

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)**

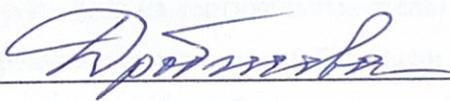
На тему Климатическое обслуживание строительной отрасли

Исполнитель Осадчих Степан Сергеевич
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель Кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Абанников Виктор Николаевич
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
И.О.Заведующий кафедрой


(подпись)

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

Дробжева Яна Викторовна
(фамилия, имя, отчество)

«16» июня 2025г.

Санкт-Петербург
2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ КЛИМАТИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ.....	5
1.1. Климатическое описание Краснодарского края.....	5
1.2. Основные климатические параметры и виды нагрузок, необходимые для учета в строительной отрасли.....	9
1.3. Государственное регулирование и нормативно-методическое обеспечение климатической информацией строительной отрасли.....	13
ГЛАВА 2. АНАЛИЗ РЕЖИМА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН, ВЛИЯЮЩИХ НА СТРОИТЕЛЬНУЮ ОТРАСЛЬ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ.....	18
2.1 Характеристики радиационного режима	18
2.2 Режим температуры воздуха.....	21
2.3. Ветровой режим и осадки в Краснодарском крае	26
ГЛАВА 3. ОЦЕНКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ.	33
3.1. Показатели поглощенной радиации на вертикальные стены зданий	33
3.2. Оценка тепловых характеристик для строительной отрасли.....	40
3.3. Анализ ветровой нагрузки для строительной отрасли	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	51
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	52
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	54

ВВЕДЕНИЕ

Строительная отрасль является одной из ключевых отраслей экономики, которая играет важную роль в формировании комфортной и безопасной среды обитания человека. Одним из важнейших факторов, влияющих на качество, долговечность и энергоэффективность зданий и сооружений, являются климатические условия региона, в котором осуществляется строительство. В этой связи особую значимость приобретает климатическое обслуживание строительной отрасли, которая представляет собой совокупность мероприятий и инженерных решений, в рамках которых решаются инженерно-технические задачи по обеспечению надежности объектов строительства.

Климатическое обслуживание строительной отрасли представляет собой обширный спектр задач, в ходе которых необходимо обеспечить соответствующей климатической информацией все основные стадии функционирования данной отрасли. И необходимость в этой информации возникает уже на стадии проектирования строительных объектов, в последующем как на этапе строительства, так и в ходе эксплуатации. Характер представляемой информации сильно зависит от климатических особенностей региона строительства. Пренебрежение климатическими особенностями региона часто приводит к быстрому износу конструкций, что влечет возникновение аварийных ситуаций. Также возможны большие затраты на отопление или кондиционирование помещений.

Возможны такие изменения климата как: потепление, изменение режима осадков или учащение аномальных погодных явлений. Данные процессы достаточно сильно влияют на строительную отрасль. Следовательно, климатическое обслуживание – важная часть строительного процесса. Невозможно обеспечить надежную эксплуатацию зданий и устойчивость к внешним воздействиям без учета климатических факторов.

Цель данной работы — оценка специализированных климатических показателей для обеспечения климатического обслуживания строительной отрасли Краснодарского края.

Основные задачи работы:

- 1) Изучить особенности климатического обслуживания строительной отрасли в Краснодарском крае.
- 2) Проанализировать режим метеорологических величин, влияющих на строительную отрасль Краснодарского края
- 3) Оценить специализированные климатические характеристики для строительной отрасли

Актуальность выбранной темы обусловлена необходимостью эффективно осуществлять проектирование и строительство с учетом природно-климатических особенностей, в условиях изменяющегося климата и ужесточения строительных норм.

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

ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ КЛИМАТИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ.

Климатические условия играют важную роль в строительстве, оказывая значительное влияние на выбор конструктивных решений и строительных материалов. Особенно это актуально для таких регионов, как Краснодарский край, где климат отличается разнообразием природных условий и факторов. Следовательно, необходимо использовать системы климатического обслуживания, которые позволяют учитывать климатические особенности на всех этапах строительства.

Климатическое обслуживание представляет собой систему мероприятий по сбору, обработке и предоставлению метеорологической информации, которая используется при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений. Эта информация помогает снижать риски, связанные с климатическими факторами, и обеспечивает надёжность строительных объектов.

1.1. Климатическое описание Краснодарского края

Краснодарский край занимает особое положение в юго-западной части Российской Федерации и обладает значительным климатическим разнообразием. Регион расположен в пределах Восточно-Европейской равнины, протянувшись от берегов Азовского моря на севере до Черноморского побережья и Кавказских гор на юге. Данные физико-географические условия обуславливают высокую степень неоднородности метеорологических и климатических параметров. Краснодарский край граничит с Ростовской областью на севере, с Республикой Адыгея и Ставропольским краем на востоке, с Карачаево-Черкесией на юго-востоке, а также имеет выход к Азовскому морю на западе и Чёрному морю на юго-западе. Его площадь составляет свыше 75 тысяч квадратных километров, что

делает край одним из крупнейших субъектов южной части страны [3]. Территория включает равнинные и горные районы, а также длинную морскую береговую линию протяжённостью более 740 километров, включая Черное и Азовское моря. Рельеф играет важнейшую роль в формировании климатических условий региона. Северная и центральная части представлены равнинной степной территорией, где преобладает континентальный тип климата с ярко выраженной сезонной амплитудой температур и сравнительно низким уровнем осадков. Южные районы постепенно переходят в горные области, где преобладает более влажный и прохладный климат. Кавказские горы выполняют функцию барьера, защищая южные районы от проникновения холодных воздушных масс с северо-востока, одновременно способствуя активному развитию облачности и осадков [3].



Рисунок 1.1 – Физическая карта Краснодарского края

На территории Краснодарского края наблюдается сочетание континентального и субтропического типов климата, что делает его уникальным с точки зрения строительной климатологии. Среднегодовая температура воздуха варьируется от $+8^{\circ}\text{C}$ на северо-востоке до $+14^{\circ}\text{C}$ на побережье Чёрного моря. Самый холодный месяц — январь, со средними температурами от -4°C на равнинах до $+10^{\circ}\text{C}$ в прибрежной зоне. В июле — самом тёплом месяце — температура колеблется от $+21^{\circ}\text{C}$ до $+30^{\circ}\text{C}$ в зависимости от района [3]. Количество атмосферных осадков также значительно различается по регионам. Так, на равнинах в год выпадает около 400–600 мм осадков, тогда как в горах этот показатель достигает 1200–1600 мм, а в некоторых участках побережья — до 2000 мм [1]. Самыми дождливыми считаются осенние месяцы и начало зимы, особенно в прибрежной и горной части. Относительная влажность воздуха варьируется от 60 % летом в равнинной части до 85–90 % зимой на побережье. Влажность является

достаточно значимым фактором при проектировании ограждающих конструкций, вентиляции, теплоизоляции и систем отопления зданий.

Ветровой режим характеризуется сезонной изменчивостью. В равнинной зоне преобладают восточные и северо-восточные ветры, особенно зимой. Среднегодовая скорость ветра на большей части территории составляет 3–6 м/с. Однако при прохождении атмосферных фронтов и циклонов скорость может достигать 15–20 м/с, особенно в горах и на побережье. Для проектирования зданий и инженерных сооружений необходимо учитывать, как среднюю скорость ветра, так и его максимальные значения [4].

Черное и Азовское моря оказывают смягчающее воздействие на климат региона, уменьшают суточные и сезонные колебания температуры воздуха, создавая более комфортные условия для проживания и строительства. В прибрежных районах формируются морские бризы, способствующие естественной вентиляции и понижению температуры в летний период. Зимой море выступает как естественный аккумулятор тепла, снижая вероятность сильных морозов [1]. Азовское море, хотя и менее глубокое, ощутимо влияет на климат северо-западной части края, где наблюдаются частые ветра и повышенная влажность воздуха. Чёрное море сильнее влияет на климатические условия южных районов: в частности, в Сочи, Туапсе и Геленджике преобладает влажный субтропический климат, благоприятный для круглогодичного строительства и эксплуатации зданий без глубокого зимнего консервационного периода.

Кавказские горы формируют ярко выраженную вертикальную климатическую зональность. С увеличением высоты над уровнем моря температура воздуха понижается примерно на 0,6 °С на каждые 100 метров, при этом увеличивается количество осадков [1]. В высокогорных районах преобладают холодные и снежные зимы, короткое лето и сложные условия для ведения строительных работ. В таких зонах необходимо учитывать

возможность лавиноопасных участков, склонность почв к оползням и высокий уровень влажности.

Таким образом, климат Краснодарского края достаточно разнообразен и имеет существенное значение при выборе архитектурных решений, строительных материалов, методов защиты конструкций и организации строительных процессов. Географические и климатические особенности региона диктуют необходимость точного учета климатических факторов на всех этапах жизненного цикла здания — от проектирования до эксплуатации.

1.2. Основные климатические параметры и виды нагрузок, необходимые для учета в строительной отрасли

Климатические условия, в которых осуществляется строительство, оказывают решающее влияние на выбор проектных решений, строительных материалов, теплоизоляции, гидроизоляции, инженерных коммуникаций и прочих элементов зданий и сооружений. Игнорирование или недостаточный учёт климатических факторов нередко приводит к ускоренному износу конструкций, росту эксплуатационных затрат, ухудшению условий проживания, а в отдельных случаях — к аварийным ситуациям. В условиях Краснодарского края, отличающегося многообразием климатических условий, необходимо особенно внимательно подходить к климатическому обеспечению строительства.

Климатические параметры — это метеорологические характеристики, отражающие средние и экстремальные климатические условия, которые влияют на прочность, устойчивость, надёжность и энергоэффективность зданий. Эти данные применяются при проектировании в соответствии с требованиями СП 131.13330 "Строительная климатология", а также рядом других нормативов.

Температура воздуха. Температурный режим определяет теплотехнические характеристики ограждающих конструкций, выбор морозостойких материалов и глубину заложения фундамента. Учитываются: температура наиболее холодной пятидневки, абсолютный минимум и максимум температур, среднегодовое значение, амплитуда суточных и сезонных колебаний [1].

