



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: «Оценка термического режима воздуха и почвы
для строительной отрасли»

Исполнитель Демидов Алексей Сергеевич
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат географических наук, доцент
(учебная степень, ученое звание)

Абанинков Виктор Николаевич
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой


(подпись)

Кандидат физико-математических наук, доцент
(учебная степень, ученое звание)

Сероухова Ольга Станиславовна
(фамилия, имя, отчество)

«14» 06 2022 г.

Санкт-Петербург
2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Актуальность гидрометеорологического обеспечения строительной отрасли.....	5
1.1 Основные метеорологические факторы, влияющие на строительную отрасль.....	5
1.2 Виды метеорологических нагрузок на строительные объекты.....	11
2. Климатический режим метеорологических факторов, влияющих на строительную отрасль в г. Барнаул.....	17
2.1 Температурный режим воздуха и почвы.....	17
2.2 Ветровой режим.....	26
3. Расчет специализированных климатических показателей для строительной отрасли.....	29
3.1 Роль солнечной радиации в формировании теплового режима зданий.....	29
3.2 Оценка температурного и температурно-ветрового режима..	36
Заключение.....	44
Список литературы.....	46
Приложения.....	48

Введение

Строительная отрасль помимо различных факторов зависит от климатического режима. Хотя климатические факторы и не являются основными и определяющими факторами в данной отрасли, их влияние все же не стоит недооценивать, т.к. без учета климатических условий строительство будет вестись не экономично и нерационально. Климат значительно влияет на долговечность строений, режим их эксплуатации. Многие составляющие элементы, учитываемые при строительстве зданий, такие как уклон крыш, толщина и материал стен, площадь окон выбираются в соответствии с климатическими условиями данного региона, также от них зависит планировка отопления, вентиляции воздуха и т.п. Главным источником информации о роли климата в строительной отрасли являются строительные нормы и правила (СНиП) и климатические справочники. В СНиП входят определенные положения, технические указания, которые принято называть нормами. Помимо этого, они включают в себя различные климатические показатели, носящие также название— климатические нормативы. Несмотря на объемы важной и актуальной информации в СНиП, одних климатических данных для решения прикладных задач недостаточно, и необходимо на основании этих данных осуществлять расчет специализированных показателей и проводить более детальный анализ имеющихся данных:

При определении долговечности конструкций используют сведения о переходах температуры через 0°C , осадках, годовом режиме температуры воздуха в районе строительства.

Если стоит задача, заключающаяся в создании проекта, заключающегося в генеральном плане какого-либо населенного пункта, важно знать и учитывать ветровые характеристики за холодный и теплый периоды года [6].

Применение количественных климатических показателей для оценки влияния климатического режима на строения как обязательные нормы, учитываемые при проектировании, началось сравнительно недавно.

Актуальность данной темы также сильно связана с тем, что климат является предпосылкой для решения рационального использования природных ресурсов и приспособленности застройки к климатическим особенностям местности.

Целью работы является оценка влияния термического режима воздуха, почвы и ветрового влияния на строительную отрасль в г. Барнаул.

Для достижения цели, необходимо решить следующие задачи:

1. Определить актуальность гидрометеорологического обеспечения строительной отрасли;
2. Описать климатический режим исследуемых метеорологических факторов, влияющих на строительную отрасль в г. Барнаул;
3. Провести анализ специализированных термических характеристик и метеорологических нагрузок на здания, а также дать оценку комплексного температурно-ветрового воздействия на здания и человека во внешней среде

Объект исследования — г. Барнаул.

Предмет исследования— строительная метеорология и климатология.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы.

1. АКТУАЛЬНОСТЬ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

1.1 Основные метеорологические факторы, влияющие на строительную отрасль

Различные метеорологические характеристики во многом определяют климатические условия, то есть режим погоды, характерный для данной местности, как при строительстве, так и при эксплуатации жилых строений и прочих объектов. Климат, если считать его обособленным фактором, оказывает приличное влияние как на прочность построек, так и на эксплуатацию конструкций. Различные составляющие жилых зданий во многом определяются физико-географическими и метеорологическими условиями [1]. В данном параграфе рассматривается то, какое влияние оказывают факторы, связанные с погодой и климатом на долговечность различных зданий и других строительных объектов.

Солнечная радиация. Учитывать влияние солнечной радиации при строительстве зданий необходимо для оценки нагревания внутренних помещений и стен, оценки комфортных условий для людей, определяемые из требуемой освещенности помещений, а также количества потребной для организма человека ультрафиолетовой радиации. Информация о том, сколько солнечной радиации приходит на вертикальные поверхности различной ориентации дает возможность более точного учета ее влияния на ограждающие конструкции и на микроклимат помещений в различных географических районах.

Количество суммарной радиации, которая поступает на вертикальную поверхность за единицу времени определяется следующим образом:

$$Q_{\text{в}} = S_{\text{в}} + \frac{D_{\text{г}}}{2} + \frac{R_{\text{г}}}{2}, \quad (1.1)$$

где S_B — прямая солнечная радиация, приходящая к вертикальной поверхности, D_r и R_r —рассеянная и отраженная радиация соответственно, поступающие на горизонтальную поверхность.

Прямая солнечная радиация, приходящая к вертикальной поверхности, рассчитывается по следующей формуле:

$$S_B = S \cos h_0 \cos(A_0 - A), \quad (1.2)$$

где, S — прямая солнечная радиация на перпендикулярную к лучам солнца площадку, h_0 — высота солнца, A_0 — азимут солнца (считается положительным при отсчете от точки юга в направлении движения часовой стрелки), A — азимут нормали к стене.

Отраженная к стене от земной поверхности радиация определяется следующим образом:

$$R_r = \frac{Q_r A_k}{200}, \quad (1.3)$$

где Q_r — суммарная радиация, приходящая на горизонтальную поверхность, A_k — альбедо участков, примыкающих к зданию.

Суммарная радиация, которая поступает на вертикальную поверхность определяется как коэффициент, рассчитываемый по формуле:

$$K_Q = \frac{Q_B}{Q_r} \quad (1.4)$$

где Q_B — количество суммарной радиации, которая поступает на вертикальную поверхность за единицу времени, Q_r — суммарная радиация, приходящая на горизонтальную поверхность

Данный коэффициент почти не изменяется с широтой места и от месяца к месяцу. Его средняя ошибка— 2—3%. В зимние месяцы определить K_Q для

стен южной и юго-восточной ориентации с достаточной точностью невозможно и в данных случаях суммарную радиацию целесообразно определять по составляющим.

Отраженную радиацию, направленную к стене, можно определить следующим соотношением:

$$R_{\text{в}} = \frac{R_{\text{г}}}{2} \quad (1.5)$$

Где $R_{\text{г}}$ — отраженная радиация, поступающая на горизонтальную поверхность.

Ее можно учитывать в виде поправки процентах суммарной радиации. Эта величина закономерно меняется с широтой.

Количество приходящей радиации в январе возрастает с севера на юг в соответствии с увеличением широты места и с общим уменьшением облачности при продвижении к южным широтам. Отклонение от широтного распределения радиации отмечается в муссонных областях, в прибрежных районах южных морей и в предгорных районах. Наибольшее количество солнечной радиации на всех широтах получают южные стены как по сравнению со стенами другой ориентации, так и с горизонтальной поверхностью. В восточных районах Европейской территории приход радиации больше, чем в западных, что обусловлено как меньшей облачностью, так и большей величиной отраженной радиации за счет более высоких значений альбедо снежного покрова.

Так же важно учитывать временно-пространственное распределение прихода солнечной радиации. Известно, что в январе значения приходящей радиации увеличивается с севера на юг соответственно с увеличением широты места и с общим понижением облачности при перемещении к южным широтам.

В областях муссонов Дальнего Востока, в прибрежных районах южных морей и в предгорных районах наблюдается отклонение от широтного распределения радиации.

По сравнению как со стенами другой ориентации, так и с горизонтальной поверхностью, южные стены получают наибольшее количество солнечной радиации.

В восточных районах Европейской территории приход радиации больше, чем в западных, что обусловлено как меньшей облачностью, так и большей величиной отраженной радиации за счет более высоких значений альбедо снежного покрова.

Количество радиации, поглощенной стеной определяется по формуле:

$$B_v = Q_v(1 - A_c), \quad (1.6)$$

Где Q_v — количество суммарной радиации, которая поступает на вертикальную поверхность за единицу времени, A_c — альбедо стены, то есть то количество коротковолновой солнечной радиации, отраженной стеной и выраженное в % общей величины солнечной радиации, достигающей стены.

Чтобы получить количественную оценку температурной поправки за счет лучистой энергии солнца может использоваться следующая зависимость между величиной поглощенной стеной радиации и величиной самой поправки, которая рассчитывается по формуле:

$$\Delta t_c = 0,04B_v - 0,8 \quad (1.7)$$

Где B_v — количество радиации, поглощенной стеной.

В таблице 1.1 (см. приложения) приведены рассчитанные значения поправки при различных значениях B_v [3].

Температура воздуха. Режим температуры является наиболее важным фактором влияния на жилище. От него зависит выбор типа здания, определение сопротивления конструкций, в зависимости от температурного режима также планируется система отопления и вентиляции. Изменение температуры оказывает существенное влияние и на состояние ограждающих конструкций строений, так при стремительной смене температур разрушение происходит интенсивнее, а особенно при перепадах температуры с переходами через 0 °С. Поэтому, когда проектируются жилища, важно учитывать не только периодические амплитуды колебаний температуры воздуха, но и перепады температур при оттепелях— их частоту, интенсивность и продолжительность.

В зависимости от того, как быстро охлаждаются здания, при теплотехнических расчетах выбираются температуры наружного воздуха, которые используются для оценки теплоотдачи зданий (расчетные температуры).

К расчетным температурам холодного периода года относятся: средняя температура отопительного периода, средняя температура самой холодной пятидневки, трехдневки, одних суток, зимняя вентиляционная температура.

Средняя температура отопительного периода и его продолжительность применяются на практике при расчете системы отопления и для определения норм топлива. За продолжительность отопительного периода принято число дней со средней суточной температурой ниже 8°С. За данный период средняя температура воздуха является температурой отопительного периода.

Если конструкция массивная, используется средняя температура самых холодных пятидневок, если средняя конструкция— трехдневок, если легкая— средняя температура самых холодных суток. Для длиннорядных станций расчетные температуры определяются как средние температуры из 16% самых низких значений, представленных в рядах наиболее холодных пятидневок, трехдневок и суток не менее чем за 50 лет. В случаях, когда станции короткорядные, принято пользоваться зависимостью между расчетными

температурами и средней температурой воздуха самого холодного месяца. Ниже приведены формулы расчетной температуры для наиболее холодной пятидневки и самых холодных суток соответственно.

$$t_5 = 1,25t_x - T \quad (1.8)$$

$$t_1 = 1,31t_x - T_1, \quad (1.9)$$

где t_x — температура самого холодного месяца, T и T_1 — эмпирические константы, определяемые из района расположения приведены в таблице 1.2 (см. приложения).

При проектировании вентиляции используется вентиляционная температура, которая представляет собой среднюю температуру воздуха за самый холодный период, составляющий 15% от общей продолжительности отопительного периода. Уравнение для расчета выглядит следующим образом:

$$t_b = 1,125t_x - T_2 \quad (1.10)$$

где t_x —температура самого холодного месяца, T_2 — постоянная величина, зависящая от района, значения которой приведены в таблице 1.3 (см. приложения) [2].

Температура почвы. Поскольку долговечность здания во многом зависит от долговечности его несущих конструкций, фундамента, необходимо знать: состав грунта, уровень залегания грунтовых вод, теплофизические свойства почвы и грунтов, глубину промерзания почвы, характер постройки.

Состав грунтов и их влагосодержание позволяют определить теплопроводность почвы. Чем её значение выше, тем больше глубина промерзания. Наибольшая теплопроводность фиксируется в горных породах, в следствие чего они промерзают глубже и быстрее. Дорожные покрытия

промерзают сильнее, чем те участки почвы, которые располагаются под растительностью или взрыхленные. С увеличением влажности теплопроводность почвы увеличивается. Глубина промерзания почвы важна как при закладке фундаментов, так и при проектировании подземных сооружений. При температуре почвы, близкой к 0°C, резко меняются ее механические свойства и при промерзании происходит вспучивание грунтов. Глубина промерзания почвы зависит от многих факторов, включающих в себя географическую широту, высоту над уровнем моря, наличие растительного и снежного покрова, влажность почвы, ее состав, а также свойства. Так как на метеорологической сети станций, проводящиеся систематические наблюдения за температурой почвы над участками поверхности, оголенными от снежного покрова, не проводятся, была выведена зависимость глубины сезонного промерзания почвы и абсолютным значением суммы средних месячных отрицательных значений температуры за холодный период года:

$$h_n = c\sqrt{\sum|t| + 2} \quad (1.11)$$

где c — коэффициент, который зависит от состава почвы, $\sum|t|$ — абсолютное значение суммы отрицательных температур.

