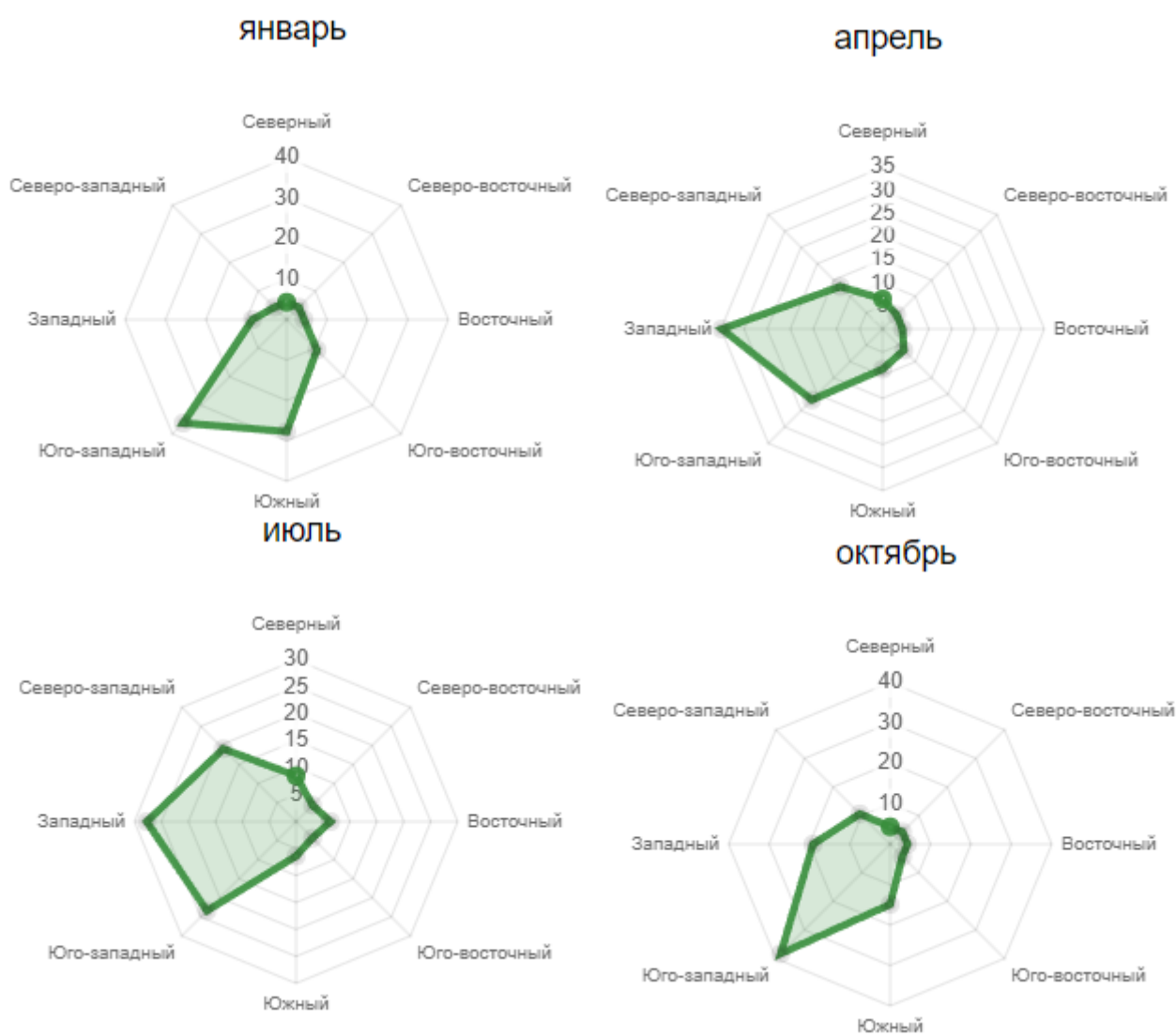
Глава 3. Градостроительные решения для Санкт-Петербурга в зависимости от климатических данных