Влажность воздуха. Относительная и абсолютная влажность оказывает влияние на состояние строительных материалов, теплоизоляцию, процессы коррозии и плесени. Повышенная влажность требует применения влагозащитных материалов. В прибрежной части Краснодарского края влажность воздуха в течение года может достигать 80–90%, особенно в тёплый период [5].

Атмосферные осадки. Годовое и сезонное количество осадков определяет водоотвод, выбор кровельных и отделочных материалов. Особенно важно учитывать интенсивность кратковременных осадков, так как при ливнях возможны размыв фундаментов и перегрузка систем водоотведения [1].

Снежный покров. Характеризуется высотой и плотностью снежного слоя, а также продолжительностью его залегания. На большей части территории края устойчивый снежный покров формируется только в предгорьях и горах, но расчёт снеговой нагрузки обязателен даже для равнинных территорий [6].

Ветровой режим. Скорость, направление, а также повторяемость данных показателей ветра определяют ветровую нагрузку на здания. Учитываются максимальные расчётные скорости ветра, роза ветров, порывистость. Особенно это важно для проектирования высотных зданий,

антенн, остекления и кровель. В приморских районах Краснодарского края влияние ветра усиливается из-за открытого пространства со стороны моря [6].

Солнечная радиация (инсоляция). Уровень солнечного излучения влияет на тепловой баланс зданий, возможность перегрева помещений, выбор остекления и систем затенения. В регионах с высокой солнечной активностью возрастает значение светозащитных мероприятий: козырьков, жалюзи или светопрозрачных экранов [7].

Глубина промерзания грунта. Этот параметр особенно важен для расчёта фундаментов, инженерных сетей и подземных сооружений. При недостаточной глубине заложения возможны морозные пучения, вспучивание и деформация элементов основания здания [6].

Продолжительность отопительного периода. Определяется числом суток с устойчивой среднесуточной температурой ниже $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$. На территории Краснодарского края отопительный сезон сравнительно короткий (от 80 до 140 суток), но даже в этом случае теплотехнические расчёты должны соответствовать требованиям по энергосбережению и комфорту проживания [7].

Нагрузки — это физические воздействия на конструкции зданий, которые могут быть как постоянными, так и кратковременными. К климатическим относятся внешние природные воздействия, обусловленные погодными условиями. Расчёт и нормирование этих нагрузок осуществляется согласно СП 20.13330 "Нагрузки и воздействия".

Температурные нагрузки. Возникают из-за расширения и сжатия материалов при перепадах температур. Суточные и сезонные перепады могут достигать десятки градусов. При отсутствии температурных компенсаций возможны растрескивания, смещения плит, деформации фасадов. Особенно подвержены этому плиточные и монолитные конструкции [6].

Ветровые нагрузки. Ветер оказывает давление на наружные поверхности. Нагрузки определяются в зависимости от высоты объекта, категории местности, а также по ветровым районам [1].

Снеговые нагрузки. Рассчитываются на основании нормативной массы снежного покрова. В равнинной части края снеговые нагрузки минимальны, но в горных и предгорных районах (например, в районе Сочи и Красной Поляны) возможны значительные снеговые массы, которые создают дополнительное давление на кровли и перекрытия [6].

Ледяные и гололёдные нагрузки. Образование наледи на поверхностях может вызывать перегрузки, особенно на металлических конструкциях и линиях электропередач. В прибрежных и горных зонах при высокой влажности и отрицательных температурах возможно интенсивное обледенение [6].

Дождевые нагрузки и подтопления. В условиях интенсивных осадков возможно образование временных водных нагрузок на кровлю, а также затопление подвальных помещений. Следовательно, требуется проектирование эффективных дренажных систем, особенно в низменных частях территории [5].

Агрессивные воздействия среды. Морской воздух, насыщенный солями, вызывает ускоренную коррозию металлических и бетонных конструкций. Также вредны УФ-излучение, кислотные дожди. Это требует применения специальных лакокрасочных и антикоррозионных материалов, а также регулярного обслуживания [8].

Особые природные воздействия. К ним относятся шквалы, ураганы, смерчи, ливни экстремальной интенсивности, а также сейсмические воздействия, характерные для некоторых участков Краснодарского края. Эти

нагрузки не являются постоянными, но учитываются как аварийные при проектировании зданий повышенной надёжности [9].

Климатические параметры и нагрузки представляют собой важные исходные данные, без которых невозможно выполнить полноценный проект строительного объекта. В условиях Краснодарского края, который характеризуется мягким, но разнообразным климатом, необходимо учитывать, как благоприятные, так и потенциально опасные климатические факторы. Грамотное применение нормативных требований и региональных климатических характеристик позволяет обеспечить надёжность, долговечность и безопасность зданий.

1.3. Государственное регулирование и нормативно-методическое обеспечение климатической информацией строительной отрасли

Современное строительство в Российской Федерации основывается на строгой системе государственного регулирования, обеспечивающей безопасность, надёжность и энергоэффективность зданий и сооружений. Одним из ключевых направлений такого регулирования является обеспечение строительной отрасли достоверной и нормативно зафиксированной информацией о климатических условиях конкретного региона. На территории Российской Федерации, включая Краснодарский край, такая информация используется на всех этапах жизненного цикла строительного объекта — от проектирования и согласования до строительства, эксплуатации и капитального ремонта.

Государственное регулирование осуществляется через систему нормативных документов, ведомственного контроля и специализированных организаций, выполняющих сбор, обработку и предоставление климатических данных. Основными целями такого регулирования являются:

- обеспечение единого подхода к использованию климатической информации в проектировании;
- минимизация рисков разрушения и преждевременного износа конструкций;
- повышение надёжности зданий и инженерных сооружений;
- защита жизни и здоровья людей в условиях неблагоприятных климатических явлений;
- рациональное использование строительных материалов и энергоресурсов [7].

Контроль за использованием актуальных климатических данных в строительстве осуществляется через экспертизу проектной документации, включающую оценку соответствия проектных решений установленным нормативам.

Для получения, обработки и применения климатических параметров в строительной отрасли действуют ключевые нормативные документы, такие как:

СП 131.13330 "Строительная климатология". Является актуализированной редакцией СНиП 23-01-99 и представляет собой основной нормативный документ, регламентирующий климатическое обеспечение проектирования. В документе содержатся таблицы с климатическими параметрами для различных регионов России, включая средние и экстремальные значения температуры, влажности, осадков, глубины промерзания почвы, ветровой активности;

СП 20.13330 "Нагрузки и воздействия". Устанавливает правила расчёта нагрузок (в том числе климатических — ветровых, снеговых, температурных и др.) на строительные конструкции, исходя из климатических условий региона;

СП 50.13330 "Тепловая защита зданий". Регламентирует требования к теплотехническим характеристикам ограждающих конструкций в зависимости от климатических данных;

СП 118.13330 "Общественные здания и сооружения", СП 54.13330 "Жилые здания". В данных сводах правил климатические параметры также служат основой для проектирования комфортной и безопасной внутренней среды;

ГОСТ 30494 "Здания и сооружения. Параметры микроклимата в помещениях". Определяет гигиенические и технические нормативы микроклимата, которые напрямую зависят от внешних климатических условий.

Кроме указанных нормативов, существуют региональные климатические справочники, утверждаемые органами исполнительной власти или специализированными организациями (например, Росгидромет), и отраслевые методические рекомендации, применяемые при проектировании объектов специального назначения.

Климатическая информация, применяемая в строительстве, формируется и предоставляется уполномоченными государственными учреждениями:

ФГБУ "Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций" (ВНИИ ГОЧС) — разработка нормативов и оценка климатических рисков;

ФГБУ "Главное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды" (Росгидромет) — проведение метеонаблюдений, составление климатических характеристик;

ФГБУ "НИЦ «Строительство»" Минстроя России — актуализация сводов правил и норм;

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) — обеспечение единства измерений и утверждение государственных стандартов.

Особая роль отводится метеорологическим станциям Росгидромета, которые осуществляют многолетние наблюдения за параметрами атмосферной среды. Данные, собираемые на этих станциях, включаются в нормативные таблицы СП 131.13330, а также в специализированные климатические справочники. Для Краснодарского края ключевыми являются метеостанции, расположенные в Краснодаре, Анапе, Сочи, Армавире, Новороссийске и других крупных населённых пунктах.

На этапе проектирования заказчики и проектные организации обязаны использовать актуальные нормативные климатические данные, опубликованные в СП и ГОСТах. В случае строительства в районе, климатические параметры которого не представлены в таблицах, разрешается использовать данные многолетних наблюдений ближайшей метеостанции или заказывать индивидуальную климатическую справку у Росгидромета. Климатические параметры должны быть отражены: в разделе "Архитектурные и конструктивные решения", в теплотехнических расчётах, при расчёте нагрузок на несущие конструкции, в проектах систем отопления, вентиляции и кондиционирования, при выборе строительных материалов и наружных отделок.

Проекты, в которых параметры климатического воздействия учтены некорректно или не соответствуют действующим нормативам, не проходят государственную экспертизу и не допускаются к строительству.

С учётом изменяющегося климата и роста числа экстремальных погодных явлений в России в целом и на юге страны в частности, государственное климатическое регулирование в строительстве постоянно развивается. Ведутся работы по: актуализации климатических норм на основе новых данных наблюдений, разработке цифровых климатических моделей и электронных баз данных, учёту климатических рисков в зонах повышенной опасности (оползни, лавины, паводки, ураганы).

В ближайшие годы планируется обновление СП 131.13330 с учётом климатических изменений, а также создание цифровой платформы, объединяющей метеоданные, инженерные нормативы и автоматизированные расчёты.