Для глинистых и суглинистых почв коэффициент c равен 23, для супесчаных почв — 28, а для песков, имеющих среднюю и крупную структуру, он равен тридцати. В случаях, когда рассматриваются районы с глубиной промерзания менее или равна 2,5 м, ее принято рассчитывать по формуле 1.11, но без второго слагаемого под корнем [7].

1.2 Виды метеорологических нагрузок на строительные объекты

Нагрузки отрицательно влияют на постройки. При их воздействиях строения быстрее стареют, что приводит, в дальнейшем, и к разрушению.

Если не учитывать нагрузки при проектировании, то с одной стороны это

приведет к удорожанию конструкций, а с другой— к их разрушению. Всё это создает излишние затраты на восстановление того, что было разрушено. Основными метеорологическими нагрузками считаются: ветровая, снеговая, гололедная, ветровая при гололеде и гололедно-ветровая [4].

В проведении тех или иных действий, позволяющих уменьшить влияние метеорологических нагрузок заключается использование нагрузочно-климатических ресурсов. Например, придать сооружениям форму или так расположить, чтобы влияние нагрузки было как можно меньше: в местах, где сильные ветровые нагрузки расположить сооружение так, чтобы максимально уменьшить сопротивление ветру; при строительстве города так спланировать кварталы, при которой наименьшей будет скорость ветра в застройке; там, где большое значение придают снеговые нагрузки, сделать покатые крыши.

Ветровая нагрузка. Данная нагрузка представляет собой сумму средней статической и пульсационной составляющих. Первая учитывается, когда проектируются здания высотой свыше 40 м. Статическая ветровая нагрузка, нормальная к поверхности строения рассчитывается следующим образом:

$$Q_m = k(z_e)C_x q \quad (1.12)$$

где k — коэффициент, который учитывает изменение ветрового давления для соответствующей высоты z_e , значения коэффициента представлены в таблице 1.4 (см. приложения), C_x — аэродинамический коэффициент, т.е. коэффициент лобового сопротивления сооружения; q — скоростной напор ветра (давление ветра на единицу поверхности в кг/м^2).

Пульсационная составляющая обуславливается порывистостью ветра. Хотя она кратковременна, но значение её часто выше, чем у статической составляющей. Зависит от динамических свойств строений.

Нормативное значение ветрового давления определяется по формуле:

$$q = \frac{V^2}{16} \quad (1.13)$$

где V — скорость ветра десятиминутного осреднения на высоте 10 м над поверхностью земли.

Подводя итог, нормативную скорость ветра V можно считать основным климатическим параметром ветровой нагрузки [5]. Давление ветра также, в зависимости от региона, можно определить, согласно карты ветровых нагрузок (рисунок 1.1) [6].

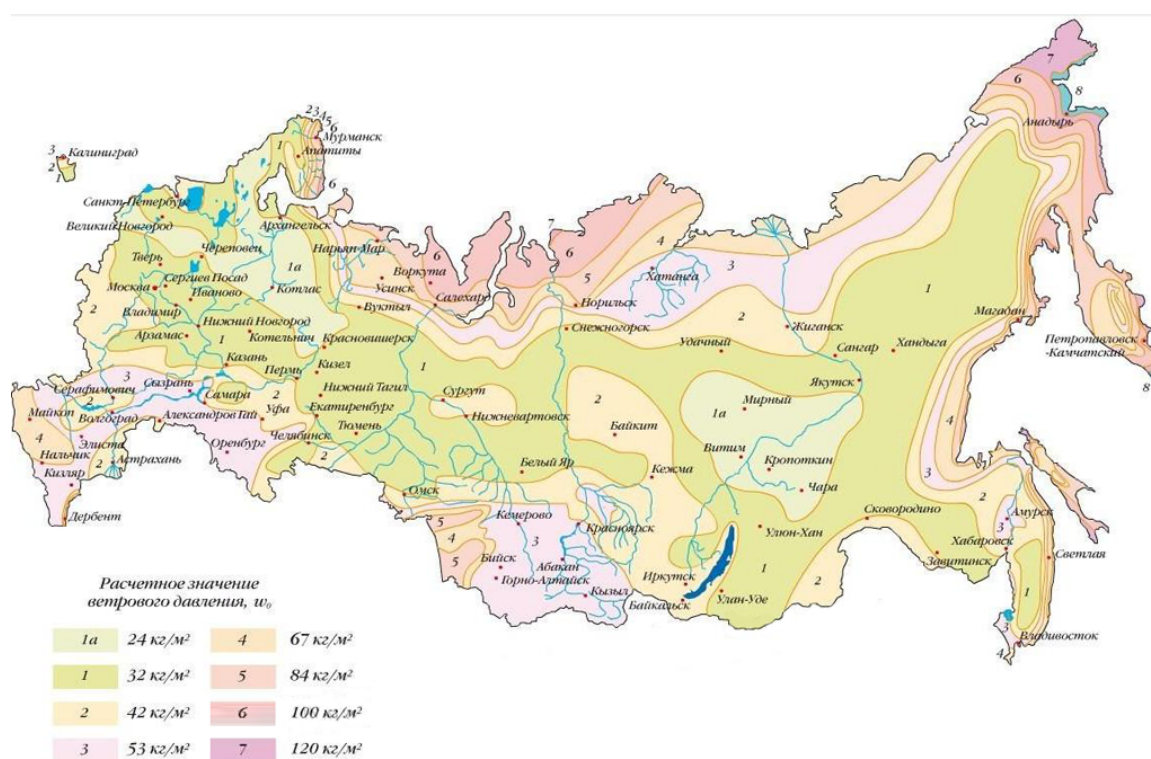


Рисунок 1.1— Карта ветровых нагрузок России

Снеговая нагрузка. Причиной возникновения данной метеорологической нагрузки является давление снежного покрова на покрытие сооружений и рассчитывается величина нормативной нагрузки— как масса снежного покрова на единицу площади покрытия (формула 1.14) [4] или по формуле 1.15

$$P_H = CP_0 \text{ кг/м}^2 \quad (1.14)$$

$$S_0 = \mu c_e c_t S_g \quad (1.15)$$

где μ — коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, c_e — коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов, c_t — термический коэффициент, S_g — нормативное значение веса снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли.

В приведенной выше формуле запас воды в снежном покрове S_g является климатическим параметром. Он выражен в миллиметрах водяного столба и является эквивалентным массе снежного покрова, которая выражается в Па.

Для того, чтобы рассчитать вероятностные значения нагрузки за исходные данные принимаются сезонные максимумы запаса воды в снеге, которые определяются при помощи данных со снегомерных съемок о запасах воды на маршрутах, которые защищены от выдувания, такие как лес и лесные поляны [5].

Для определения величины снеговой нагрузки различной обеспеченности, т.е. периода повторения либо сезонные максимумы запаса воды в снежном покрове аппроксимируются основными законами распределения (Гумбеля, Дженкинсона), либо используется метод Чегодаева-Алексеева, описанный далее.

Для того, чтобы построить кривые обеспеченности по данному методу сезонные максимумы запаса воды в снежном покрове располагаются в ряд в порядке убывания и все его члены нумеруются от 1 до n . Таким образом первый член ряда— это наибольшее значение запаса воды в снеге за весь период наблюдений, а последний член ряда, соответственно— наименьшее значение. Обеспеченность членов ряда рассчитывается по формуле:

$$P_m = \frac{m-0,3}{n+0,4} 100\% \quad (1.16)$$

где m — порядковый номер члена ряда, n — общее число членов ряда (число сезонов).

По полученным с помощью формулы 1.16 обеспеченностей и соответствующим им запасам воды в снежном покрове на клетчатке (вероятностной бумаге) строятся интегральные обеспеченности. Для эмпирических рядов, у которых коэффициент асимметрии $C_s < 1$ используется клетчатка с умеренной асимметричностью, а для рядов с $C_s \geq 1$ — со значительной асимметричностью. После построения кривой, с нее снимаются значения запаса воды в снеге с заданным уровнем обеспеченности. Переход от обеспеченности к периоду повторения снеговой нагрузки вычисляется по формуле:

$$T = \frac{1}{P} \quad (1.17)$$

где T — период повторения, P — обеспеченность.

Величину снеговой нагрузки очень редкой повторяемости методом Чегодаева-Алексеева невозможно, т.к. экстраполяция кривой в область редкой повторяемости носит очень субъективный характер.

На рисунке 1.2 представлена карта, позволяющая определить номер района расположения здания и соответствующую нормативную величину снеговой нагрузки [6].



Рисунок 1.2— Нормативная нагрузка снега (P_n)

2. КЛИМАТИЧЕСКИЙ РЕЖИМ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА СТРОИТЕЛЬНУЮ ОТРАСЛЬ В Г.БАРНАУЛ

2.1. Температурный режим воздуха и почвы

Температуры воздуха и почвы являются важным метеорологическим показателем для строительной отрасли. Эти значения используются для проектирования и строительства населенных пунктов, промышленных объектов и т.д. В таблице 2.1 (см. приложения) приведены климатические данные температуры воздуха на метеорологической станции «Барнаул» за период наблюдений длиной 138 лет (1881—2019 гг.) [10].

По средним значениям температуры воздуха за данный период был построен график изменения величины в течении года (годовой ход), представленный на рисунке 2.1.

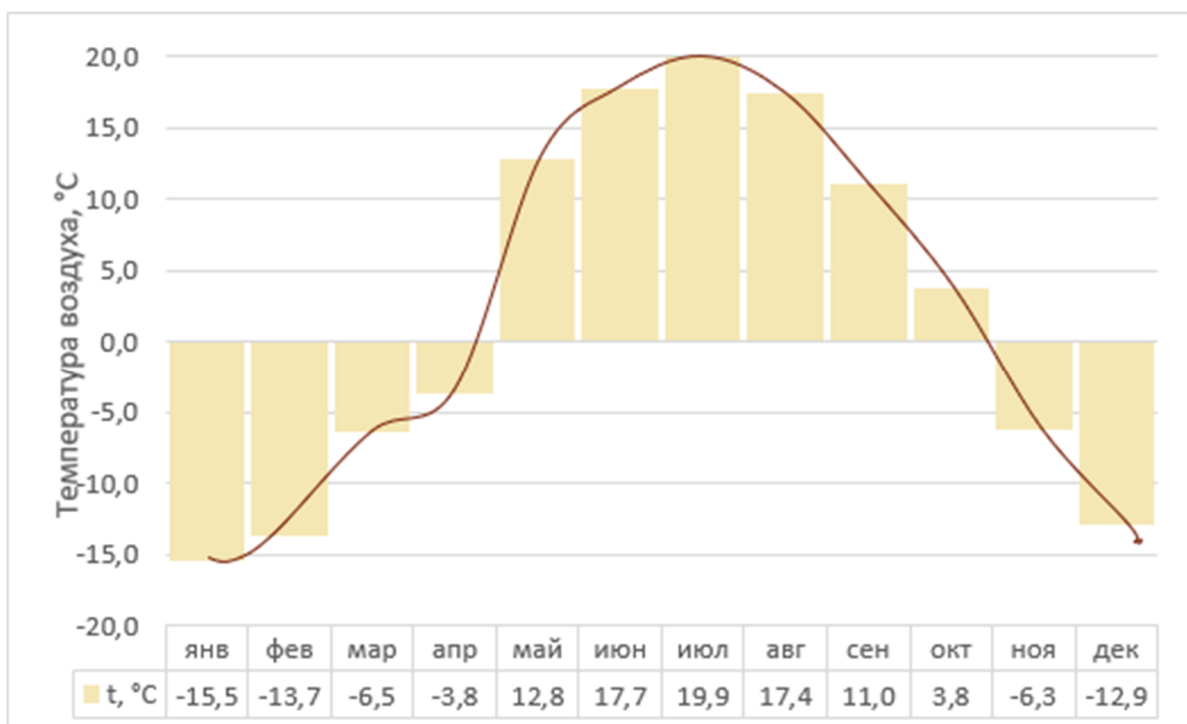


Рисунок 2.1— Годовой ход температуры воздуха по средним многолетним значениям на метеостанции «Барнаул»

По данному годовому ходу температуры воздуха определяется, что период наступления максимального значения температуры воздуха за данный промежуток времени в основном приходился на июль, а минимального— на январь. На графике, замечен интенсивный рост исследуемой характеристики, который продолжается с марта по июнь, а за ним, с августа по декабрь, наоборот, резкий спад величины. Амплитуда температуры воздуха на представленном годовом ходе равна 35,4 °С.