3.1. Оптимальное расположение зданий

3.1.1. Учет ветрового режима

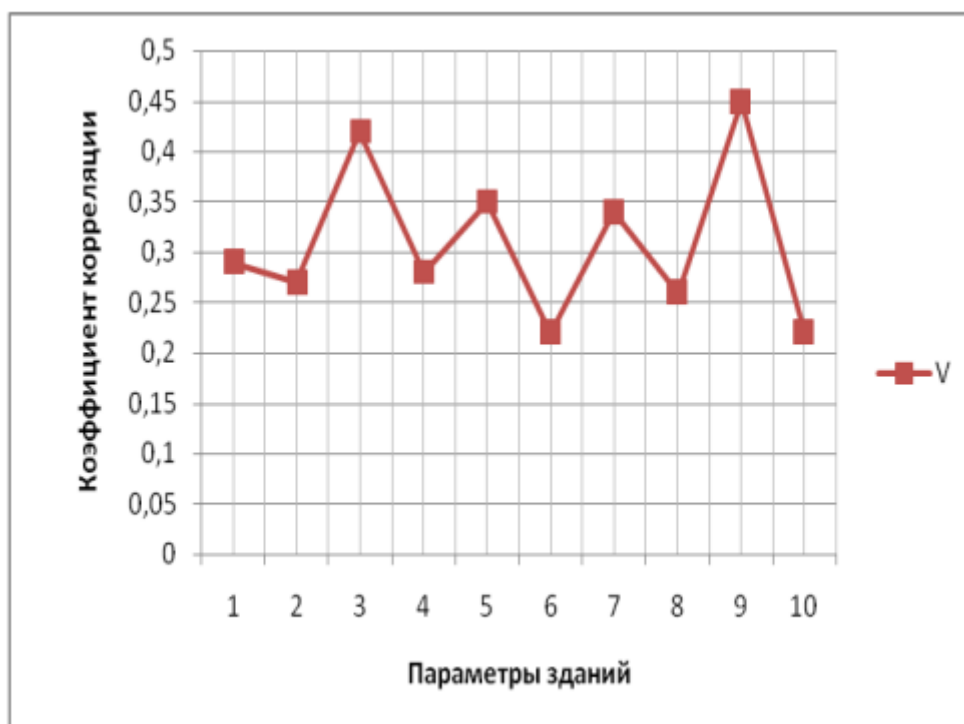
Санкт-Петербург характеризуется ветреными зимами, что требует особого внимания к ориентации зданий и созданию зон ветрозащиты. Рекомендуется проектировать здания с учетом формирования благоприятных микроклиматических условий вблизи зданий, используя ландшафтные элементы, архитектурные детали и расположение соседних зданий.

Таблица 3.1 Направление ветра в Санкт-Петербурге



На основе анализа данных видно, что преобладающее направление ветра в Санкт-Петербурге - западное и юго-западное. Это означает, что при планировании новых строителей и благоустройства территорий следует учитывать возможное воздействие ветра на здания и инфраструктуру, а также обеспечить максимальную защиту от неблагоприятных ветровых условий.

Для изучения влияния скорости ветра V на разработку крыш зданий и сооружений мы применяем комбинаторную таблицу, которая учитывает взаимосвязь этого фактора с типологическими характеристиками зданий. Для оценки степени их взаимосвязи используются коэффициент ϕ^2 , коэффициент взаимосвязи Чупрова K и статистический критерий χ^2 . На рисунке 3.1 представлена диаграмма взаимосвязи скорости ветра V с типологическими характеристиками зданий.



Рисунке 3.1 Диаграмма взаимосвязи скорости ветра V с типологическими характеристиками зданий.