Таким образом, нормативно-методическое обеспечение климатической информации в строительной отрасли представляет собой системную государственную функцию, направленную на обеспечение надёжности и безопасности строительства. В условиях Краснодарского края, с его разнообразными климатическими зонами, наличие чётких нормативных ориентиров и достоверной климатической информации особенно важно. Это позволяет обеспечить устойчивость объектов к внешним воздействиям, рационально использовать ресурсы и соответствовать требованиям энергоэффективности и долговечности.

ГЛАВА 2. АНАЛИЗ РЕЖИМА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН, ВЛИЯЮЩИХ НА СТРОИТЕЛЬНУЮ ОТРАСЛЬ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ.

Анализ режима метеорологических величин основывается на многолетних наблюдениях, проводимых метеорологическими станциями Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), а также на данных, приведённых в нормативных документах.

Основной задачей данной главы является систематизация и анализ количественных характеристик метеорологических параметров, оказывающих наибольшее влияние на строительную деятельность в Краснодарском крае. В первую очередь рассматриваются температурный режим, ветер, радиационный режим, а также продолжительность и характеристики отопительного периода.

2.1 Характеристики радиационного режима

Радиационный режим является одной из важнейших климатических характеристик, оказывающих многостороннее влияние как на технические процессы в строительной отрасли, так и на физиологическое состояние человека. Под радиационным режимом понимается совокупность параметров, описывающих поступление солнечной радиации, а также её распределение во времени и пространстве. Основные элементы радиационного режима — суммарная солнечная радиация, продолжительность солнечного сияния, альбедо, а также величина и интенсивность ультрафиолетового излучения.

В строительной отрасли интенсивность солнечного излучения и продолжительность солнечного сияния влияют на проектные решения при выборе теплоизоляции, ориентации зданий по сторонам горизонта,

конструкции кровли и фасадов, а также на рациональность применения солнечных энергосистем [1]. Особенно это актуально для южных регионов, таких как Краснодарский край, где высокие уровни солнечной радиации и большая продолжительность солнечного сияния создают как дополнительные строительные риски (перегрев, выгорание материалов, деформации конструкций), так и потенциальные преимущества (возможность использования пассивных и активных солнечных технологий) [7].

Вместе с тем радиационные условия оказывают заметное влияние и на здоровье и самочувствие человека. В биометеорологии солнечная радиация рассматривается как фактор, способствующий регуляции биологических ритмов, синтезу витамина D, улучшению психоэмоционального состояния и повышению иммунной активности. Однако чрезмерная инсоляция и высокие уровни ультрафиолетового излучения могут вызывать тепловые перегрузки, обострение сердечно-сосудистых и кожных заболеваний, особенно при длительном пребывании на открытом воздухе. Продолжительность солнечного сияния определяет световой режим помещений и влияет на комфорт и работоспособность людей.

Комплексная оценка радиационного режима необходима для разработки архитектурно-планировочных решений, выбора строительных материалов, обоснования мероприятий по защите от перегрева и инсоляции, а также для прогноза возможных биометеорологических последствий в условиях меняющегося климата.

Для анализа радиационного режима из «Научно-прикладного справочника по климату СССР», выпуск 13 [2] были взяты данные сумм прямой солнечной радиации для Сочи и Краснодара. По полученным данным был построен график годового хода данной величины (Рисунок 2.1). Видно, что пик прихода солнечной радиации приходится на июль и в целом летние

месяцы. Заметен очень сильный сезонный контраст данного показателя. В зимние месяцы, суммы прямой солнечной радиации упали больше, чем в 5 раз.

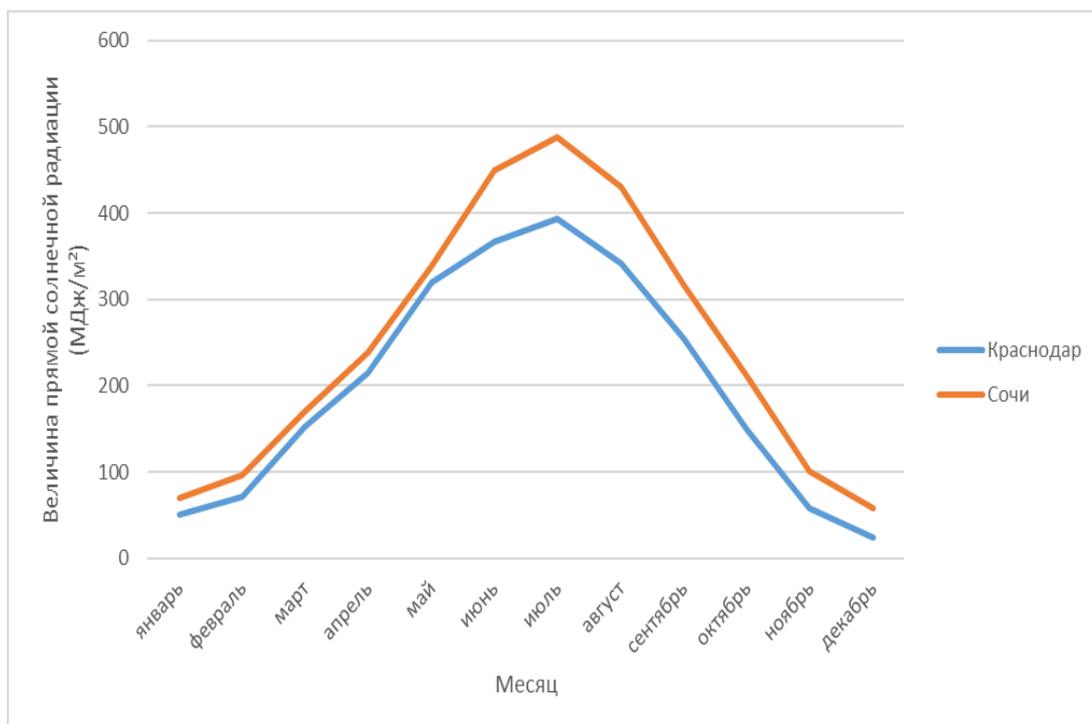


Рисунок 2.1 - Суммы прямой солнечной радиации (МДж/м²) за многолетний период

Для нескольких населенных пунктов Краснодарского края, а именно: Анапы, Армавира, Краснодара и Сочи был обработан массив данных среднемесячной продолжительности солнечного сияния с 1980 года по 2020 год [11]. В итоге по полученным данным был составлен график годового хода среднемесячной продолжительности солнечного сияния (Рисунок 2.2). Можно заметить, что максимальная продолжительность солнечного сияния, более 300 часов в месяц, во всех населенных пунктах приходится на июль-август, но даже в зимние и осенние месяцы данный показатель находится на высоком, относительно более северных регионов РФ, уровне – около 90 часов в месяц.

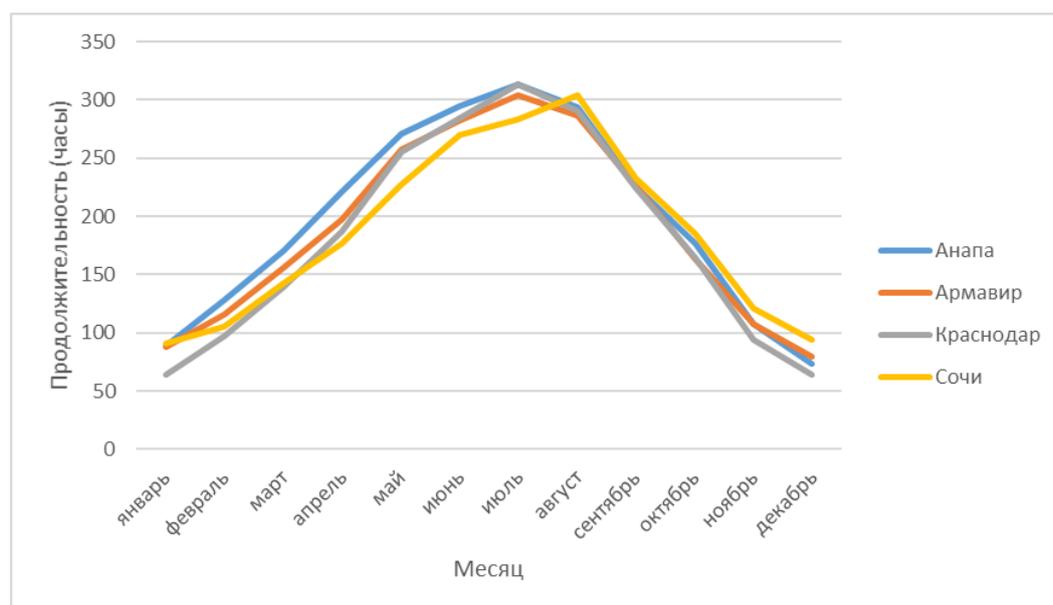


Рисунок 2.2 – среднемесячная продолжительность солнечного сияния (часы) в Краснодарском крае за исследуемый период

Высокие показатели солнечной радиации и продолжительности солнечного сияния в Краснодарском крае в первую очередь обусловлены географическим расположением региона. Краснодарский край расположен между 43 и 46 градусами северной широты, что обеспечивает более высокий угол падения солнечных лучей и увеличенную продолжительность светового дня.

2.2 Режим температуры воздуха

Температурный режим представляет собой один из основных климатических факторов, оказывающий комплексное воздействие на строительную отрасль, организацию производственных процессов, а также на здоровье и жизнедеятельность человека. Температурным режим – это многолетнее изменение температуры воздуха в течение суток, месяца, сезона и года, а также его пространственное распределение. Наряду с радиационным режимом, температурные условия определяют особенности формирования теплового баланса, прочностных характеристик материалов, степени

термической деформации строительных конструкций, а также режимов эксплуатации зданий и сооружений [1].

Температурный режим также имеет важное значение с точки зрения биометеорологии. Изменения температуры воздуха оказывают прямое влияние на тепловое самочувствие человека, частоту обострений сердечно-сосудистых и дыхательных заболеваний. Резкие колебания температуры, особенно в переходные сезоны, способны вызывать стрессовые реакции организма и увеличивать число обращений за медицинской помощью. Прогноз и анализ температурного режима используются при составлении рекомендаций по организации труда на открытом воздухе, проектировании климатических систем зданий и оптимизации условий жизнедеятельности населения.