Далее проанализирован термический режим воздуха в Барнауле по сезонам.

Зима является в данном регионе наиболее продолжительным сезоном. Момент ее наступления связан с переходом средних суточных температур воздуха через 0 °С в конце октября. Устойчивый снежный покров залегает в начале ноября, с этим связан переход средних суточных температур воздуха к значениям ниже -5 °С. Средняя зимняя температура воздуха была определена для Барнаула как -13 °С. Характерна существенная изменчивость зимней средней температуры вследствие изменчивости континентального климата юга Западной Сибири. Как пример, в 1968—1969 гг. она опустилась до -20 °С, т.к. произошло вторжение арктической воздушной массы с акватории Баренцева моря и севера европейской территории России.

Весна наступает с переходом средних суточных температур воздуха к значениям выше -5 °С в среднем к концу марта. В это же время начинает разрушаться устойчивый снежный покров. Срок наступления весны не постоянен, о чем свидетельствуют многолетние данные. Например, в 1944 году весна наступила раньше срока почти на месяц, а в 1964— почти на месяц позже. Моментом окончания весны в исследуемом пункте прямо считать конец мая, когда средние суточные температуры воздуха превышают 15 °С.

Приблизительно в этот же момент наступает климатическое лето. Его продолжительность определяет преимущественно циркуляция воздушных масс в атмосфере. Так наступление климатического лета может запоздать и до середины июня, а продолжительность увеличиться до трех с половиной

месяцев. На основании климатических данных было зафиксировано наиболее непродолжительное лето— 78 дней в 1938 году и наиболее длинное— 147 дней в 1935 году. Также выявлена закономерность, что чем меньше длится климатическое лето, тем оно холоднее, а чем оно длиннее, тем теплее. Завершается лето при понижении средней суточной температуры до 10 °С примерно к середине—концу сентября.

Климатическая осень наступает часто не раньше конца августа и не позднее начала октября. Связано ее наступление с переходом средних суточных температур воздуха до 10 °С. Количество лучистой энергии Солнца понижается в данное время года, принимая в октябре уже отрицательные значения. В это же время меняется тип атмосферной циркуляции. Эти процессы оказывают влияние на среднюю месячную температуру и продолжительность времени года. На территории Барнаула средняя продолжительность климатической осени составляет 69 дней. Переход средней суточной температуры через значение -5 °С (обычно в начале ноября) означает завершение климатической осени.[9]

Далее в данном параграфе проводится анализ исследуемого в работе периода (2008—2012 гг.) на основании данных среднемесячных значений температуры воздуха на метеорологической станции «Барнаул», со справочно-информационного портала «Погода и климат»[10], а также сравнение современного климатического режима температуры воздуха в данном пункте с данными из справочника по климату СССР[11]. На рисунке 2.2 представлен годовой ход температуры воздуха по средним месячным значениям с 2008 по 2012 годы.

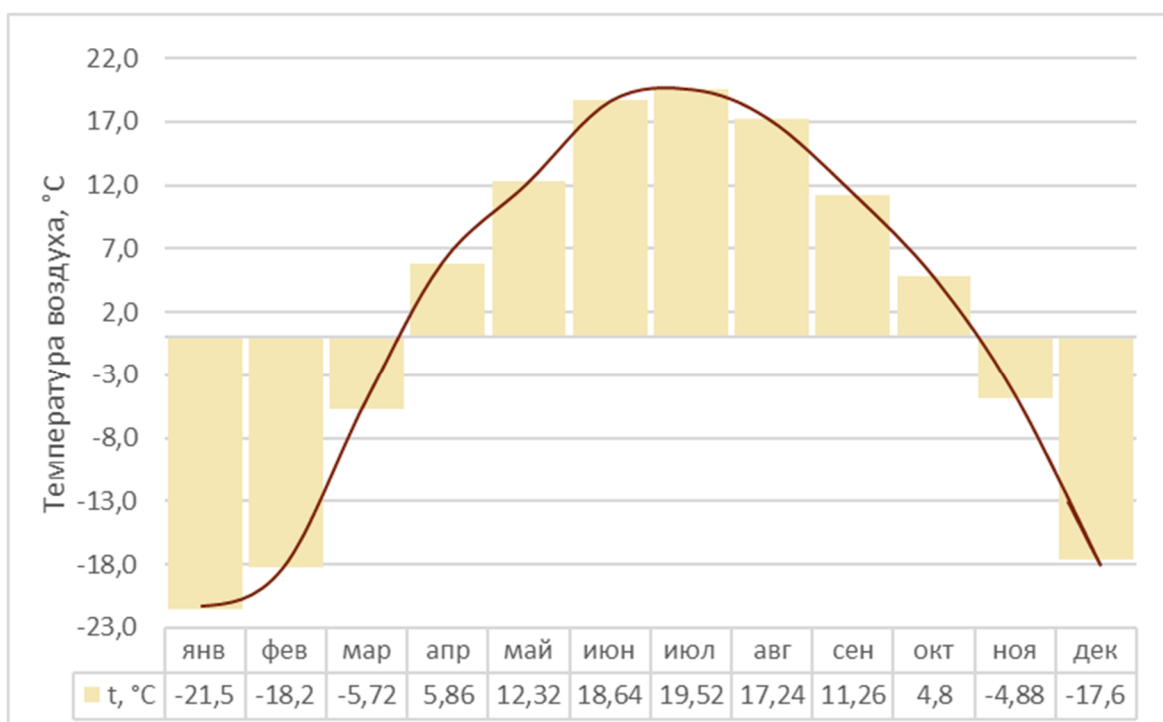


Рисунок 2.2— Годовой ход температуры воздуха по средним месячным значениям с 2008 по 2012 годы на метеостанции «Барнаул»

Проведя сравнительный анализ данного графика и графика на рисунке 2.1, можно сделать выводы, что ход температуры в целом не меняется, минимальные значения температуры во втором случае достигают больших значений, чем в первом, кривая годового хода температуры во втором случае более плавная. Периодом наступления максимального значения в данную пятилетку являлся июль, так же как это было в случае с графиком за 138 лет, а минимального— также, январь. Амплитуда температуры воздуха по представленному годовому ходу равна 41 °C.

На рисунке 2.3 представлен годовое ход температуры воздуха, построенный по средним месячным значениям, вычисленным по имеющемуся на станции ряду наблюдений в пределах периода с 1881 по 1980 годы.

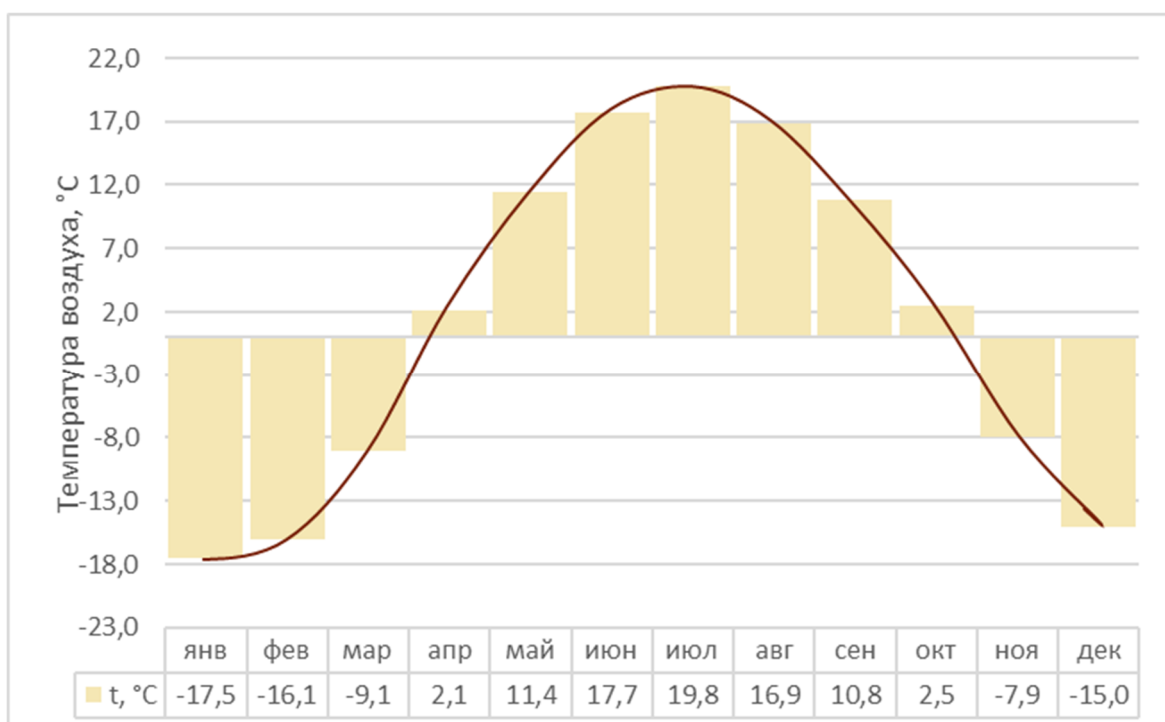


Рисунок 2.3— Годовой ход температуры воздуха по средним месячным значениям с 1881 по 1980 годы на метеостанции «Барнаул»

Период наступления максимального значения на данном графике— июль, минимального— январь. Амплитуда температур равняется 37,3 °C. Сравнив представленные годовые ходы, периоды наступления экстремумов и значения амплитуд делается вывод о том, что в данном пункте за многолетний период в целом ход температуры воздуха меняется незначительно. Значения величины в холодный период года в последнее время стали в целом ниже на несколько градусов Цельсия. Периоды наступления максимальных и минимальных значений по осредненным данным не изменились, годовая амплитуда по расчетам, проведенным на основании данных графиков, результаты которых представлены ранее практически не изменилась.

Для более полного анализа климатического режима температуры воздуха в г. Барнаул за исследуемый период, в процессе выполнения работы были построены графики годового хода и с их помощью определены периоды наступления максимальных и минимальных значений, а также рассчитаны годовые амплитуды для каждого года с 2008 по 2012 гг.

Пример графика за 2010 г. представлен на рисунке 2.4, а полученные по данным графикам результаты периодов наступления экстремумов и рассчитанных амплитуд за каждый год рассматриваемой пятилетки представлены в таблице 2.2 (см. приложения).

По данным, представленным в таблице 2.2 видно, что в большинстве случаев период наступления максимального значения температуры воздуха приходится на середину лета, а минимального— на середину зимы, что является нормой, ведь наибольшее количество тепла подстилающая поверхность, нагревающая в свою очередь нижние слои атмосферы, получает именно в летний и зимний дни солнцестояния, приходящиеся на июль и декабрь соответственно. В некоторых случаях такой период наступает в предыдущем или следующем месяце, что может быть связано с тем, что атмосфера прогревалась быстрее или медленнее в данном году вследствие воздействия внешних факторов. Годовые амплитуды отличаются не сильно.