На графике обозначено: 1 – Тип покрытия крыши; 2 – Конфигурация кровли; 3 – Градус наклона крыльев крыши; 4 – Материал, используемый для кровли; 5 – Положение здания относительно солнца; 6 – Архитектура верхнего

карниза; 7 – Протяжённость карнизного выступа; 8 – Система отвода воды с крыши; 9 – Возможность накопления снега на склонах крыши; 10 – Возможность образования наледи на внешней части карниза крыши.

Изучение диаграммы показывает, что скорость ветра V имеет наибольшее воздействие на задержание снега на крышах, угол наклона крыши и выступ карниза.

3.1.2. Оптимальная ориентация зданий

Для обеспечения максимальной инсоляции и энергоэффективности здания следует ориентировать так, чтобы главные оконные проемы были обращены на юг или юго-запад. Это позволит максимально использовать солнечную энергию для отопления помещений и уменьшить энергозатраты на искусственное освещение.

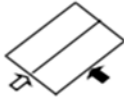
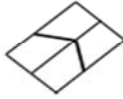
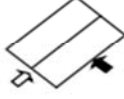
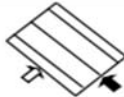
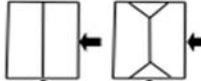
При проектировании зданий важно учитывать климатические особенности региона, включая направление солнечной радиации, основные ветровые направления и т.д. Оптимальная ориентация зданий позволяет снизить энергопотребление на отопление и кондиционирование воздуха, а также создать более комфортные условия для проживания и работы.

Для определения оптимальной ориентации зданий необходимо учитывать следующие факторы:

- 1. Направление солнечной радиации:** Здания следует ориентировать так, чтобы минимизировать прямое солнечное освещение в летний период и максимизировать его в зимний период. Для этого необходимо учитывать угол падения солнечных лучей в разное время года.
- 2. Ветровые нагрузки:** Здания следует располагать так, чтобы минимизировать воздействие сильных ветров, особенно в зимний период. Это можно достичь за счет правильного выбора формы и ориентации здания.

3. **Ландшафтные особенности:** Учитывая местный ландшафт и окружающую застройку, можно выбирать ориентацию зданий так, чтобы максимально использовать естественные препятствия для защиты от ветров и создания микроклимата вокруг здания.
4. **Эстетические соображения:** Оптимальная ориентация зданий должна также учитывать эстетические аспекты и гармонизировать с окружающей архитектурой и ландшафтом.

Таблица 3.2 Ориентация объектов в зависимости от направления.

Ориентация улицы по сторонам света	Ориентация жилого дома и форма крыши	Ориентация главного входа
		
СВ - ЮЗ	СВ - ЮЗ	ЮВ, ЮЗ
		
СВ - ЮЗ	ЮВ - СЗ	ЮВ, ЮЗ
		
ЮВ - СЗ	ЮВ - СЗ	ЮВ, ЮЗ
		
ЮВ - СЗ	ЮВ - СЗ	ЮВ, ЮЗ
		
ЗВ	ЗВ	В, Ю
		
ЗВ	ЗВ	В, Ю
		
СЮ	СЮ	З, Ю
		
СЮ	СЮ	В, Ю

Применение современных методов анализа и моделирования позволяет определить оптимальную ориентацию зданий с учетом всех вышеперечисленных факторов. Это позволяет создавать энергоэффективные и комфортные здания, способствующие улучшению качества жизни людей и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

3.1.3. Зонирование территории

При планировании городской застройки необходимо учитывать зонирование территории с учетом климатических особенностей. Например, на южных склонах холмов или на защищенных от ветра территориях можно предусмотреть места для отдыха и рекреации, а на северных склонах – организовать зоны для защитных посадок или парковок.

Этот процесс позволяет оптимизировать использование территории, создавать комфортные условия для проживания и работы, а также учитывать естественные особенности местности.