Ниже представлен график (Рисунок 2.3) средних температур за год в населенных пунктах Краснодарского края. Для наблюдения был выбран временной промежуток с 1980 года по 2020 год [11].



Рисунок 2.3 – средняя температура воздуха (°C) Краснодарского края за исследуемый период

Будет заметно повышение температуры воздуха в каждом из городов. За 40 лет температура увеличилась чуть больше, чем на 1°C. Также графики ярко отражают влияние географического положения на температуру воздуха. Так, Сочи имеет гораздо более высокую среднюю температуру, чем Армавир, несмотря на нахождение в пределах одного региона. Основная причина – Сочи один из самых южных городов Краснодарского края, город расположен на 43 градусе северной широты. Также горный рельеф местности защищает Сочи от северных и восточных холодных ветров, а Черное море в зимний период смягчает понижение температуры. Армавир же расположен севернее, в равнинной местности и вдали от крупных водоемов, что объясняет наиболее низкую температуру воздуха среди выбранных городов.

На примере Краснодара построим график годового хода среднемесячных температур за исследуемый период с 1980 года по 2020 год (Рисунок 2.4), и точно такой же график, но используя многолетние значения из «Научно-прикладного справочника по климату СССР», выпуск 13 (Рисунок 2.5) [2].

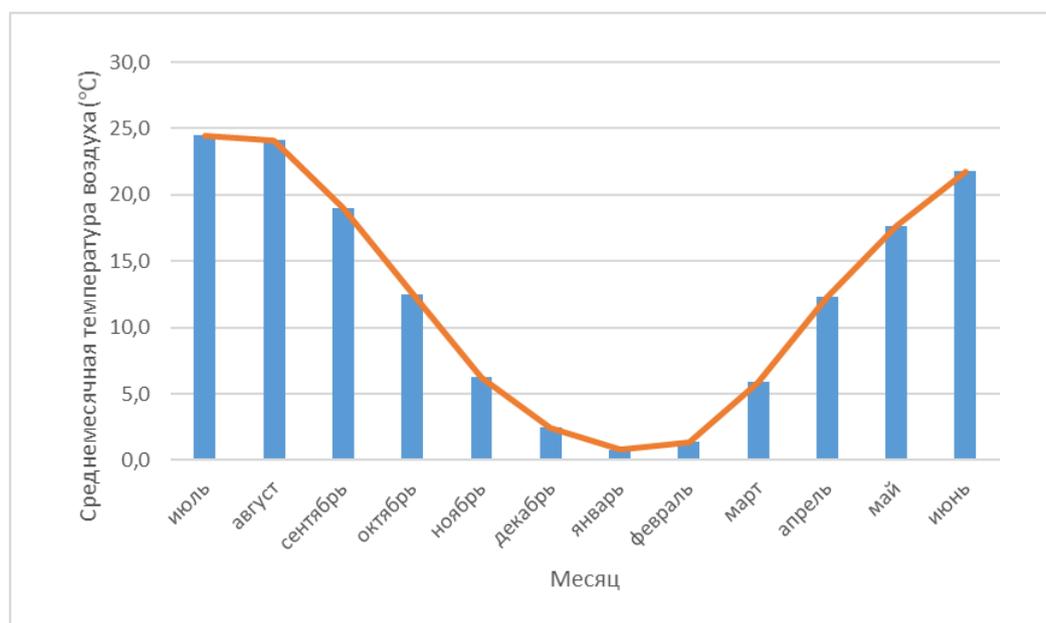


Рисунок 2.4 – годовой ход среднемесячных температур (°C) в Краснодаре за исследуемый период

Можно заметить, что в общем и в целом, температурный ход не изменился. Самая высокая средняя температура наблюдается в июле, а самая низкая в декабре. На сравнительной диаграмме (Рисунок 2.6) также отчетливо видно увеличение температуры воздуха в каждом месяце, а в среднем между исследуемыми временными промежутками температура увеличилась на 1,4°C.

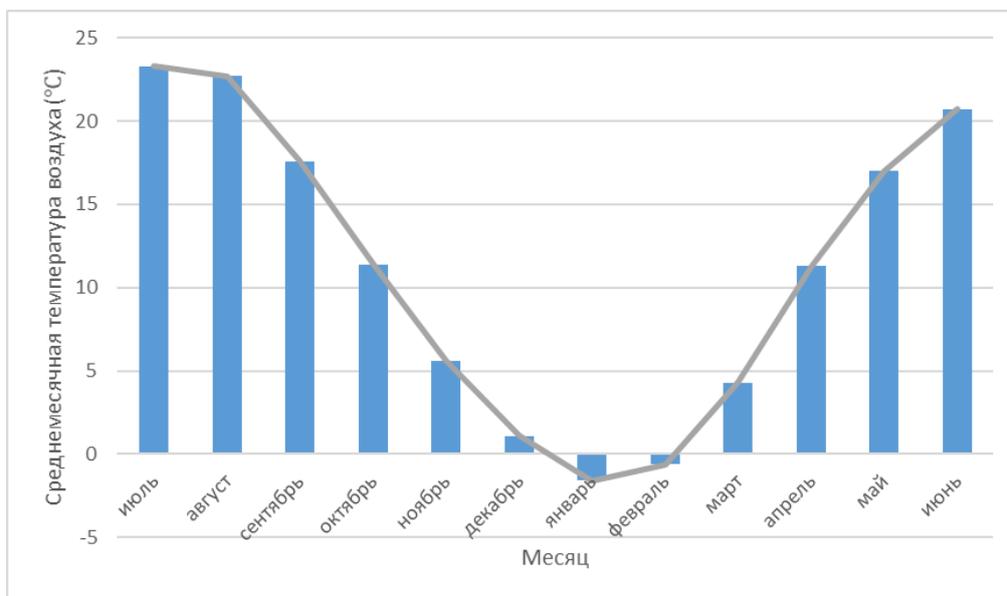


Рисунок 2.5 – годовой ход среднемесячных температур (°C) в Краснодаре за многолетний период

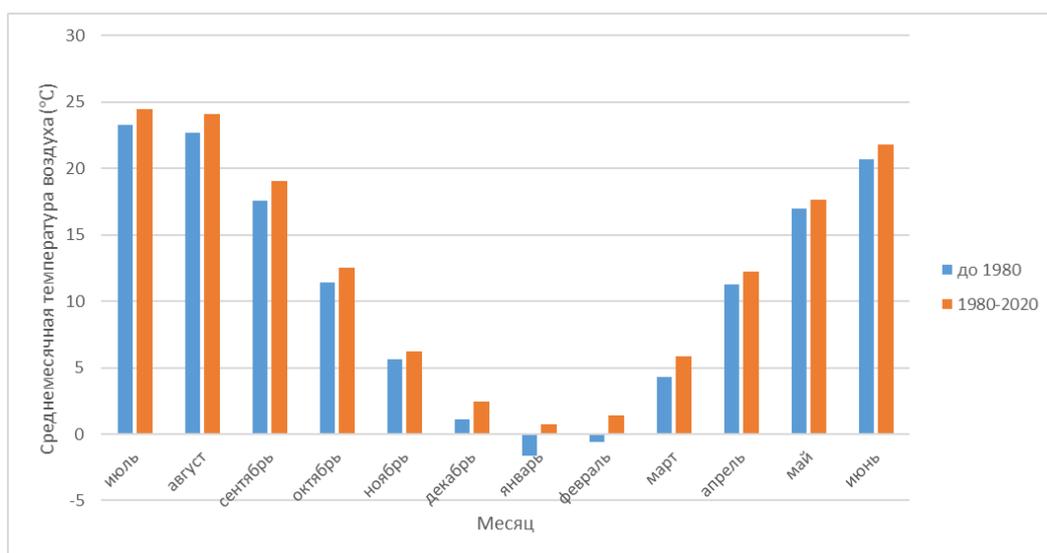


Рисунок 2.6 – сравнительный график значений температур (°C) за исследуемый и многолетний периоды в Краснодаре

Построив диаграммы хода экстремальных значений температур для промежутка с 1980 год по 2020 год (Рисунок 2.7) и для многолетних значений (Рисунок 2.8), замечаем, что минимальные значения температур увеличились, а максимальные значения в большинстве своем уменьшились. Также с помощью графика разницы амплитуд экстремальных значений температуры (Рисунок 2.9) видим, что амплитуда сократилась, особенно сильно в осенне-зимний период.

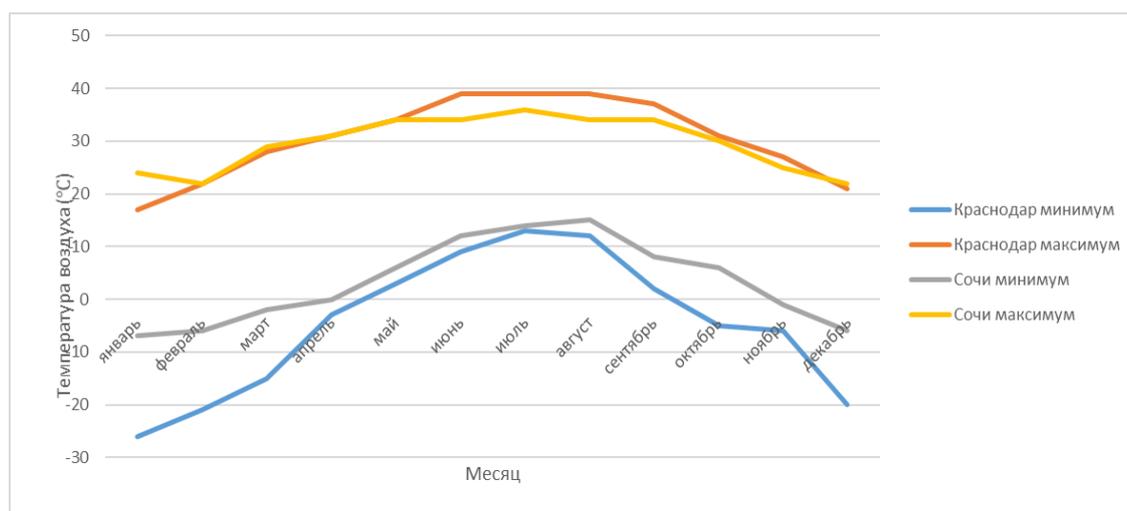


Рисунок 2.7 – годовой ход экстремальных значений температур (°C) за исследуемый период