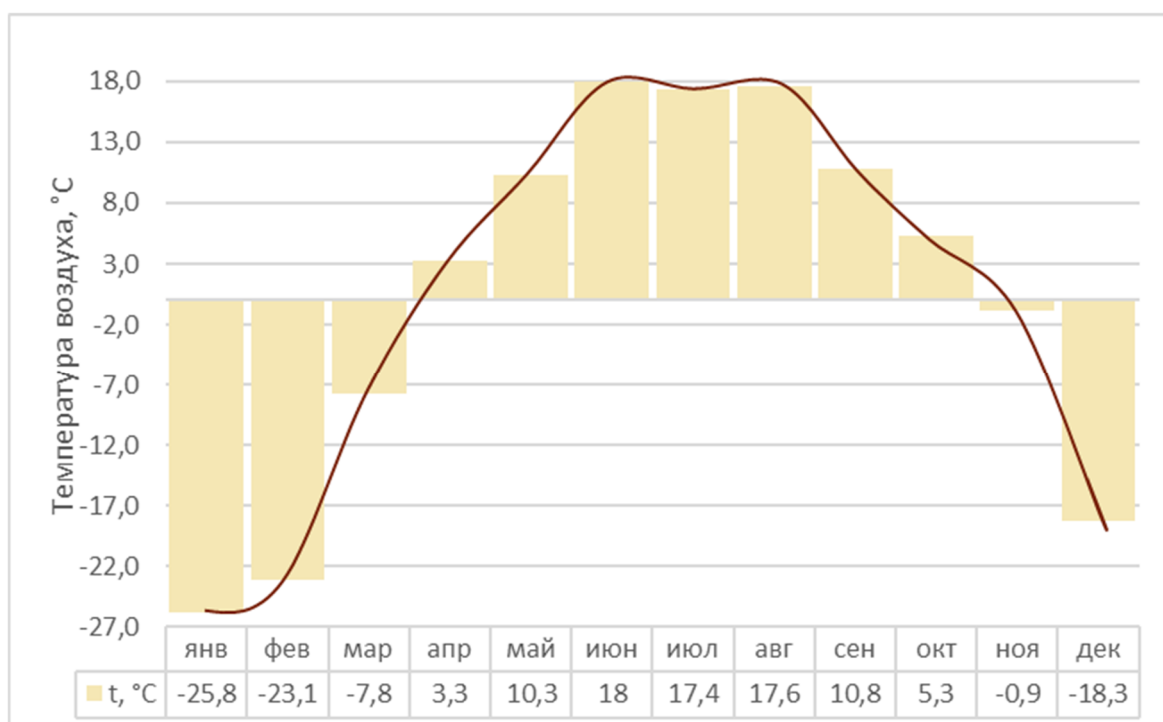


Рисунок 2.4— Годовой ход температуры воздуха по среднемесячным значениям за 2010 г. на метеостанции «Барнаул»

На всей территории Алтайского края, в том числе и г. Барнаул фиксируется немалое разнообразие температурных режимов почвы. Оттаивание поверхностных и верхних слоев черноземных почв происходит, начиная с конца марта — начала апреля, песчаных — почти на месяц ранее. Уже в первой декаде мая, на юге края, в равнинной зоне лесостепей и степей происходит полное оттаивание почвы, в предгорьях данный процесс начинается ближе к концу мая. Самая низкая средняя температура почвы наблюдается в основном в январе и феврале. Оттаивание почвы во время зимних оттепелей не наблюдается. Температура слоев почвы у земной поверхности в теплое время года может достигать крайне высоких значений. С августа она начинает понижаться и в октябре на глубине 20 см происходит ее переход через 0° . В данной работе для оценки режима температуры почвы на глубинах были использованы среднесуточные данные температуры почвы на глубинах от 40 до 320 см. [12]. Данные были осреднены по месяцам. По среднемесячным данным построены графики распределения температуры почвы на различных глубинах в течение года (термоизоплеты), которые позволяют наглядно проследить за изменением температуры почв на любой глубине в любой момент или период времени. Пример изоплет за 2010 год представлен на рисунке 2.5.

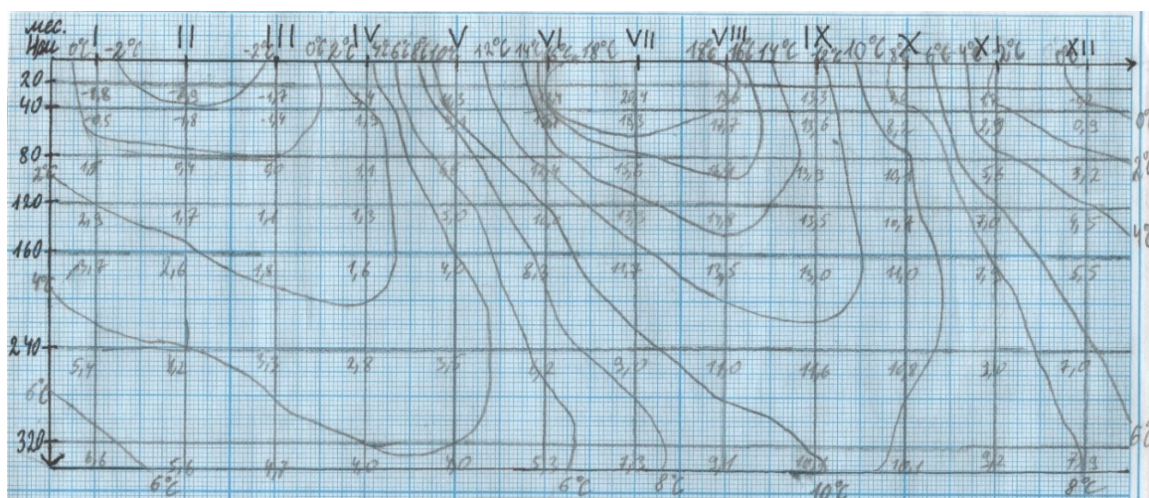


Рисунок 2.5— Термоизоплеты годового хода температуры почвы по среднемесячным данным на метеостанции «Барнаул» за 2010 г.

Температура поверхности почвы была получена расчетным методом. Используя (2.1) через значения температуры почвы на глубинах 20 и 40 см были получены значения вертикального температурного градиента для каждого месяца исследуемого периода.

$$\gamma = - \frac{t_B - t_H}{z_B - z_H} \quad (2.1)$$

где t_B и t_H — температуры вышележащего и нижележащего слоев соответственно, z_B и z_H — глубины вышележащего и нижележащего слоев соответственно [13].

Затем по (2.2), по найденным значениям вертикального температурного градиента и значениям температуры на глубине 20 см были рассчитаны значения температуры поверхности почвы.

$$t_H = t_B + \gamma(z_B - z_H) \quad (2.2)$$

Далее полученные среднемесячные значения за исследуемую пятилетку осредняются и представляются виде годового хода температуры поверхности почвы на рисунке 2.6.

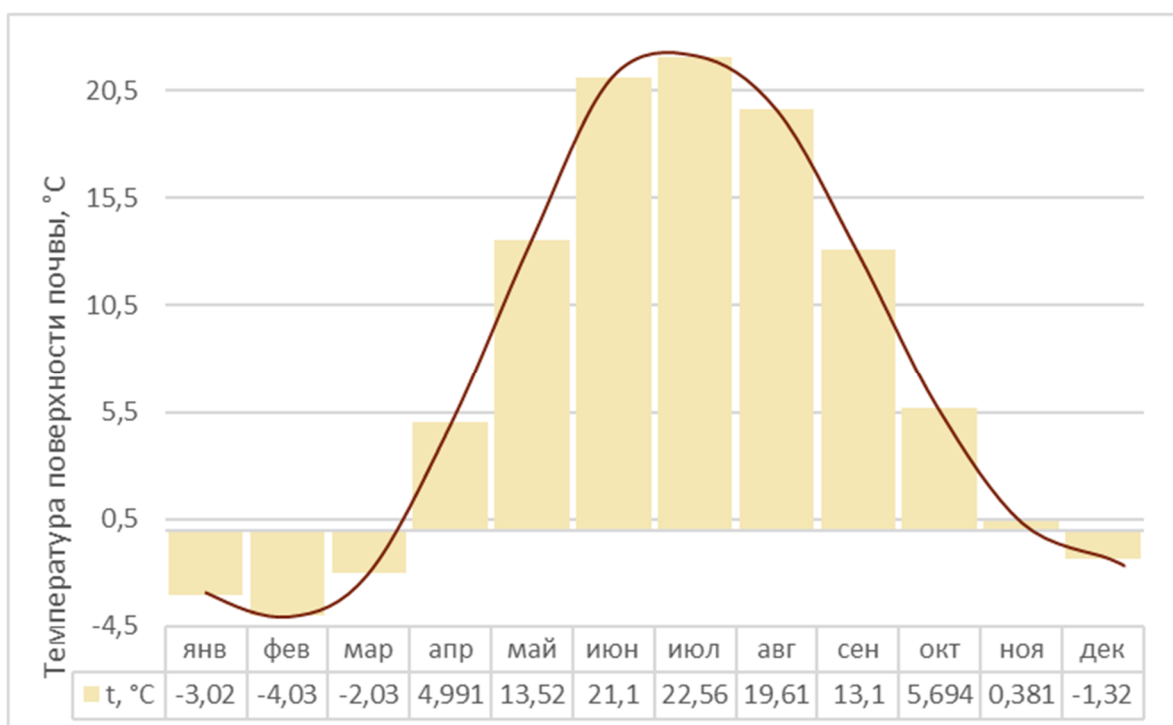


Рисунок 2.6— Годовой ход температуры поверхности почвы по средним месячным значениям с 2008 по 2012 годы на метеостанции «Барнаул»

Также график годового хода температуры поверхности почвы (рисунок 2.7) был построен по значениям из справочника по климату СССР [11]. Проведя сравнительный анализ данных графиков, можно сделать следующие выводы: в целом за многолетний период ход температуры поверхности почвы не изменился; по современным данным температуры поверхности почвы холодного периода принимают более высокие значения, а температуры теплого— наоборот, более низкие. Кривая годового хода температуры поверхности почвы по современным данным более плавная.

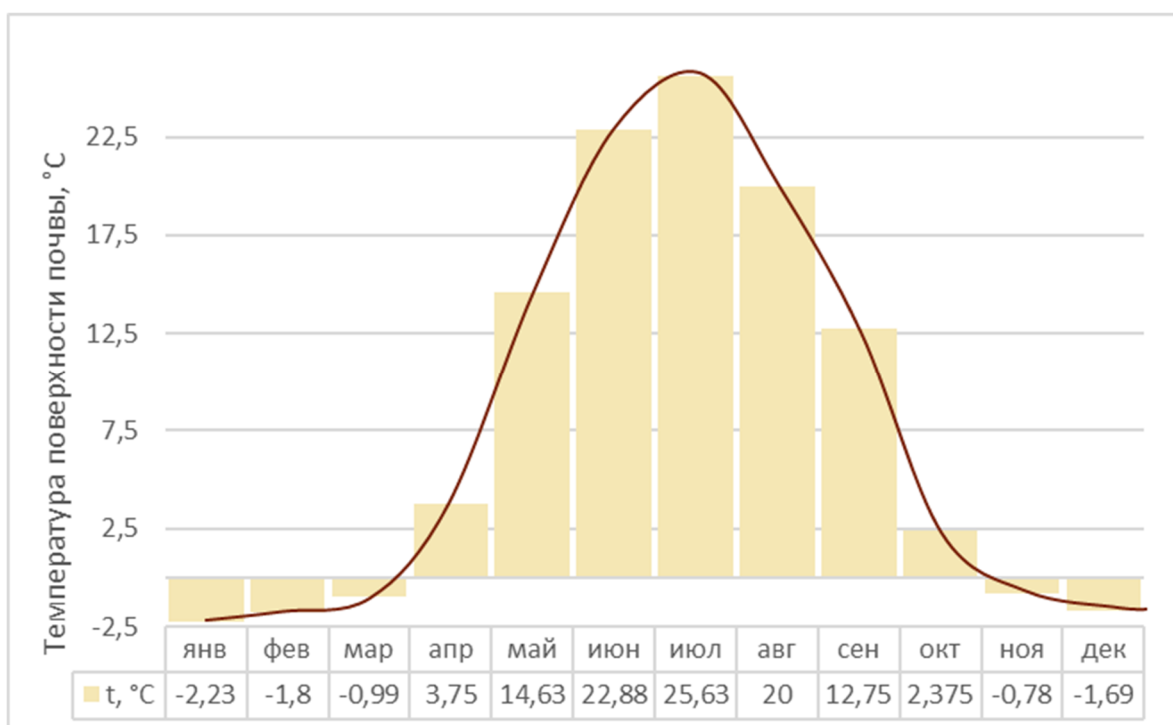


Рисунок 2.7— Годовой ход температуры поверхности почвы по средним месячным значениям с 1963 по 1980 годы на метеостанции «Барнаул»

2.2 Ветровой режим

Под ветровым режимом понимают ветровые условия, которые происходят в данном регионе. Ветровой режим обладает следующими характеристиками: скорость ветра и его направление. Для территории Алтайского края, в частности для Барнаула характерен следующий ветровой режим. Средние скорости ветра имеют наибольшие значения в зимний период и в переходные сезоны и составляют 4—6 м/с. Летом средние значения понижаются до 3—4 м/с. В теплые периоды ветры зачастую способствуют потерям влаги из почвы и носят характер суховеев. В предгорных районах в мае обычно фиксируется усиление ветра, а в августе— наоборот, ослабление, причем, к концу лета учащается повторяемость штилевой погоды. На равнинах максимальные скорости ветра наблюдаются к концу года (ноябрь— декабрь). Что касается направлений ветра, зимой на равнинах преобладают юго-западные ветры, так же, как и в переходные периоды года. В предгорьях

зимой так же фиксируются ветры юго-западного направления и южного, летом же наибольшей повторяемостью обладают как южные, так и северные направления. У Рек ветровой режим можно охарактеризовать местной циркуляцией. В горных районах на высоких водоразделах преобладают юго-западные направления ветра. Нередко в холодный период наблюдаются метели, самая наибольшая повторяемость и продолжительность метелей фиксируется в декабре.

Далее в данном параграфе анализируется ветровой режим г. Барнаул за исследуемый период (2008—2012 гг.) Данные скоростей ветра используются с интернет-ресурса: проект «Погодные сервисы» [14]. Ежедневные данные были осреднены по месяцам и по ним были построены годовые ходы скорости ветра. В качестве примера на рисунке 2.8 представлен годовой ход скорости ветра за 2010 год.