При зонировании территории необходимо учитывать следующие аспекты:

1. **Функциональное назначение зон:** Территория города может быть разделена на зоны разного функционального назначения, такие как жилые зоны, коммерческие зоны, зоны отдыха и т.д. Каждая зона должна быть спланирована с учетом ее предназначения и потребностей пользователей.
2. **Оптимальное использование природных ресурсов:** Зонирование позволяет оптимально использовать природные ресурсы, такие как солнечная энергия, ветер и вода. Например, жилые зоны могут быть ориентированы так, чтобы максимально использовать солнечную энергию для отопления и освещения зданий.
3. **Учет климатических особенностей:** Зонирование должно учитывать климатические особенности региона. Например, в зонах отдыха и парковых

зонах следует предусмотреть достаточное количество зеленых насаждений для создания микроклимата и защиты от сильных ветров.

4. **Экологическая устойчивость:** Зонирование должно способствовать созданию экологически устойчивых городских сред, с учетом сохранения природных экосистем и снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Зонирование территории является комплексным процессом, требующим учета множества факторов и балансирования различных интересов. Однако, правильное зонирование позволяет создавать городскую среду, которая отвечает потребностям его жителей, обеспечивает устойчивое развитие и создает комфортные условия для жизни.

3.1.4. Архитектурные элементы для защиты от ветра

Для создания зон ветрозащиты можно использовать различные архитектурные элементы, такие как козырьки, арки, ветровые стены и зеленые насаждения. Они помогают уменьшить скорость ветра и создать комфортные условия для пребывания людей на открытых территориях.

Архитектурные элементы для защиты от ветра играют важную роль в создании комфортных условий для проживания и работы в городе. Они могут быть использованы для снижения скорости ветра на открытых территориях, создания микроклимата вокруг зданий и улучшения общей архитектурной обстановки. Некоторые из основных архитектурных элементов для защиты от ветра включают в себя:

1. **Ветрозащитные экраны:** Это могут быть специальные стены, изгороди или заборы, которые располагаются вдоль улиц и других открытых пространств. Они помогают снизить скорость ветра и создать более комфортные условия для пешеходов.

2. **Ландшафтная архитектура:** Различные растения, такие как деревья, кустарники и трава, могут использоваться для создания природных барьеров, которые защищают от ветра и улучшают микроклимат вокруг зданий.
3. **Архитектурные формы зданий:** Форма и конфигурация зданий могут быть спроектированы таким образом, чтобы минимизировать воздействие ветра. Например, заостренные концы зданий могут создавать турбулентность и увеличивать скорость ветра, в то время как закругленные формы могут снижать этот эффект.
4. **Внутренние дворы и патио:** Создание внутренних дворов и патио, окруженных зданиями, может создавать укрытые от ветра пространства, которые пригодны для отдыха и релаксации.
5. **Архитектурное планирование:** При планировании новых застройках следует учитывать ветровые условия, чтобы минимизировать их воздействие на жителей и посетителей.

3.1.5. Выводы

Оптимальное расположение зданий в Санкт-Петербурге играет важную роль в создании комфортной и энергоэффективной городской среды. Учет климатических особенностей и использование правильных градостроительных решений позволяют создать благоприятные условия для проживания и работы горожан, а также снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Анализ климатических данных и их учет при планировании градостроительных решений в Санкт-Петербурге позволяет сделать следующие выводы:

1. **Направление ветров:** Преобладающее направление ветров в Санкт-Петербурге - северо-западное и западное. Это необходимо учитывать при

планировании ориентации зданий и размещении архитектурных элементов для защиты от ветра.

2. Инсоляция: Солнечная радиация имеет значительное значение для обеспечения естественного освещения и отопления зданий. Оптимальное использование инсоляции позволяет снизить энергозатраты на освещение и отопление.
3. Зонирование территории: Зонирование территории позволяет оптимизировать использование городской территории, создавать комфортные условия для жизни и работы, а также учитывать природные особенности местности.
4. Архитектурные элементы для защиты от ветра: Использование специализированных архитектурных элементов позволяет снизить воздействие ветра на открытых территориях и создать более комфортные условия для проживания и отдыха.