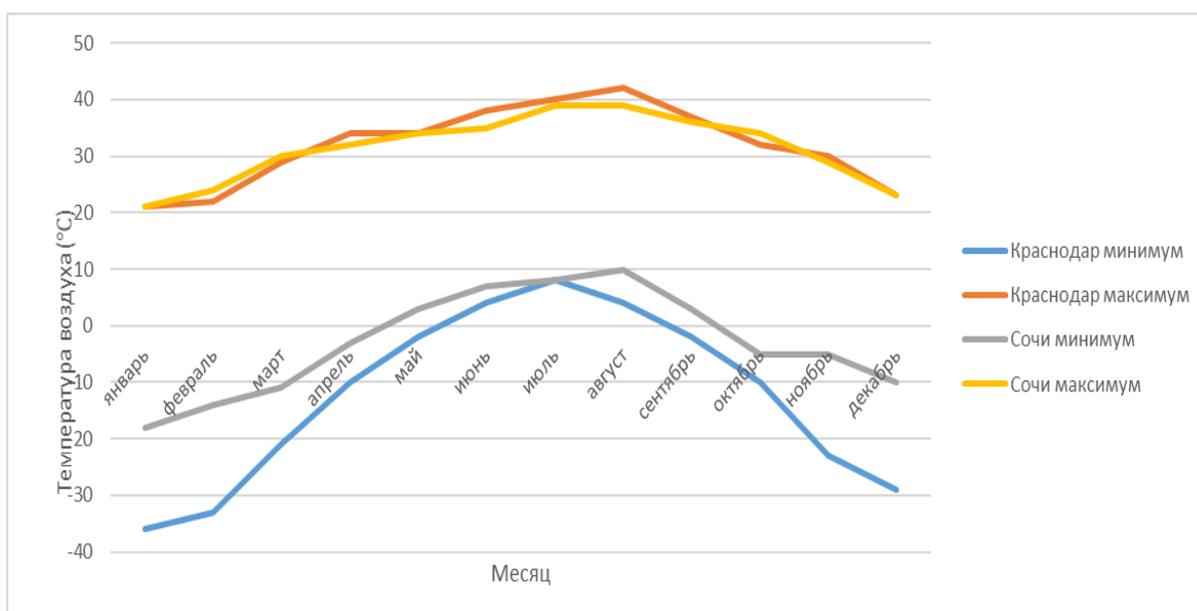


Рисунок 2.8 – годовой ход экстремальных значений температур (°C) за многолетний период

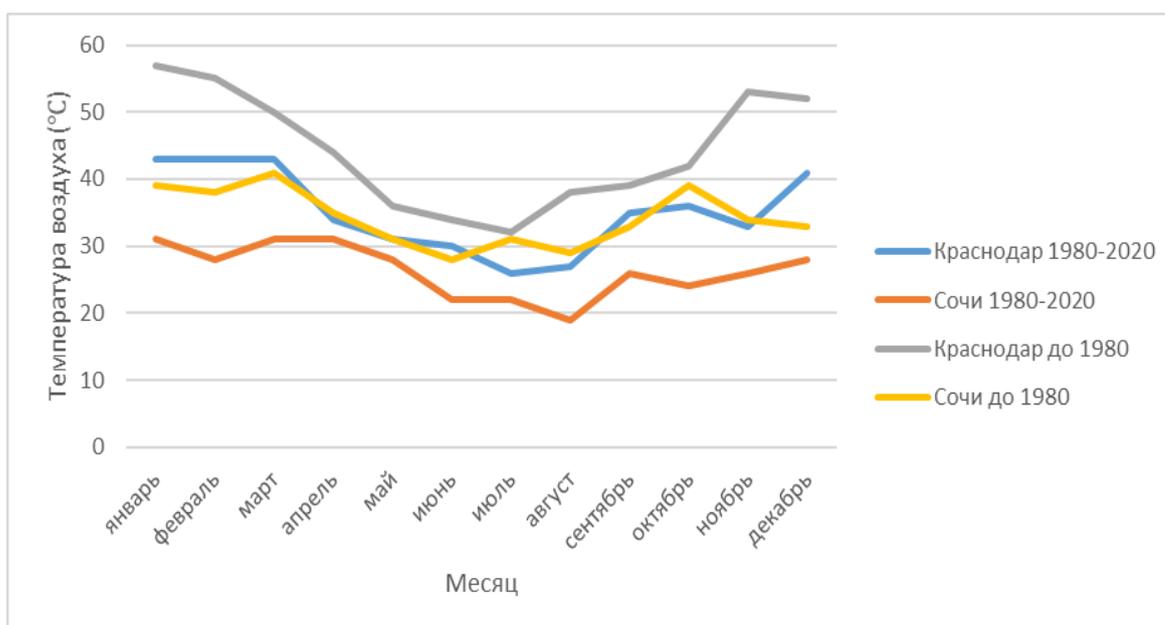


Рисунок 2.9 – годовой ход амплитуд экстремальных значений температур (°C) за исследуемый и многолетний периоды

Характеристика температурного режима является важнейшей частью климатического обслуживания строительной отрасли и медицинской оценки условий среды обитания человека. Учет температурных особенностей региона необходим для обеспечения энергоэффективности и надежности сооружений, а также для снижения нагрузок на здоровье человека.

2.3. Ветровой режим и осадки в Краснодарском крае

Ветровой режим и количество атмосферных осадков являются важными климатическими параметрами, существенно влияющими на проектирование и эксплуатацию зданий, выбор строительных материалов, а также на организацию строительных работ. Ветровая активность определяет ветровую нагрузку на конструкции и необходимость в мероприятиях по защите от ветра. Осадки, в свою очередь, влияют на долговечность покрытий, устойчивость фундаментов и график строительных работ на открытом воздухе [1].

Для проведения анализа режима осадков были взяты среднемесячное количество осадков с 1980 год по 2020 год и среднемесячное количество

осадков за многолетний период [2,11]. Как можно увидеть на графике (Рисунок 2.10) годовой ход среднемесячных сумм осадков практически не изменился.

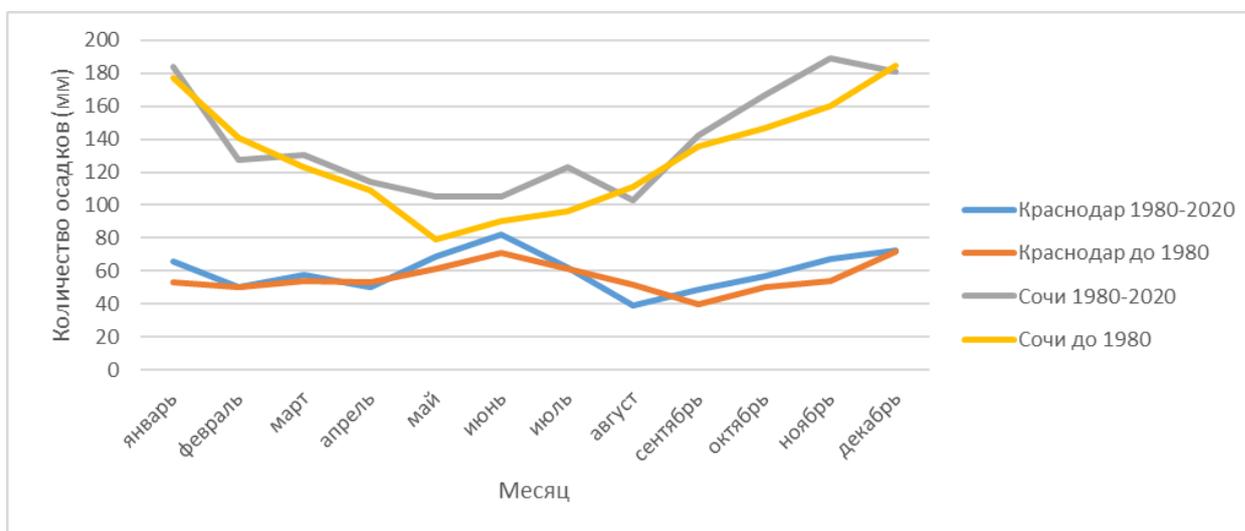


Рисунок 2.10 – среднемесячная сумма осадков (мм) за исследуемый и многолетний периоды

В зимние месяцы количество осадков осталось примерно на одном уровне, в то время как в период с конца весны по конец осени (за исключением августа месяца, в который за период с 1980 года по 2020 год выпало меньшее количество осадков, чем за многолетний период) произошло заметное увеличение количества осадков. В исследуемом временном промежутке максимальное количество осадков приходится на июнь в Краснодаре и ноябрь в Сочи, тогда как минимальное значение фиксируется в августе, в каждом из населенных пунктов. Если анализировать многолетний период, то максимум будет приходится на декабрь в обоих городах, а минимум в сентябре в Краснодаре и в мае в Сочи. Также по сравнению с многолетними значениями среднемесячная сумма осадков увеличилась на 4 мм (с 56 мм до 60 мм) в Краснодаре и на 9 мм (с 130 мм до 139 мм) в Сочи.

Исходя из анализа данных за исследуемый и многолетний периоды, прослеживается заметное увеличение количества осадков на территории Краснодарского края в летне-осенний период, что может быть связано с

общим увеличением температуры воздуха, а, следовательно, и увеличением влагоемкости в атмосфере.

Произведя анализ годового хода среднемесячной скорости ветра за многолетний и исследуемый периоды (с 1980 года по 2020 год) в населенных пунктах Краснодарского края, таких как: Краснодар, Сочи и Анапа (Рисунок 2.11), замечаем, что в целом ход скорости ветра не изменился, а значения в период с 1980 года по 2020 год, ниже многолетних значений.