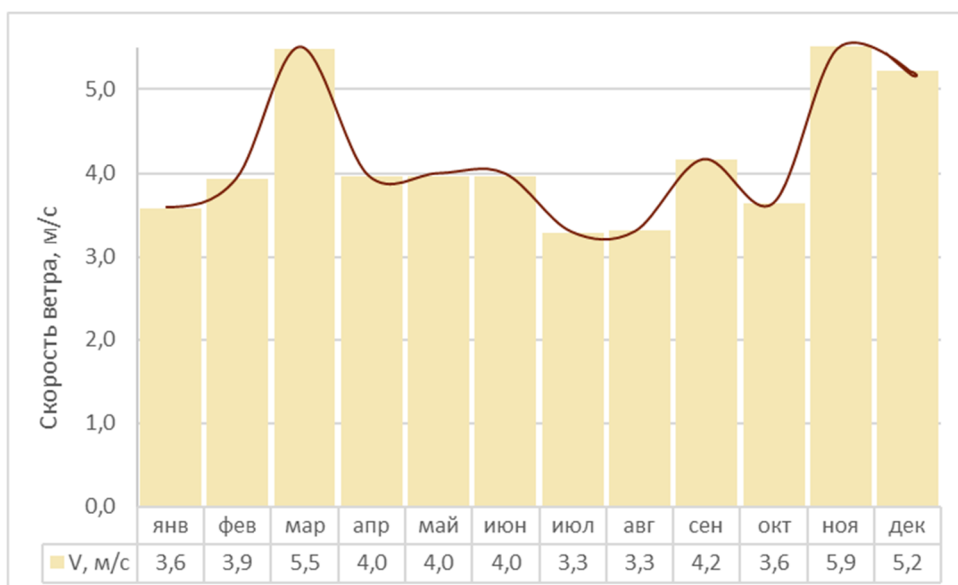


Рисунок 2.8— Годовой ход скорости ветра по среднемесячным значениям за 2010 г. на метеостанции «Барнаул»

По данному графику отчетливо определяется среднегодовая скорость ветра. За 2010 год она составляла 4 м/с, что является нормальным показателем. Максимальная скорость ветра в этом году составила почти 5,5 м/с в марте,

минимальная— в июле (почти 3,3 м/с), что так же является нормальным ходом данного параметра. В таблице 2.3 (см. приложения) приведены многолетние значения скоростей ветра осредненные за каждый месяц [10] и средние месячные скорости ветра за период с 2008 по 2012 гг.

По данной таблицы, для удобства проведения анализа строится сравнительный график годового хода скоростей ветра (рисунок 2.9).

По нему видно, что среднегодовая скорость ветра за многолетний период составляет около 2 м/с, что на 1,5 м/с меньше средних данных за 2008-2012 годы. Максимальная скорость ветра за исследуемый период наблюдалась в ноябре и составила 5 м/с, а в многолетний период— в апреле со значением 3 м/с. Минимальная скорость ветра наблюдалась в июле за многолетний период (1,6 м/с) и в январе за исследуемый (3,1 м/с).

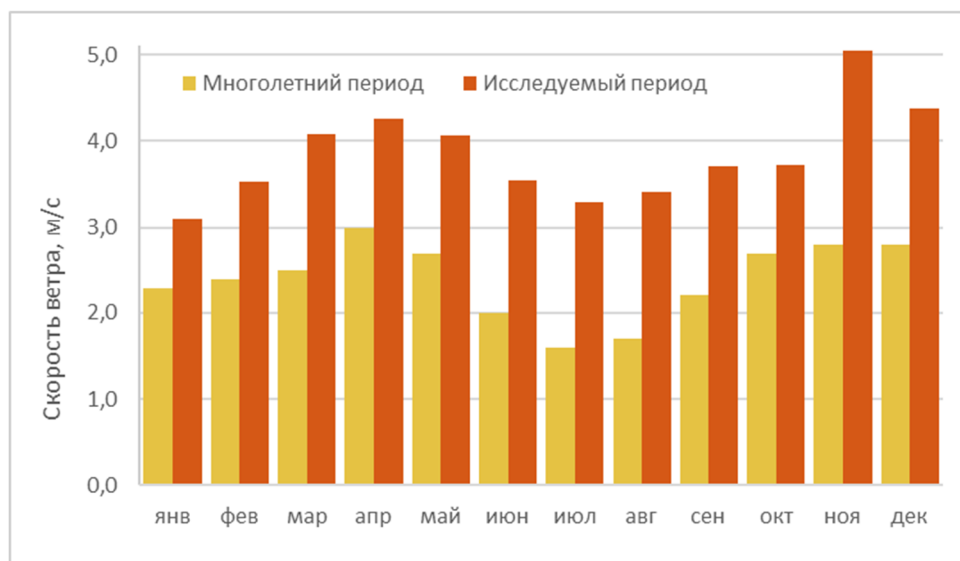


Рисунок 2.9— Сравнительный годовое ход скорости ветра многолетнего и исследуемого периодов соответственно по средним месячным данным на метеостанции «Барнаул»

3. РАСЧЕТ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

3.1 Роль солнечной радиации в формировании теплового режима зданий

Значительный приток солнечной радиации на территории Алтайского края и, в частности Барнаула обеспечивает в большей степени преобладание малооблачной погоды. В среднем, продолжительность солнечного сияния на данной территории составляет 2000—3000 часов в год [10]. Воздействие солнечной радиации на тепловой баланс строений складывается из прямой и рассеянной радиации, представляющие в совокупности суммарную радиацию, а также из отраженной от земной поверхности приходящей солнечной радиации на вертикальную поверхность стен. Помимо перечисленных величин, на тепловой баланс конструкций оказывает влияние поглощательная и отражательная способность различных тел. В данном параграфе приведен расчет и построен годовой ход той части суммарной радиации, которая поглощается при попадании на поверхность и идет в глубь почвы. Значение данной величины велико в строительной отрасли, ведь поглощенная радиация помимо того, что нагревает верхние слои почвы, еще и обеспечивает теплом растительный покров, располагающийся на земной поверхности. Для получения значений поглощенной радиации необходимо провести ряд вычислений, описанный далее. При расчете значений суммарной радиации, которая поступает на вертикальную стену используется (1.1), а для того, чтобы определить прямую радиацию, приходящую к вертикальной поверхности, используются значения коэффициента пересчета, разработанного в ГГО им. А.И.Воейкова [6]. Отраженная от земной поверхности к стене радиация рассчитывается по (1.3). После того, как была определена суммарная радиация на вертикальную поверхность, определяется поглощенная радиация по формуле (1.6).

Данные для расчетов взяты из двадцатого выпуска третьей серии справочника климата СССР по соседней станции с Барнаулом в Алтайском крае, Благовещенке при средней облачности (таблица 3.1). Для A_k использовались данные при условии, что участки, примыкающие к зданию из асфальта.

Таблица 3.1— Осредненные данные S' , D , Q , A_k за 1980 год при средней облачности

Месяц	S'	D_r	Q_r	A_k
Январь	39	79	118	0,71
Февраль	91	125	216	0,73
Март	202	208	410	0,6
Апрель	285	238	523	0,24
Май	399	268	667	0,18
Июнь	462	266	728	0,18
Июль	452	261	712	0,18
Август	322	239	571	0,19
Сентябрь	247	163	410	0,2
Октябрь	92	123	215	0,27
Ноябрь	46	77	123	0,51
Декабрь	32	60	92	0,67

После создания таблицы со всеми необходимыми значениями для расчета производится пересчет прямой радиации по значениям коэффициента пересчета при широте станции приблизительно равной 50° с.ш. Значения K_s и пересчитанные значения S_v при различных ориентациях стен для заданной широты приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2— K_s для южной, северной, восточной и западной ориентаций стен при широте 50° с.ш.

Месяцы	K_s (юг)	K_s (север)	K_s (восток)	K_s (запад)	S_b (юг)	S_b (север)	S_b (восток)	S_b (запад)
январь	3,50		0,68	0,75	136,5		26,52	29,25
февраль	2,22		0,65	0,6	202,02		59,15	54,6
март	1,30		0,61	0,61	262,6		123,22	123,22
апрель	0,73	0,02	0,53	0,47	208,05	5,7	151,05	133,95
май	0,44	0,06	0,48	0,42	175,56	23,94	191,52	167,58
июнь	0,34	0,10	0,46	0,40	157,08	46,2	212,52	184,8
июль	0,34	0,08	0,47	0,43	153,68	36,16	212,44	194,36
август	0,60	0,03	0,49	0,44	193,2	9,66	157,78	141,68
сентябрь	1,00		0,56	0,50	247		138,32	123,5
октябрь	1,75		0,62	0,58	161		57,04	53,36
ноябрь	2,90		0,66	0,66	133,4		30,36	30,36
декабрь	4,10		0,86	0,86	131,2		27,52	27,52

Теперь рассчитываются значения той радиации, которая отражается от земной поверхности к стене и количество суммарной радиации, которая поступает на вертикальную поверхность за единицу времени для стен южной, северной, восточной и западной ориентаций. при расчетах отраженной от земли к стене радиации при расчетах альбеда тех участков, которые являются примыкающими к зданию в те месяцы, когда на альбеда влияет снежный

покров (декабрь, январь и февраль) необходимо внести соответствующую поправку. Разница при учете используемого в расчетах материала составит 15%.

Результаты выполненных расчетов приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3— значения R_{Γ} и $Q_{\text{в}}$ для стен различной ориентации

Месяцы	R_{Γ}	$Q_{\text{в}}$ (юг)	$Q_{\text{в}}$ (север)	$Q_{\text{в}}$ (восток)	$Q_{\text{в}}$ (запад)
январь	0,3	176		66	69
февраль	0,6	265		122	117
март	1,2	367		228	228
апрель	0,6	327	125	270	253
май	0,6	310	158	326	302
июнь	0,7	290	180	346	318
июль	0,6	285	167	343	325
август	0,5	313	129	278	261
сентябрь	0,4	329		220	205
октябрь	0,3	223		119	115
ноябрь	0,3	172		69	69
декабрь	0,2	161		58	58

Теперь можно рассчитать искомую величину поглощенной радиации. За альбедо стены принимается альбедо гладкого белого кирпича (70%).

Рассчитанные значения поглощенной радиации приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4— значения B_v для стен различной ориентации

Месяцы	B_v (юг)	B_v (север)	B_v (восток)	B_v (запад)
январь	53		20	21
февраль	79		37	35
март	110		68	68
апрель	98	38	81	76
май	93	47	98	91
июнь	87	54	104	95
июль	85	50	103	98
август	94	39	83	78
сентябрь	99		66	62
октябрь	67		36	35
ноябрь	52		21	21
декабрь	48		17	17

Далее по рассчитанным значениям поглощенной радиации строятся ее годовые ходы для каждой ориентации стен. Графики годовых ходов поглощенной радиации для южной, северной, восточной и западной ориентации стен представлены на рисунках 3.1, 3.2, 3.3 и 3.4 соответственно.