Таким образом, учет климатических данных при планировании градостроительных решений в Санкт-Петербурге позволяет создавать устойчивые и комфортные городские среды, способствующие улучшению качества жизни горожан.

3.2. Использование специализированных материалов

В градостроительстве для улучшения климатических характеристик зданий в Санкт-Петербурге играет важную роль в создании комфортной и энергоэффективной городской среды.

3.2.1. Утеплительные материалы

Для улучшения теплоизоляции зданий в условиях северного климата следует использовать утеплители с высоким коэффициентом теплопроводности. Например, минеральная вата, экструдированный пенополистирол (XPS) или пенополиуретан (PUR). Эти материалы обладают хорошей теплоизоляционной способностью и устойчивы к влаге.

При выборе утеплителя для зданий важно учитывать климатические особенности региона, в том числе среднегодовую температуру, уровень осадков и направление ветров. В Санкт-Петербурге, где характерны холодные зимы и прохладные лета, важно использовать утеплители с высоким коэффициентом теплопроводности.

Примеры таких утеплителей:

1. **Минеральная вата:** Этот материал обладает хорошей теплоизоляцией и устойчив к влаге, что делает его подходящим для использования в условиях сырого климата.
2. **Пенополистирол (ППС):** Легкий и прочный материал с хорошими теплоизоляционными свойствами. Он может быть использован для утепления наружных стен и кровли зданий.
3. **Экструдированный пенополистирол (XPS):** Этот материал обладает высокой плотностью и устойчив к воде, что делает его идеальным для использования в условиях повышенной влажности.

4. **Полиуретан (PUR):** Хороший утеплитель с высоким коэффициентом теплопроводности. Он обладает отличными теплоизоляционными свойствами и легко монтируется.

Выбор утеплителя должен быть обоснован и учитывать требования энергоэффективности здания, его эксплуатационные условия и бюджет проекта.

3.2.2. Оконные конструкции

Для уменьшения теплотерь через окна следует использовать энергосберегающие стеклопакеты с низким коэффициентом теплопроводности и теплоотражающим покрытием. Также важно правильно выбирать материалы для рам окон, чтобы они обладали хорошей теплоизоляцией.

При выборе оконных конструкций для зданий в Санкт-Петербурге следует учитывать климатические особенности региона, включая высокую влажность и низкие температуры зимой. Оконные конструкции должны обеспечивать хорошую теплоизоляцию, устойчивость к влаге и надежность.

Примеры подходящих оконных конструкций:

1. **Стеклопакеты с низким коэффициентом теплопроводности:** Двойные или тройные стеклопакеты с низким коэффициентом теплопроводности обеспечивают хорошую теплоизоляцию и помогают сэкономить энергию на отопление здания.
2. **Профили из ПВХ или алюминия с терморазрывом:** Оконные рамы из материалов с терморазрывом обладают улучшенными теплоизоляционными свойствами и предотвращают образование конденсата на стекле.
3. **Энергосберегающее стекло:** Специальные виды стекла с нанесенным тонким металлическим слоем помогают снизить теплотери через окна и улучшить энергоэффективность здания.

4. **Конструкции с вентиляционными клапанами:** Окна с встроенными вентиляционными клапанами обеспечивают поступление свежего воздуха и регулируют влажность в помещении.
5. **Алюминиевые окна с покрытием из порошковой краски:** Алюминиевые конструкции с порошковым покрытием обладают высокой стойкостью к воздействию влаги и коррозии.

Правильный выбор оконных конструкций позволит создать комфортные и энергоэффективные условия в здании, а также снизить энергозатраты на его эксплуатацию.