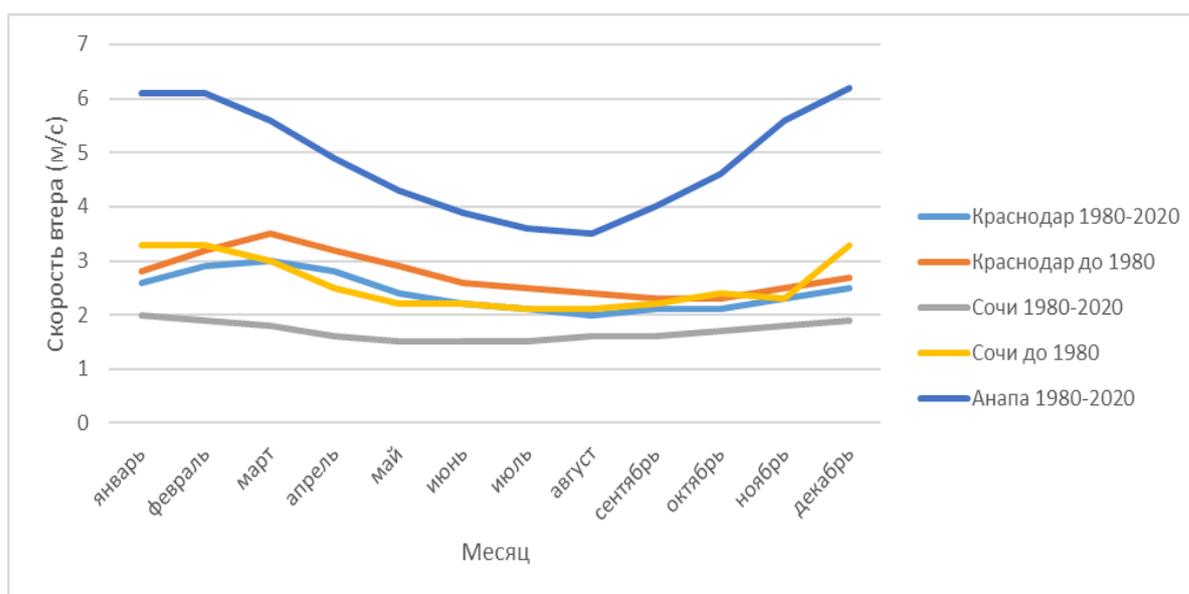


Рисунок 2.11 – годовой ход среднемесячной скорости ветра (м/с) за исследуемый и многолетний периоды

Особенно заметна разница для города Сочи, где среднегодовая скорость ветра уменьшилась на 0,9 м/с. Минимальные значения скорости ветра приходятся на период с мая по июль (1,5 м/с) в Сочи, в июле и с сентября по октябрь (2,1 м/с) в Краснодаре и в августе (3,5 м/с) в Анапе. Заметим, что в Анапе среднемесячная скорость ветра намного выше, за счет того, что город расположен на открытом равнинном побережье и не имеет ландшафтных препятствий для снижения скорости ветра.

Построив график годового хода порывов и максимальных месячных скоростей ветра (Рисунок 2.12) по данным из «Научно-прикладного справочника по климату СССР», выпуск 13, заметим, что Краснодар, в

отличии от Сочи имеет довольно неравномерный ход максимальной скорости ветра. В Краснодаре максимальная скорость ветра фиксировалась в марте и равнялась 40 м/с, в остальные же месяцы не превышала 28 м/с. В Сочи максимальная скорость ветра достигала 34 м/с в декабре. Минимальные из максимальных скоростей ветра наблюдались в Краснодаре в июне августе и ноябре – 17 м/с, в Сочи в мае -18 м/с.



Рисунок 2.12 – годовой ход максимальной скорости ветра и порывов (м/с) за многолетний период

Далее по значениям за исследуемый период для населенных пунктов Краснодарского края (Анапа, Сочи, Краснодар) были построены и проанализированы графики повторяемости направлений ветра в январе (Рисунок 2.13), марте (Рисунок 2.14), июле (Рисунок 2.15) и октябре (Рисунок 2.16). На графиках видно, что в Анапе максимально часто наблюдается в январе, июле и октябре ветер с северо-восточного направления и в марте с северо-восточного и южного направлений. В Краснодаре же преобладает восточное направление ветра, однако в июле не наблюдается преобладающего направления ветра, а значительную часть времени, как и в октябре наблюдался штиль. В Сочи только в январе и марте присутствует преобладающее

направление ветра – восточное. Также можно заметить, что в Анапе почти не наблюдается такое явление, как штиль.

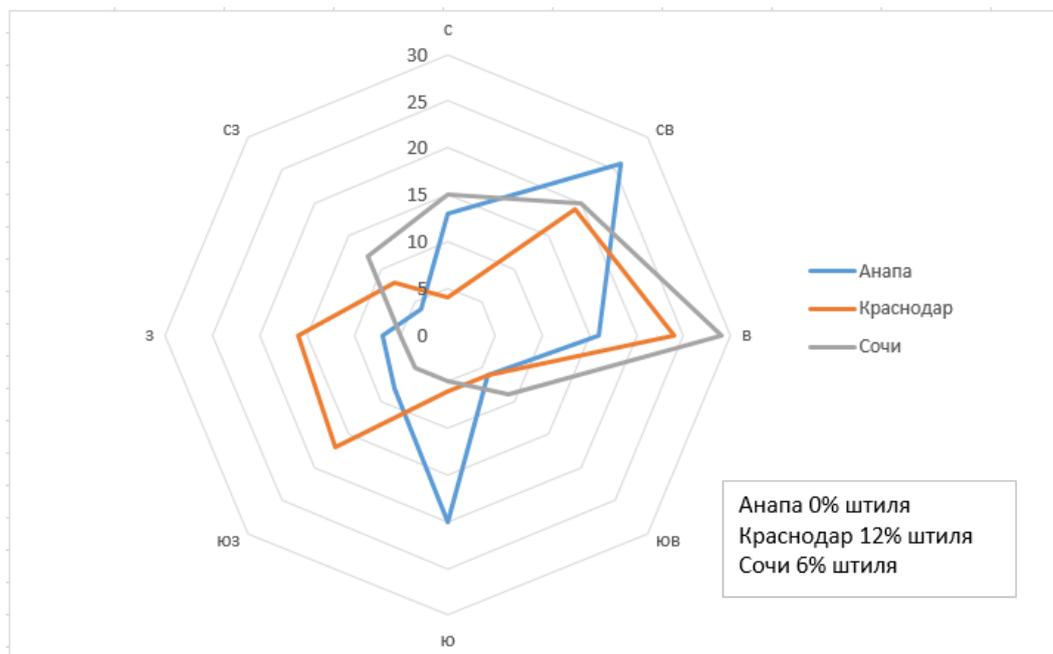


Рисунок 2.13 – повторяемость направлений ветра (%) в январе за исследуемый период