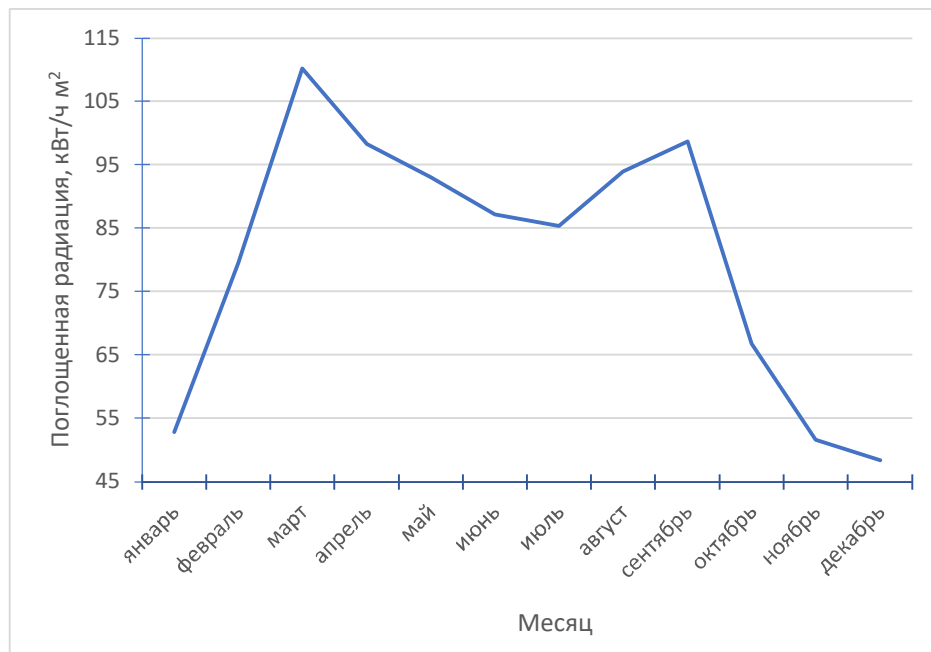


Рисунок 3.1— Годовой ход поглощенной солнечной радиации для южной ориентации стен

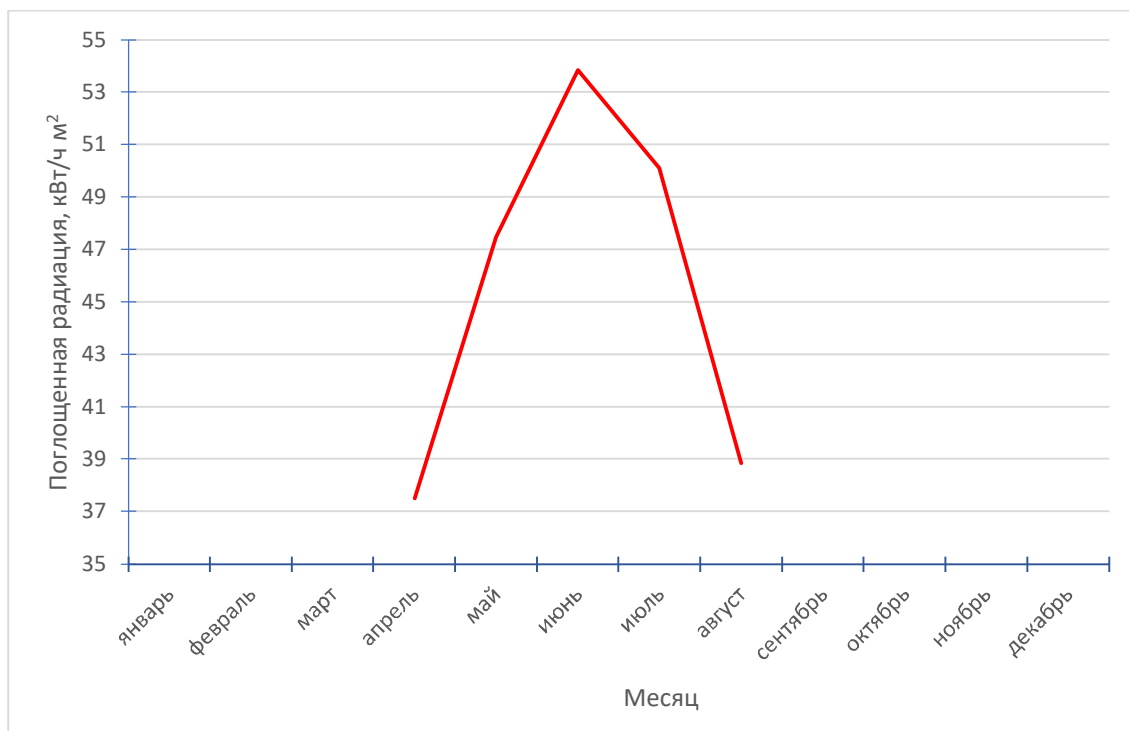


Рисунок 3.4— Годовой ход поглощенной солнечной радиации для северной ориентации стен

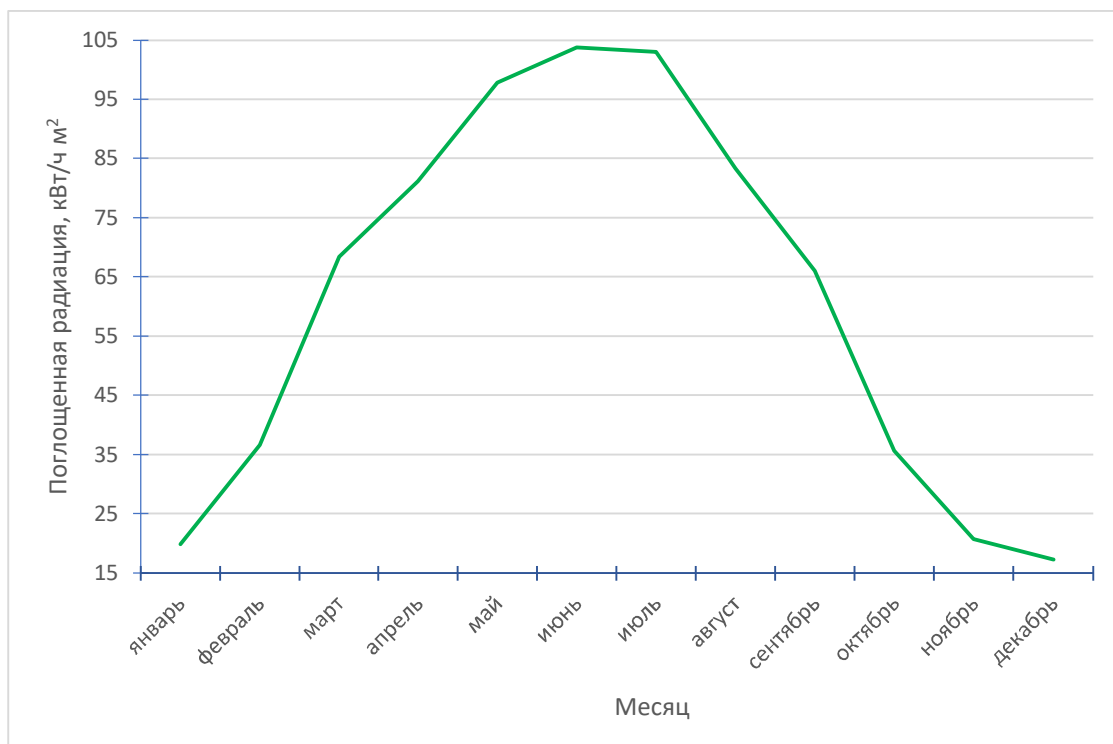


Рисунок 3.3— Годовой ход поглощенной солнечной радиации для восточной ориентации стен

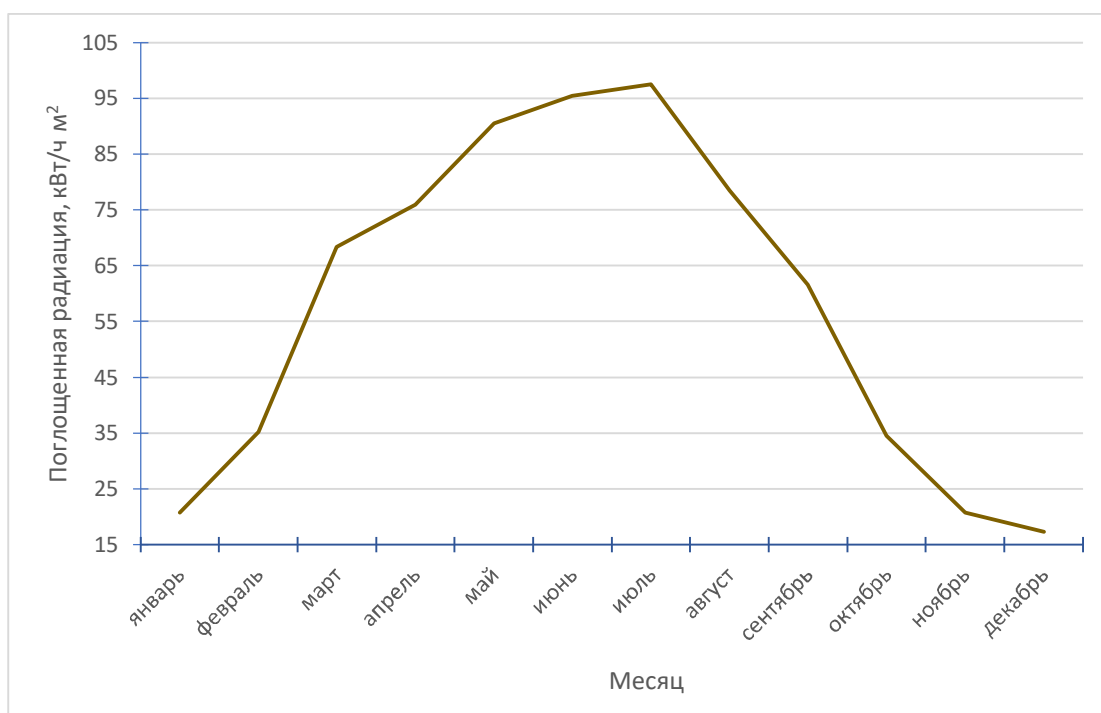


Рисунок 3.4— Годовой ход поглощенной солнечной радиации для западной ориентации стен

По данным годовым ходам можно определить периоды наступления наименьших и наибольших значений, а также годовые амплитуды поглощенной радиации (таблица 3.5).

Таблица 3.5— периоды наступления экстремумов значений B_v , определенные по графикам годовых ходов данной величины

Ориентация B_v	Южная	Северная	Восточная	Западная
Период максимума	март	июль	июнь	июль
Период минимума	декабрь	апрель	декабрь	декабрь
Годовая амплитуда	62 кВт/ч*м ²	12 кВт/ч м ²	87 кВт/ч м ²	81 кВт/ч м ²

3.2 Расчет температурных характеристик

В данном параграфе приведены расчеты специализированных термических характеристик, определение дополнительных данных термического и температурно-ветрового режима г. Барнаул за исследуемый период (2008—2012 гг.), необходимых для решения различных вопросов строительной климатологии и их анализ.

В первую очередь определяются даты устойчивого перехода температуры воздуха через 8°C осенью и весной, чтобы с их помощью рассчитать продолжительность отопительного периода. В качестве примера рассматривается 2010 г. На графике годового хода температуры воздуха, представленном в предыдущей главе (рисунок 2.4) от значения 8°C, проводится горизонтальный отрезок. В точках, где перпендикулярные линии

пересекаются и находятся даты перехода температуры воздуха через 8°C (рисунок 3.4).

Далее подсчитывается длительность отопительного периода в днях. В данном случае она равна 150 дням. Продолжительность отопительного периода для всех годов исследуемого периода представлены в таблице 3.6.

Таблица 3.6— Длительность отопительного периода с 2008 по 2012 гг.

Год	2008	2009	2010	2011	2012
Длительность отопительного периода в днях	143	156	150	179	172

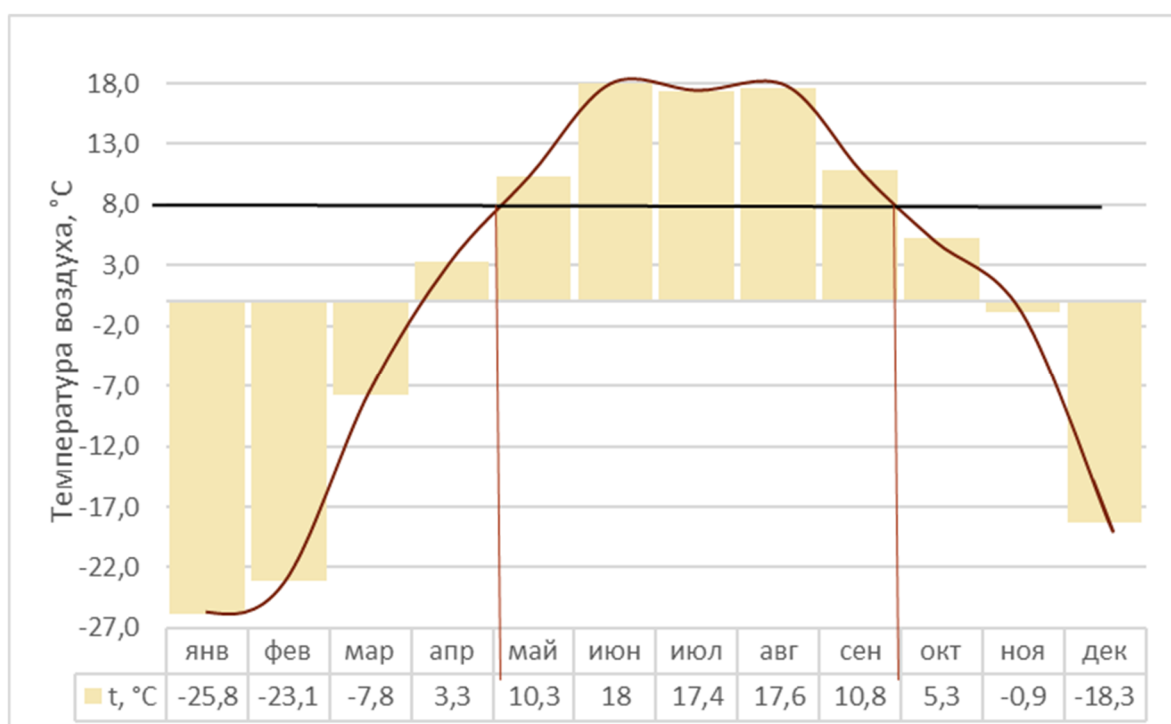


Рисунок 3.4— Определение дат перехода температуры воздуха через 8°C.