3.2.3. Фасадные материалы

Для обеспечения долговечности и энергоэффективности зданий важно выбирать фасадные материалы с учетом климатических условий. Например, для зданий в Санкт-Петербурге рекомендуется использовать материалы, устойчивые к влаге и морозу, такие как кирпич, натуральный камень или фасадные панели из композитных материалов.

При выборе фасадных материалов для зданий в Санкт-Петербурге необходимо учитывать климатические условия региона, такие как высокая влажность, сильные ветры и низкие температуры зимой. Фасадные материалы должны быть устойчивы к влаге, морозу, атмосферным осадкам и обеспечивать хорошую теплоизоляцию.

Примеры подходящих фасадных материалов:

1. **Керамическая плитка:** Керамическая плитка обладает высокой устойчивостью к влаге, морозу и атмосферным воздействиям. Она также обеспечивает хорошую теплоизоляцию и долговечность.
2. **Композитные панели:** Композитные панели состоят из алюминиевой или стеклопластиковой основы, покрытой слоем декоративного материала. Они

обладают хорошей теплоизоляцией и устойчивы к воздействию влаги и коррозии.

3. **Фасадные панели из натурального камня:** Панели из натурального камня (например, гранита или мрамора) обладают высокой прочностью и устойчивостью к воздействию влаги и мороза. Они также придают зданию элегантный внешний вид.
4. **Фасадные облицовочные кирпичи:** Облицовочные кирпичи имитируют текстуру и цвет натурального кирпича, при этом обладают лучшей теплоизоляцией и устойчивостью к атмосферным воздействиям.
5. **Металлические обшивки:** Металлические обшивки, такие как алюминиевые или стальные панели, могут быть использованы для создания современного и стильного внешнего вида здания. Они обладают хорошей устойчивостью к влаге и механическим повреждениям.

Выбор фасадных материалов должен быть обоснован и учитывать требования энергоэффективности, долговечности и эстетики здания.

3.2.4. Вентиляционные системы

Для обеспечения качественной вентиляции в зданиях следует использовать энергоэффективные системы вентиляции с рекуперацией тепла. Это позволяет снизить энергопотребление на отопление и обеспечить комфортный внутренний климат.

Вентиляционные системы играют важную роль в обеспечении комфортных условий внутри здания и поддержании здоровой атмосферы. В условиях Санкт-Петербурга, где климат характеризуется высокой влажностью и низкими температурами зимой, выбор и правильная эксплуатация вентиляционных систем имеет особое значение.

Примеры вентиляционных систем, подходящих для зданий в Санкт-Петербурге:

1. **Приточно-вытяжная вентиляция с рекуперацией тепла:** Эта система обеспечивает поступление свежего воздуха в помещение и одновременно вытяжку отработанного воздуха. Рекуператор позволяет использовать тепло отработанного воздуха для нагрева поступающего воздуха, что снижает энергопотребление на отопление.
2. **Механическая вентиляция с рекуперацией тепла:** Эта система работает по принципу приточно-вытяжной вентиляции, но с использованием механических устройств для создания воздушного потока. Рекуператор позволяет экономить тепло и снижать энергозатраты.
3. **Вытяжная вентиляция с регулируемой подачей воздуха:** Эта система обеспечивает вытяжку отработанного воздуха и регулируемую подачу свежего воздуха в помещение. Она позволяет эффективно удалять влагу и запахи из помещения.
4. **Гибридная вентиляция:** Эта система объединяет приточно-вытяжную вентиляцию с естественной вентиляцией через фасады здания. Она обеспечивает эффективное использование природной вентиляции и снижает энергопотребление.

Выбор вентиляционной системы должен быть обоснован и учитывать требования по вентиляции, энергоэффективности и экономии ресурсов.

3.2.5. Выводы

Использование специализированных материалов и конструкций в градостроительстве позволяет улучшить энергоэффективность и комфортность зданий в условиях северного климата. Правильный выбор материалов и их сочетание с архитектурными решениями способствуют созданию устойчивой и экологически чистой городской среды.