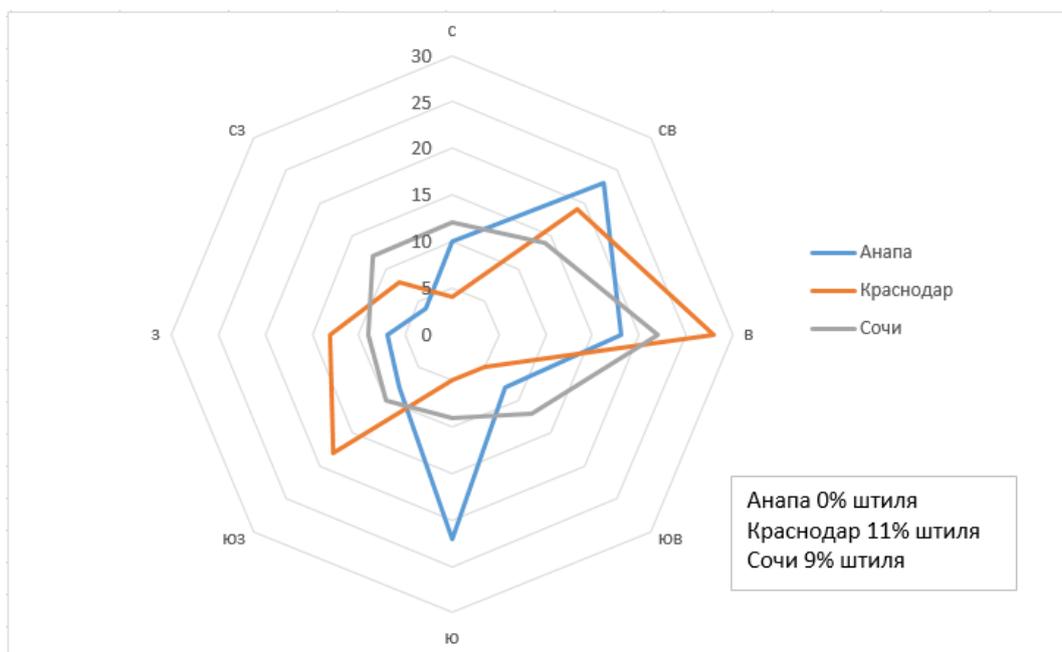


Рисунок 2.14 – повторяемость направлений ветра (%) в марте за исследуемый период

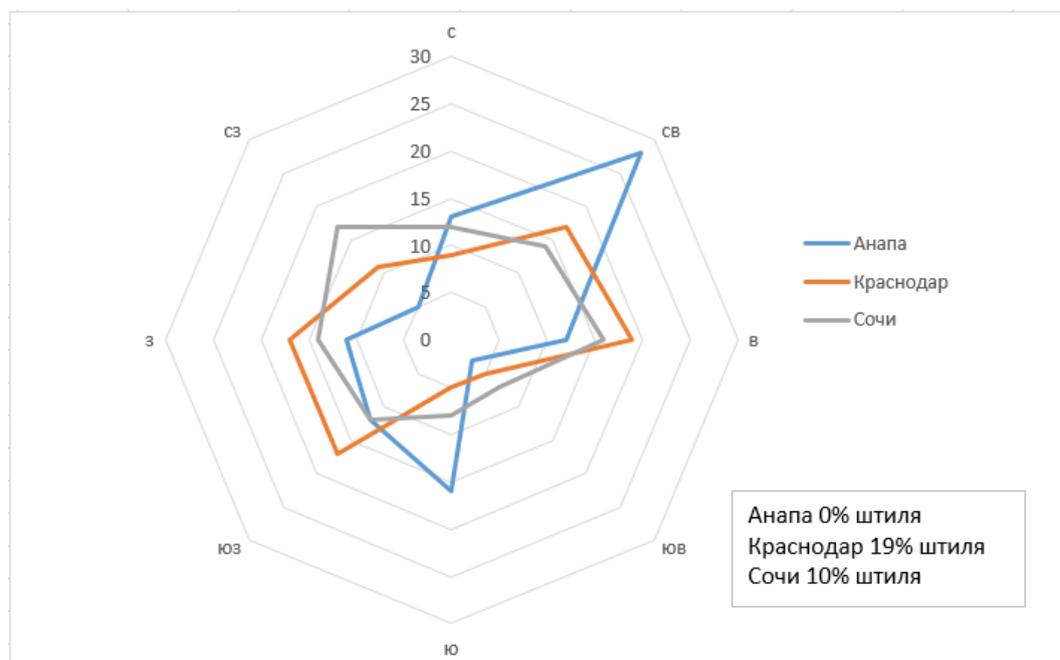


Рисунок 2.15 – повторяемость направлений ветра (%) в июле исследуемый период

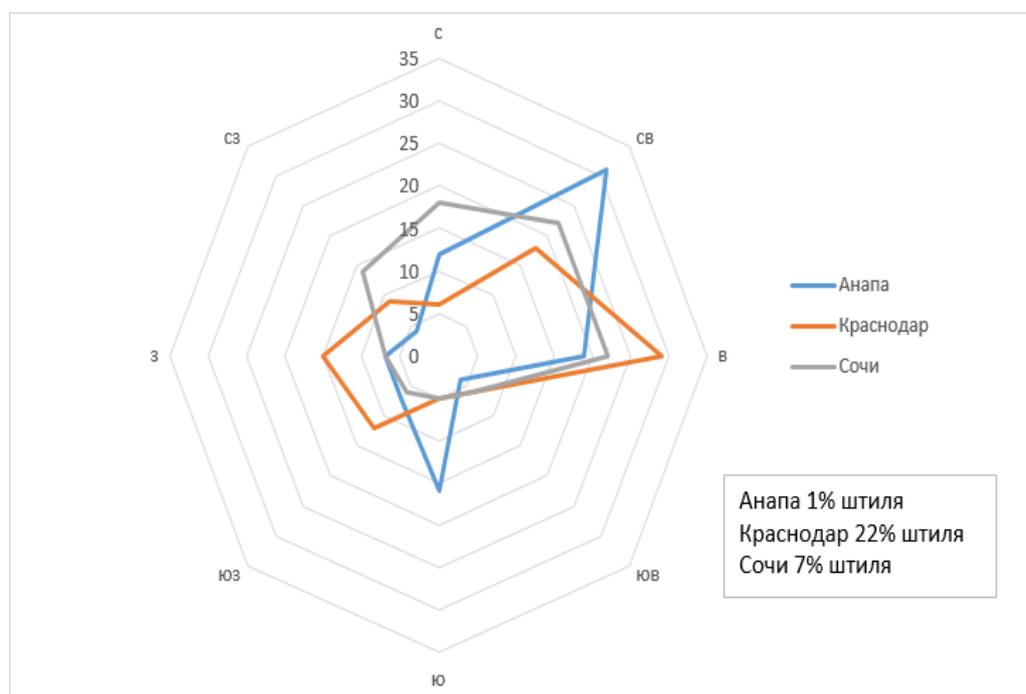


Рисунок 2.16 – повторяемость направлений ветра (%) в октябре исследуемый период

На графике многолетних значений вероятности повторяемости скоростей ветра в январе, марте, июле и октябре в Сочи за (Рисунок 2.17) можно заметить, что наибольшую вероятность повторяемости в году имеет

скорость ветра до 1 м/с, затем идут градации 2 – 3 м/с, 4 – 5 м/с и так далее. Из тенденции выбивается только градация 10-11 м/с, у которой вероятность повторяемости в январе достигает 16%.

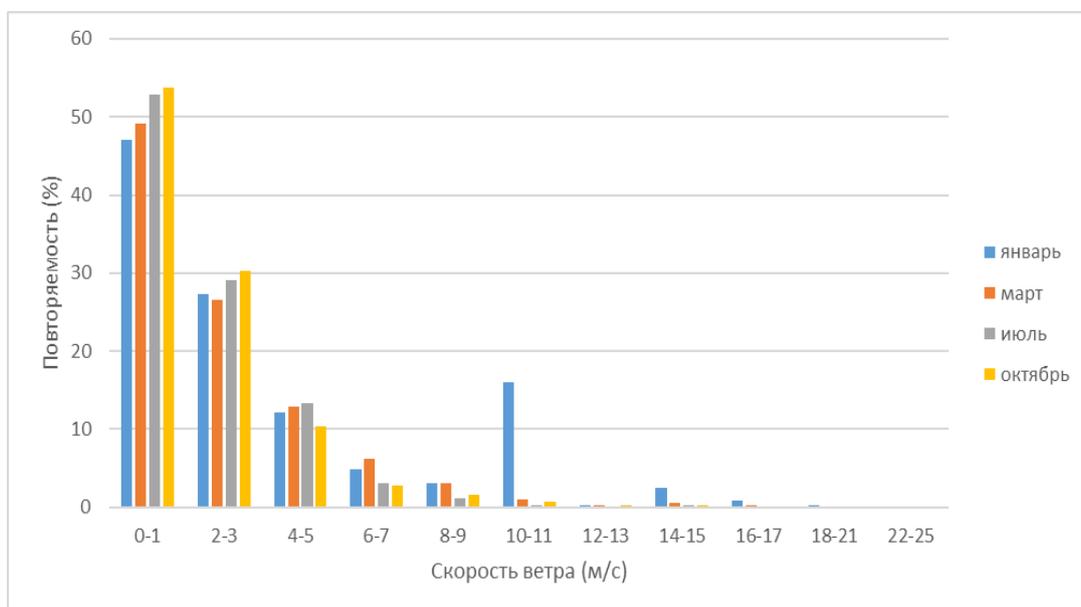


Рисунок 2.17 – вероятность повторяемости скоростей ветра (%) в Сочи в январе, марте, июле и октябре за многолетний период

В итоге данной главы можно сделать вывод, что важнейшие для строительной отрасли климатические характеристики могут значительно изменяться со временем. Соответственно, при расчете необходимых в строительстве показателей и характеристик следует применять актуальные данные. Показанные в этой главе сравнительные графики климатических характеристик дают представление о динамике их изменений.

ГЛАВА 3. ОЦЕНКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ.

Эффективное проектирование, строительство и эксплуатация зданий и сооружений требует учёта не только общих метеорологических параметров, но и целого ряда специализированных климатических характеристик, оказывающих влияние на строительный процесс, долговечность конструкций и безопасность эксплуатации объектов. К таким параметрам относятся: глубина промерзания грунта, снеговая и ветровая нагрузки, продолжительность отопительного сезона, частота экстремальных погодных явлений и другие. В данной главе производится расчет и оценка специализированных климатических характеристик.

3.1. Показатели поглощенной радиации на вертикальные стены зданий

Основными компонентами влияния солнечной радиации на здания являются: прямая солнечная радиация, рассеянная солнечная радиация и отраженная радиация (альбедо).

Для начала, чтобы рассчитать величину поглощенной стенами здания радиации, нам необходим показатель S_b – прямой солнечная радиация, приходящая к вертикальной поверхности формула (3.1) [10].

$$S_b = S' \cdot K_s \quad (3.1),$$

где S' – показатель прямой солнечной радиации, K_s – коэффициент пересчета [10].

Далее, мы определяем Отраженную к стене от земной поверхности радиацию (R_r) определяем по формуле (3.2) [10].

$$R_r = \frac{Q_r A_k}{100} \quad (3.2),$$

где Q_r – суммарная радиация, приходящая на горизонтальную поверхность, A_k – альbedo участков, примыкающих к зданию [10].

Затем высчитываем поступающая на вертикальную стену, суммарную радиацию (Q_b), которая определяется по формуле (3.3) [10].

$$Q_b = S_b + \frac{D_r}{2} + \frac{R_r}{2} \quad (3.3),$$

где D_r – рассеянная радиация, поступающие на горизонтальную поверхность [10].

И осталось рассчитать величину поглощенной радиации стенами здания (B_b) по формуле (3.4) [10].

$$B_b = Q_b(1 - A_c) \quad (3.4),$$

где A_c – альbedo стены [10].

Значения S' , Q_r , A_k , D_r , необходимые для расчетов, взяты из «Научно-прикладного справочника по климату СССР», выпуск 13 (таблица 3.3). Коэффициент пересчета K_s для Краснодара взят при приблизительном значении 50 градусов северной широты, а для Сочи – 40 градусов северной широты (Таблица 3.1). Значение альbedo стен A_c было выбрано для бетонной шероховатой поверхности белого цвета (70%) (Таблица 3.2).