По данным длительностей отопительного периода по годам был построен график, с наглядным представлением результатов, представленный на рисунке 3.5.

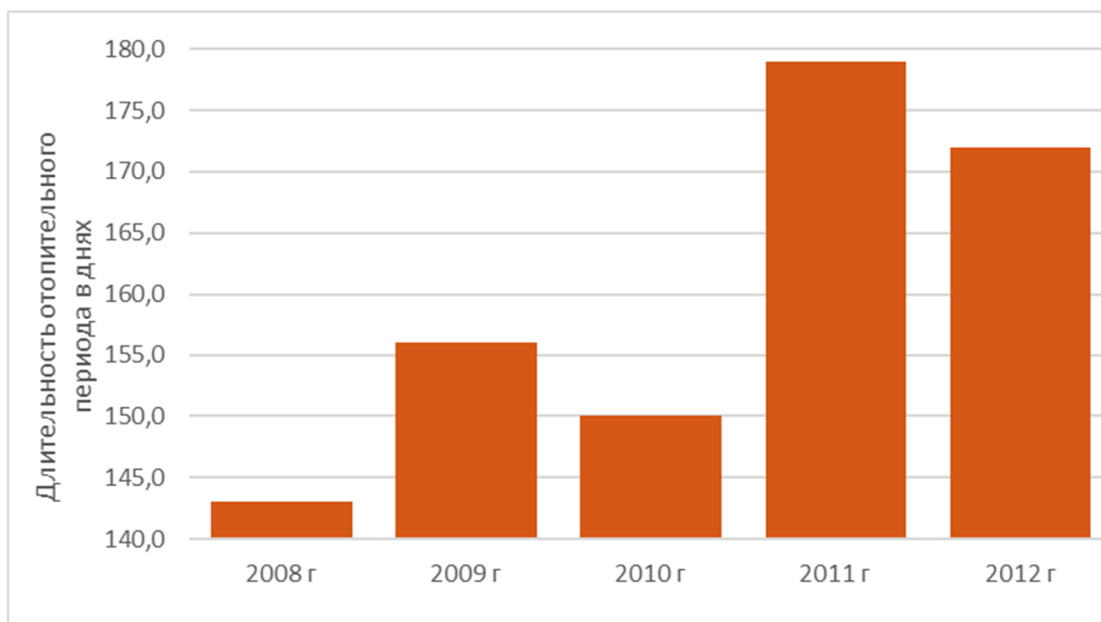


Рисунок 3.5— Длительность отопительного периода в 2008-2012 года

По рисунку 3.5 видно, что наибольшая продолжительность отопительного периода была в 2011 году со значительным отрывом от предыдущих годов исследуемого периода, а наименьшая— в 2008, таким образом делается вывод, что за исследуемый период длительность отопительного периода менялась скачкообразно с амплитудой 36 дней.

Далее производится расчет температуры наиболее холодной пятидневки и самых холодных суток по (1.8) и (1.9) соответственно.

T для Барнаула равна $17,6^{\circ}\text{C}$. В 2008 году $t_x = -21,0^{\circ}\text{C}$. Рассчитывается температура наиболее холодной пятидневки:

$$t_5 = 1,25 * (-21,0) - 17,6 = -43,9^{\circ}\text{C}.$$

$$\text{Для 2009 года: } t_5 = 1,25 * (-19,5) - 17,6 = -42,0^{\circ}\text{C},$$

$$\text{для 2010 года: } t_5 = 1,25 * (-25,8) - 17,6 = -49,9^{\circ}\text{C},$$

$$\text{для 2011года: } t_5 = 1,25 * (-24,5) - 17,6 = -47,7^{\circ}\text{C},$$

для 2012 года: $t_5 = 1,25 * (-24,3) - 17,6 = -48,0^{\circ}\text{C}$.

Для сравнения рассчитаем значение самых холодных пятидневок по данным климатического справочника, как соответствующего значению климатической нормы. Среднее многолетнее значение января (климатическая норма), как самого холодного месяца для Барнаула, соответствует $-17,5^{\circ}\text{C}$, а температура самой холодной пятидневки равна

$$t_5 = 1,25 * (-17,5) - 17,6 = -39,5^{\circ}\text{C}.$$

Таким образом, можно сказать, что за исследуемый период ежегодные значения самых холодных пятидневок оказались ниже, чем климатическая норма по Барнаулу. В следствии этого, при проектировании толщины капитальных стен следует ориентироваться на более низкие значения, чем по климатической норме.

В настоящее время в строительстве очень часто используются быстровозводимые конструкции ангарного типа, у которых как правило, стены имеют небольшую толщину. Для таких конструкций необходимо рассчитать температуру самых холодных суток.

В 2008 Барнауле самые холодные сутки температура опустилась до $-t_x = -21,0^{\circ}\text{C}$.

T_1 для Барнаула равна $21,0^{\circ}\text{C}$. В 2008 году $t_x = -21,0^{\circ}\text{C}$. Рассчитывается температура самых холодных суток:

$$t_1 = 1,31 * (-21,0) - 21,0 = -48,5^{\circ}\text{C}.$$

Для 2009 года: $t_5 = 1,31 * (-19,5) - 21,0 = -46,5^{\circ}\text{C}$,

для 2010 года: $t_5 = 1,31 * (-25,8) - 21,0 = -54,8^{\circ}\text{C}$,

для 2011года: $t_5 = 1,31 * (-24,5) - 21,0 = -53,1^{\circ}\text{C}$,

для 2012 года: $t_5 = 1,31 * (-24,3) - 21,0 = -52,8^{\circ}\text{C}$.

Чтобы сравнить с многолетними климатическими данными из справочника выбираем значение среднего минимума, равное $-17,5$ и рассчитаем для него температуру самых холодных суток:

$$t_1 = 1,31 * (-17,5) - 21,0 = -43,9^{\circ}\text{C}$$

Как видно, оно имеет наименьшую среди остальных величину.

Следующим шагом рассчитываются вентиляционные температуры по (1.10) для проектирования вентиляционных устройств.

T_2 для Барнаула равна $-3,0^{\circ}\text{C}$. В 2008 году $t_x = -21,0^{\circ}\text{C}$. Вентиляционная температура равна

$$t_v = 1,125 * (-21,0) - (-3,0) = -20,6$$

$$\text{Для 2009 года: } t_5 = 1,125 * (-19,5) - (-3,0) = -18,9^{\circ}\text{C},$$

$$\text{для 2010 года: } t_5 = 1,125 * (-25,8) - (-3,0) = -26,0^{\circ}\text{C},$$

$$\text{для 2011года: } t_5 = 1,125 * (-24,5) - (-3,0) = -24,6^{\circ}\text{C},$$

$$\text{для 2012 года: } t_5 = 1,125 * (-24,3) - (-3,0) = -24,3^{\circ}\text{C}.$$

Полученные значения занесены в таблицу 3.7.

Таблица 3.7— рассчитанные специализированные термические характеристики (в $^{\circ}\text{C}$), оказывающие влияние на строительную отрасль

Год	2008	2009	2010	2011	2012
t_5	-43,9	-42,0	-49,9	-47,7	-48,0
t_1	-48,5	-46,5	-54,8	-53,1	-52,8
t_v	-20,6	-18,9	-26,0	-24,6	-24,3

Помимо отдельного влияния величин, для строительной климатологии важно учитывать и комплексное воздействие температуры воздуха и ветра, т.к. теплообменные процессы влияют и на людей, проживающих или работающих в зданиях. Важно при температурно-ветровом анализе исследовать неблагоприятные условия при сочетании режимов температуры воздуха и ветра и учитывать их при планировке населенных пунктов и строительных объектов. На рисунке 3.6 представлена номограмма воздействия ветра и температуры воздуха на жилую среду.



Рисунок 3.6— Номограмма для оценки температурно-ветрового режима

Для наглядности на номограмму наносятся точки с координатами соответствующих температур и дневных скоростей ветра за три зимних и три летних месяца. Эти точки подписываются номерами месяцев и соединяются в виде треугольников, внутренняя область которых заштриховывается.

В номограмме температурно-ветрового режима выделено 11 зон.

Наиболее актуальные зоны для населения (справа – налево):

- 1) Ветер не дает облегчения, при влажности воздуха менее 25% - вреден;
- 2) Ветер дает облегчение;
- 3) Комфорт;
- 4) Ветер сильно охлаждает;
- 5) Дискомфорт;
- 6) Защита пешехода от ветра обязательна или желательна;
- 7) Прогулки не допустимы;
- 8) Сильное охлаждение здания;
- 9) Снего- и пескоперенос;
- 10) Любой ветер вреден;
- 11) Механические разрушения.

По тому, в какие области номограммы попадают получившиеся треугольные области, выполняется анализ температурно-ветрового режима для зимнего и летнего времени года и делаются выводы о необходимости

применения тех или иных климатозащитных мероприятий. Например – сохранении или стимулировании аэрации застройки в летние месяцы; защите от ветра тех или иных участков застройки в зимнее время, снижения тепловой нагрузки на территорию или фасады при заданной скорости ветра летом; усилении теплоизоляции фасадов и обеспечении инсоляцией участков застройки зимой при заданной скорости ветра и т.д.

Для удобства нанесения данных исследуемых в данной работе температур и скоростей ветра, они выносятся в отдельную таблицу (таблица 3.8).

Таблица 3.8— значения летних и зимних температур и скоростей ветра

Год	2008	2009	2010	2011	2012
$t_{\text{июнь}}, ^\circ\text{C}$	18,4	14,5	18,0	20,2	22,1
$t_{\text{июль}}, ^\circ\text{C}$	21,1	18,9	17,4	18,1	22,1
$t_{\text{август}}, ^\circ\text{C}$	17,2	16,8	17,6	16,3	18,3
$V_{\text{июнь}}, \text{м/с}$	2,8	3,9	4,0	3,4	3,6
$V_{\text{июль}}, \text{м/с}$	2,6	3,3	3,3	3,7	3,5
$V_{\text{август}}, \text{м/с}$	3,0	3,5	3,3	4,0	3,2
$t_{\text{декабрь}}, ^\circ\text{C}$	-14,6	-17,2	-18,3	-13,5	-24,3
$t_{\text{январь}}, ^\circ\text{C}$	-21,0	-15,8	-25,8	-24,1	-20,9
$t_{\text{февраль}}, ^\circ\text{C}$	-13,1	-19,5	-23,1	-14,1	-23,1
$V_{\text{декабрь}}, \text{м/с}$	4,0	4,7	5,2	3,9	3,9
$V_{\text{январь}}, \text{м/с}$	2,2	4,0	3,6	3,3	2,5
$V_{\text{февраль}}, \text{м/с}$	4,0	3,6	3,9	3,6	2,4

В качестве примера нанесенные значения и построенные по ним треугольники за 2010 г представлены на рисунке 3.7.

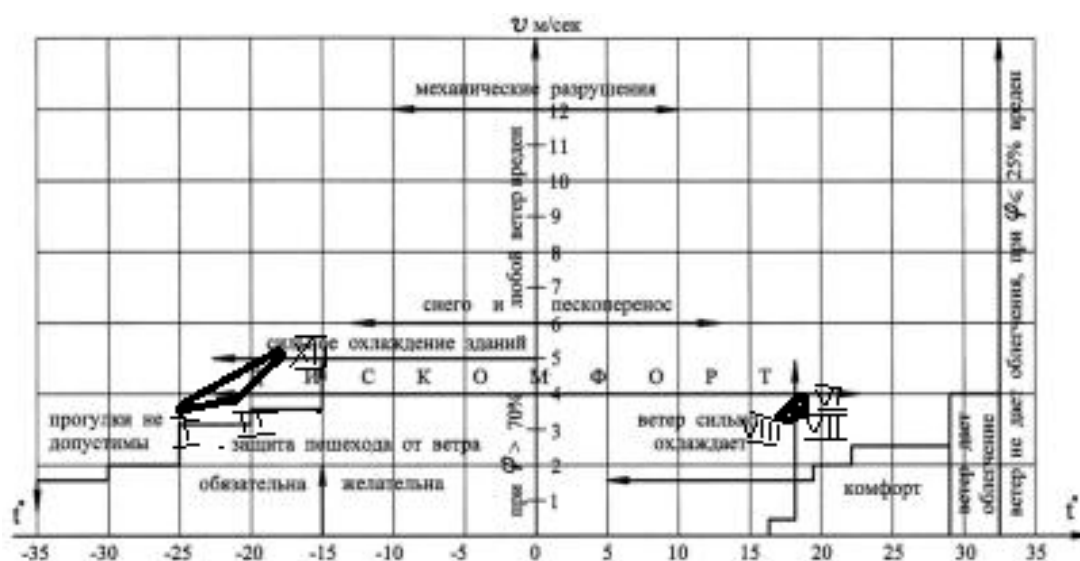


Рисунок 3.7.— номограмма для оценки температурно-ветрового режима с нанесенными данными за 2010 год

Нанесенный на номограмму треугольник по данным зимних месяцев находится в зоне дискомфорта и свидетельствует о том, что при данном режиме происходит сильное охлаждение зданий. Треугольник по летним данным свидетельствует о незначительном дискомфорте из-за сильного ветрового охлаждения. В остальные годы исследуемого периода построенные треугольники имеют незначительное расстояние от других годов и располагаются в тех же областях.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был проведен сбор материалов, анализ и обработка данных климатических и метеорологических параметров и явлений. Проведена оценка характеристик и прогноз изменений метеорологических процессов в период строительных и монтажных работ, получены исходных данных для проектирования и составления рабочей документации.