Выбор и использование специализированных материалов в строительстве зданий в Ленинградской области, особенно в условиях города

Санкт-Петербурга, играет ключевую роль в обеспечении комфортных и энергоэффективных условий для жизни и работы. Основные выводы по использованию таких материалов:

1. **Утеплительные материалы:** Необходимо выбирать утеплители с высоким коэффициентом теплопроводности, устойчивые к влаге, чтобы обеспечить хорошую теплоизоляцию здания.
2. **Оконные конструкции:** Окна должны обладать хорошей теплоизоляцией и устойчивостью к влаге, а также обеспечивать хорошую звукоизоляцию и пропускание света.
3. **Фасадные материалы:** Фасадные материалы должны быть устойчивы к влаге, морозу и атмосферным осадкам, а также обеспечивать хорошую теплоизоляцию и эстетический вид здания.
4. **Вентиляционные системы:** Вентиляционные системы должны обеспечивать эффективную циркуляцию воздуха, обмен воздуха в помещении и поддержание оптимальной влажности.

Эффективное использование специализированных материалов позволит создать здания, которые будут комфортными для жизни и работы, экологически безопасными и энергоэффективными.

3.3. Анализ и обоснование градостроительных решений

Анализ и обоснование градостроительных решений для Санкт-Петербурга в зависимости от климатических данных включает в себя оценку эффективности выбранных решений и их соответствие целям улучшения микроклимата и энергоэффективности городской застройки.

3.3.1. Оценка энергоэффективности

Для оценки энергоэффективности предлагаемых градостроительных решений проводится сравнение существующих и новых показателей потребления энергии на освещение, отопление и вентиляцию. Рассчитывается экономия ресурсов и сокращение выбросов парниковых газов.

3.3.2. Сравнительный анализ существующей застройки

Производится сравнительный анализ микроклиматических условий в существующей застройке и при использовании предлагаемых градостроительных решений. Оценивается уровень комфорта для проживания и работы, а также сокращение негативного воздействия на окружающую среду.

3.3.3. Обоснование выбранных решений

На основе проведенного анализа предлагается обоснование выбранных градостроительных решений. Выделение их преимуществ и показание их соответствия целям улучшения микроклимата и энергоэффективности городской застройки.

3.3.4. Выводы

Результаты анализа и обоснования градостроительных решений позволяют сделать вывод о целесообразности их применения в условиях северного климата Санкт-Петербурга. Они также могут служить основой для принятия решений о модернизации существующей застройки и планировании новых объектов градостроительства.

3.4. Примеры градостроительных решений, учитывающих климатические особенности Санкт-Петербурга, могут включать в себя:

3.4.1. Создание зеленых насаждений и парковых зон

Развитие зеленых насаждений в городе способствует улучшению микроклимата, поглощению углекислого газа и снижению уровня шума. Парковые зоны могут использоваться для рекреации горожан и улучшения общественного пространства.

3.4.2. Использование архитектурных элементов для защиты от ветра

Применение архитектурных элементов, таких как козырьки, арки и ветровые стены, помогает создать зоны ветрозащиты вблизи зданий, что повышает комфортность пребывания на открытых территориях.

3.4.3. Применение энергоэффективных технологий

Использование энергоэффективных материалов и технологий при строительстве зданий позволяет снизить потребление энергии на отопление и кондиционирование воздуха, что важно в условиях северного климата.

3.4.4. Оптимизация транспортной инфраструктуры

Развитие общественного транспорта и создание пешеходных зон способствует снижению выбросов вредных веществ и улучшению экологии города.

3.4.5. Использование инновационных технологий

Применение инновационных технологий, таких как умный дом, системы управления энергопотреблением и мониторинга окружающей среды, помогает повысить энергоэффективность и комфортность городской среды.