Выводы:

1. Построенные графики годовых ходов поглощенной радиации при различных ориентациях стен показывают, что максимальные значения приходятся на середину лета, кроме южной ориентации, при которой наибольшее количество солнечной радиации поглощается в марте, а минимальные значения приходятся на начало зимы. В случае с северной ориентации — на начало апреля, т.к. с этого месяца она начинает появляться при данной ориентации стен. Годовые амплитуды поглощенной солнечной радиации при различных ориентациях стен меняются значительно от 12 кВт/ч м² до 80 кВт/ч м².
2. Сравнив годовой ход термического режима почвы исследуемого периода и годовой ход из справочника по климату СССР в целом близки друг к другу в г. Барнаул, на основании чего можно заключить, что нынешний климат оказывает такое же влияние на построенные в середине XX-го века здания.
3. За исследуемый период отопительный сезон в Барнауле меняется в значительном интервале от 143 дней в 2008 г., до 178 дней в 2011 г. Такие колебания создают сложности при планировании закупок топлива для ТЭЦ.
4. Данные термического режима воздуха и расчетные характеристики за исследуемый период отличаются от значений

климатической нормы от $-39,9^{\circ}\text{C}$ в сторону понижения до $-49,9^{\circ}\text{C}$ (значения самых холодных пятидневок).

5. По номограммам температурно-ветрового влияния выявлено, что существенное негативное влияние в зимний период на ход строительных работ и эксплуатации конструкций, оказывает сильный холодный ветер, в следствие чего необходимо учитывать данный фактор в строительстве.

Список литературы

1. Шталь В.А., Белов Н.Ф., Циценко Г.В. Прикладная климатология / Учебное пособие. — Л.: изд. ЛПИ (ЛГМИ), 1981. — с.164.
2. Заварина М.В. Строительная климатология. - Л., Гидрометеиздат, 1976.
3. Логинова Е.В. Прикладная климатология: курс лекций. — Минск: БГУ, 2015. — 200 с.: ил.
4. Рекомендации по расчету климатических параметров гололедных и гололедно ветровых нагрузок на провода воздушных линий. Л., Гидрометеиздат, 1974, 34 с
5. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*
6. Учебно-методическое пособие по выполнению практических и расчётно-графических работ по дисциплине «Прикладная климатология» / Сост.: В.Н. Абанников, И.Н. Аед Мханна, Э.В. Подгайский. – Санкт-Петербург: Изд-во «Ниц Арт», 2022. — 80 с
7. Строительная климатология. СНиП 23-01-99*. Свод правил СП 131.13330.2018. — М.: 2018.
8. Кобышева Н. В., Ключева М. В., Акентьева Е. А., Стадник В. В., Псаломщикова Л. М., Петерс А. А., Пигольцина Г. Б., Разова Е. Н., Фасолько Д. В. Методические рекомендации по расчету специализированных климатических характеристик для обслуживания различных отраслей экономики. Строительство. Транспорт. – СПб.: изд. ГГО им.А.И.Воейкова, 2017. – 167 с.
9. Швецов А. Я., Горлов Е. А. Природные условия Барнаула / Барнаул: Издво «Новый формат» (ИП Колмогоров И.А.), 2020 г. – 178 с.
10. <http://www.pogodaiklimat.ru>
11. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1- 6. Вып. 20. - Л.: Гидрометеиздат, 1993
12. <http://meteo.ru>

13. Головина Е. Г., Ковалев В. И. Методические указания по дисциплине “Физика атмосферы, океана и вод суши”. Раздел: Физика атмосферы. – СПб., Изд. РГГМУ. 2000 – 36 с.
14. <http://pogoda-service.ru/>

Приложения

Таблица 1.1— поправка к температуре наружной поверхности стен за счет радиации

$B_{\text{в}}, \text{ккал/ч, м}^2$	0	20	32	45	57	70	83	96	109	121	134	146
$B_{\text{в}}, \text{ккал/мес, см}^2$	0	1,3	2,2	3,2	4,2	5,2	6,2	7,1	8,0	9,0	9,8	10,8
Поправка $\Delta t_{\text{с}}$	-0,6	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0

Таблица 1.2— значения T и T_1 для различных районов ($^{\circ}\text{C}$)

Район	IB	IA	I	II	III	IV		
T	20,6	17,6	14,6	11,6	8,6	5,6		
Район	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T_1	24,0	21,0	18,0	15,0	12,0	9,0	6,0	3,0

По величине T территория бывшего СССР разделена на 6 районов. К району IB относятся небольшие территории между Енисейском и Красноярском, Печорой и Сыктывкаром. К IA принадлежит почти вся северная часть ЕТС до широты 55° (исключая запад Карелии), южные и центральные районы Красноярского края, значительная часть Алтайского края, северное побережье Азовского моря, Корякский национальный округ. I район включает в себя всю остальную часть ЕТС (вместе с Беларусью), Западной Сибири, Казахстан (кроме западных районов), юг Туркмении, западное побережье Чукотки, северную часть Камчатки. К району II относят территории Средней Азии и Казахстана, которые примыкают к Каспийскому и Аральскому морям, Эвенкийского национального округа и Прибайкалья, центральные районы Камчатки. К району III принадлежит восточная часть Ненецкого национального округа. Забайкалье, Магаданская область, юг Камчатки, центральные и

южные районы Сахалина. К району IV относятся Якутия, Амурская область и большая часть Приморского края.

По величине T_1 территория бывшего СССР разбита на восемь районов. К I относится район Печоры. В район II входит север ЕТС (исключая запад Карелии и Кольский полуостров), северное и восточное побережья Азовского моря, юг Красноярского края и юго-восток Западносибирской низменности. Район III включает в себя большую часть Карелии, Центральные районы и юг ЕТС до широты 45° (в том числе территорию Беларуси), Западную Сибирь (кроме северных и южных районов), некоторые районы Средней Азии. К району IV относятся территория Казахстана и Средней Азии, часть Кольского полуострова, западное побережье Чукотки и север Камчатки, и узкая полоса в Восточной Сибири. V и VI — также занимают узкие полосы в Восточной Сибири и на северо-востоке Азии. В район VII входит территория Восточной Сибири, заключенная между $115\text{--}130^\circ$ восточной долготы, Магаданская область, Приморский край, юг Сахалина. К району VIII относятся Якутия и Амурская область.

Таблица 1.3— Значения постоянной величины T_2 ($^\circ\text{C}$)

Район	А	Б	В
T_2	–6,5	–3,0	0,5

Здесь к району А относятся юг Средней Азии и южное побережье Крыма. Район Б включает всю Европейскую территорию СНГ (в том числе Беларусь), Западную Сибирь, Казахстан, Северные и центральные районы Средней Азии, Чукотку, Камчатку (исключая западное побережье). В район В входит большая часть Восточной Сибири, Приморский край и горные районы.

Таблица 1.4— Коэффициент $k(z_e)$, учитывающий изменение ветрового давления

Высота над поверхностью земли, м	Тип местности		
	A	B	C
≤5	0,75	0,50	0,40
10	1,00	0,65	0,40
20	1,25	0,85	0,55
40	1,50	1,10	0,80
60	1,70	1,30	1,00
80	1,85	1,45	1,15
100	2,00	1,60	1,25
150	2,25	1,90	1,55
200	2,45	2,10	1,80
250	2,65	2,30	2,00
300	2,75	2,50	2,20
350	2,75	2,75	2,35
≥480	2,75	2,75	2,75

A— открытое побережье морей, озер, водохранилищ, а так же пустыня, степь, лесотундра, тундра;

B— территория города, лесной массив и прочая местность, покрытая препятствиями высотой более 10 м;

C— городские районы с застройкой зданиями высотой более 25 м.

Строительный объект принято считать в местности данного типа, при условии, что её характер сохраняется с наветренной стороны строения на удалении $30z$ при высоте сооружения до 60 м и на расстоянии 2 км при большей высоте.

Таблица 1.5— средние плотности гололедных отложений (г/см^3)

Гололед	Зернистая изморось	Кристаллическая изморось	Смешанное отложение	Мокрый снег
0,75	0,10	0,05	0,20	0,20

Таблица 1.6— коэффициент K_{dph}

$P_c(\text{г})$	<100	100—150	151—300	301—450	451—600	>600
K_{dph}	3,4	2,9	2,6	2,2	2,2	1,5

Таблица 1.7— поправка на направление ветра W

Направление ветра в начале обледенения	СВ, ЮВ, СЗ, ЮЗ	ВСВ, ССВ, ВЮВ, ЮЮВ, ЮЮЗ, ЗЮЗ, ЗСЗ, ССЗ
W	1,82	1,33

Таблица 1.8— коэффициент пересчета размеров отложения с провода гололедного станка на провода линий электропередач (K_{Ddh})

$a_c, \text{мм}^2$	Скорость ветра, м/с		
	1,0—8,0	8,1-16,0	>16

≤50	2,50	2,65	2,80
51—100	2,15	2,45	2,65
101—200	2,00	2,30	2,50
201—800	1,85	2,15	2,35
>800	1,70	2,05	2,25

Таблица 2.1— Температура воздуха (в °С) на метеостанции «Барнаул» (1881-2019 гг.)

Месяц	Абсолютный минимум	Средняя	Абсолютный максимум
Январь	-51,2 (1931 г.)	-15,5	5,3 (1997 г.)
Февраль	-46,1 (1951 г.)	-13,7	7,4 (1983 г.)
Март	-38,9 (1954 г.)	-6,5	16,4 (1989 г.)
Апрель	-27,6 (1987 г.)	3,8	32,3 (1997 г.)
Май	-8,8 (2000 г.)	12,8	37,4 (1980 г.)
Июнь	-1,2 (1968 г.)	17,7	36,6 (1988 г.)
Июль	2,9 (1988 г.)	19,9	38,3 (1953 г.)
Август	0,0 (1951 г.)	17,4	38,3 (2002 г.)
Сентябрь	-7,8 (1971 г.)	11,0	34,0 (1966 г.)
Октябрь	-27,0 (1976 г.)	3,8	27,4 (1971 г.)
Ноябрь	-42,8 (1952 г.)	-6,3	16,6 (2017 г.)

Декабрь	-43,9 (1955 г.)	-12,9	7,2 (1958 г.)
Год	-51,2 (1931 г.)	2,6	38,3 (1953 г.)

Таблица 2.2— Периоды наступления экстремумов в годовых ходах температуры воздуха и годовые амплитуды (°С) в период 2008—2012 гг. на метеостанции «Барнаул»

Год	2008	2009	2010	2011	2012
Период наступления минимального значения	июль	июль	июнь	июнь	июнь—июль
Период наступления максимального значения	январь	февраль	январь	январь	декабрь
Годовая амплитуда	42,1	38,4	43,8	44,3	46,4

Таблица 2.3— средние месячные многолетние значения скорости ветра (в м/с) за период 1881—2019 гг. и средние месячные значения скорости ветра (в м/с) за исследуемую пятилетку на метеостанции «Барнаул»

Месяц	1881—2019	2008—2012
Январь	2,3	3,1
Февраль	2,4	3,5
Март	2,5	4,1

Продолжение таблицы 2.3

Апрель	3,0	4,3
Май	2,7	4,1
Июнь	2,0	3,5
Июль	1,6	3,3
Август	1,7	3,4
Сентябрь	2,2	3,7
Октябрь	2,7	3,7
Ноябрь	2,8	5,0
Декабрь	2,8	4,4