3.5. Анализ существующей застройки и ее соответствие климатическим условиям включает в себя оценку таких параметров, как уровень инсоляции, энергоэффективность зданий и комфортность микроклимата в помещениях.

3.5.1. Уровень инсоляции

Для оценки уровня инсоляции в существующей застройке проводится анализ ориентации зданий, наличия теневых объектов и общей освещенности территории. На основе этих данных делается вывод о необходимости корректировки архитектурных решений для повышения уровня естественного освещения в помещениях.

3.5.2. Энергоэффективность зданий

Оценка энергоэффективности зданий включает в себя анализ теплоизоляции конструкций, эффективности систем отопления и вентиляции, а также использование альтернативных источников энергии. На основе результатов анализа могут быть предложены меры по повышению энергоэффективности существующей застройки.

3.5.3. Комфортность микроклимата

Для оценки комфортности микроклимата в помещениях проводится анализ температурного режима, влажности воздуха, уровня шума и скорости воздушных потоков. На основе результатов анализа могут быть предложены меры по улучшению микроклимата в существующих зданиях.

3.5.4. Выводы

Анализ существующей застройки и ее соответствие климатическим условиям позволяет выявить проблемные зоны и предложить меры по их улучшению. Это позволяет повысить энергоэффективность и комфортность городской среды, а также снизить негативное воздействие на окружающую среду.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цели данной работы были выполнены. Изучено вопросов об использовании температурно-ветровых характеристик и характеристик режима осадков для принятия планировочных решений в строительстве в Ленинградской области.

Следующие вопросы изучены:

- изучены теоретические вопросы об использовании температурно-ветровых характеристик и характеристик режима осадков для принятия планировочных решений в строительстве;
- исследованы физико-географические и климатические особенности Ленинградской области;
- рассмотрены вопросы о градостроительных решениях для Санкт-Петербурга в зависимости от климатических.

Климатические условия, включая температуру и режим ветра, а также особенности осадков, служат фундаментом для стратегического планирования в сфере строительства. Изучение этих показателей влияет на выбор строительных материалов и является ключевым элементом для определения архитектурных концепций. Таким образом, тщательный анализ климатических условий, особенно с учетом температурно-ветровых и осадковых характеристик, остается важнейшим аспектом для обоснованного планирования строительных проектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исаченко, Резников, Ландшафты Санкт-Петербурга: эволюция, динамика, разнообразие. -2014.-52с.
2. Заварина М.В. Строительная климатология. Л., Гидрометеиздат, 1971. 301 с.
3. Дроздов О.А., Васильев В.А., Кобышева Н.В., Раевский А. Н., Смекалова Л.К., Школьный Е.П. Климатология. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 568с.
4. Гербург-Гейбович А.А. Оценка климата для типового проектирования жилищ. Л., Гидрометеиздат, 1971. 194 с.
5. Будыко М. И. Климат и жизнь. Л., Гидрометеиздат, 1971. 470 с.
6. Былинкин Н. П. Жилище и климат. Автореф. Дисс. Академия архитектуры СССР. М., 1949. 22 с.
7. Погода и климат: справочник / Под ред. В.М. Дудара. - СПб.: Гидрометеиздат, 2005.
8. Температурный фактор в строительстве / Под ред. А.Ю. Негуля. - М.: Строение, 1981.
9. Климатообустройство в строительстве: учебник / А.С. Щетинин, С.А. Дуднев. - М.: Стройиздат, 1985.
10. СП 20.13330.2016. Свод правил. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*" (утв. Приказом Минстроя России от 03.12.2016 N 891/пр) (ред. от 30.12.2020)
11. Климат Петербурга и Ленинградской области: учеб. пособие для студентов архитектурно-строит. вузов / С.А. Лебедев. - Л.: Лениздат, 1988.
12. Городской климат и строительство / Под ред. А.М. Илиша. - М.: Высшая школа, 1988.