Таблица 3.1 – значения коэффициента пересчета K_s [10]

Градусы с. ш.		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>Южная ориентация</i>													
40		2,15	1,50	0,92	0,51	0,28	0,19	0,23	0,39	0,71	1,20	1,85	2,40
50		3,50	2,20	1,30	0,73	0,44	0,34	0,38	0,60	1,00	1,75	2,90	4,10
60		7,20	3,50	1,85	1,03	0,64	0,50	0,56	0,83	1,44	2,60	5,50	
70				3,20	1,44	0,86	0,64	0,72	1,10	2,20	5,35		
<i>Восточная и западная ориентации</i>													
40	В	0,55	0,50	0,46	0,44	0,42	0,40	0,44	0,41	0,46	0,50	0,48	0,54
	З	0,56	0,54	0,48	0,40	0,35	0,34	0,40	0,42	0,43	0,42	0,48	0,54
50	В	0,68	0,65	0,61	0,53	0,48	0,46	0,47	0,49	0,56	0,62	0,66	0,86
	З	0,75	0,69	0,61	0,47	0,42	0,40	0,43	0,44	0,50	0,58	0,66	0,86
<i>Северная ориентация</i>													
40					0,01	0,04	0,08	0,06	0,02				
50					0,02	0,06	0,10	0,08	0,03				
60					0,02	0,09	0,14	0,12	0,06				
70					0,07	0,24	0,40	0,35	0,15				

Таблица 3.2 – значения альбедо строительных материалов A_c [10]

Наименование материалов и тип	Свойства поверхности	Цвет поверхности	Альбедо, %
Кирпич	Гладкая	Белый	70
		Розовый	50
		Темно-розовый	30
	Шероховатая	Коричневый	10
	Силикатный	Светлый	45-60
Бетонная панель	Шероховатый	Белый	70
Рубероид		Темно-коричневый	12
Оцинкованная сталь		Светло-серый	35
Черепица		Светло-красный	40

Таблица 3.3 – значения S', Q_r, A_k, D_r для Сочи и Краснодара за многолетний период [2]

	Краснодар				Сочи			
	S'	D_r	Q_r	A_k	S'	D_r	Q_r	A_k
январь	50	80	130	37	70	82	152	25
февраль	71	117	188	26	96	115	211	24
март	153	175	327	19	170	177	347	20
апрель	215	221	436	16	238	220	458	20
май	319	280	600	18	339	259	599	21
июнь	367	287	654	18	449	288	737	21
июль	393	279	671	18	488	255	743	21
август	342	233	576	17	431	215	647	22
сентябрь	255	174	429	18	317	168	485	21
октябрь	149	131	281	17	212	134	345	23
ноябрь	58	76	134	18	101	89	190	24
декабрь	24	63	86	28	58	73	131	22

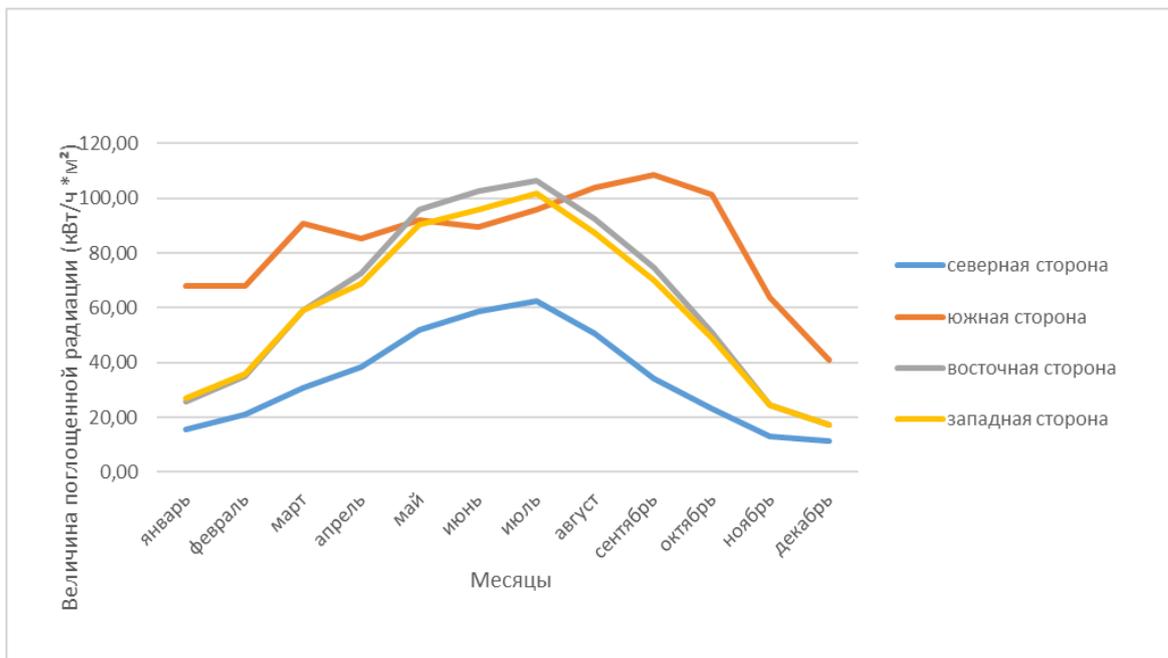
Проведя все необходимые расчеты по формулам, мы получаем показатели поглощенной радиации для северной, южной западной и восточной стен зданий в Сочи и Краснодаре (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – расчет поглощенной солнечной радиации для северной, южной, западной и восточной стен зданий Сочи и Краснодара за многолетний период.

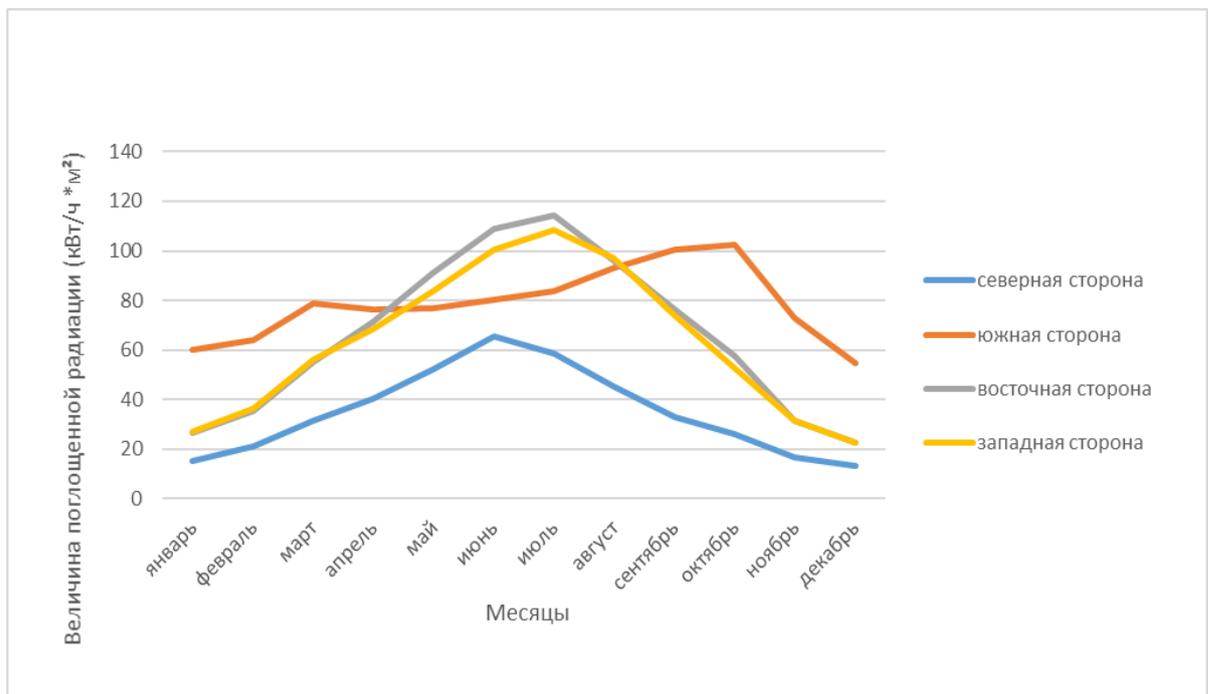
Краснодар													
показатель	сторона	месяц											
		январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
S`		50	71	153	215	319	367	393	342	255	149	58	24
Ks`	северная	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,06	0,10	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00
	южная	3,50	2,20	1,30	0,73	0,44	0,34	0,38	0,60	1,00	1,75	2,90	4,10
	западная	0,75	0,69	0,61	0,47	0,42	0,40	0,43	0,44	0,50	0,58	0,66	0,86
	восточная	0,68	0,65	0,61	0,53	0,48	0,46	0,47	0,49	0,56	0,62	0,66	0,86
Sв	северная	0,00	0,00	0,00	0,00	6,38	22,02	39,30	27,36	7,65	0,00	0,00	0,00
	южная	175	156,2	198,9	156,95	140,36	124,78	149,34	205,2	255	260,75	168,2	98,4
	западная	37,5	48,99	93,33	101,05	133,98	146,8	168,99	150,48	127,5	86,42	38,28	20,64
	восточная	34	46,15	93,33	113,95	153,12	168,82	184,71	167,58	142,8	92,38	38,28	20,64
Dr		80	117	175	221	280	287	279	233	174	131	76	63
Dr/2		40	58,5	87,5	110,5	140	143,5	139,5	116,5	87	65,5	38	31,5
Qr		130	188	327	436	600	654	671	576	429	281	134	86
Ак		37	26	19	16	18	18	18	17	18	17	18	28
Rr		24,05	24,44	31,065	34,88	54	58,86	60,39	48,96	38,61	23,885	12,06	12,04
Qв	северная	52,03	70,72	103,03	127,94	173,38	194,95	209,00	168,34	113,96	77,44	44,03	37,52
	южная	227,03	226,92	301,93	284,89	307,36	297,71	319,04	346,18	361,31	338,19	212,23	135,92
	западная	89,53	119,71	196,36	228,99	300,98	319,73	338,69	291,46	233,81	163,86	82,31	58,16
	восточная	86,03	116,87	196,36	241,89	320,12	341,75	354,41	308,56	249,11	169,82	82,31	58,16
Ac		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Bв	северная	15,61	21,22	30,91	38,38	52,01	58,49	62,70	50,50	34,19	23,23	13,21	11,26
	южная	68,11	68,08	90,58	85,47	92,21	89,31	95,71	103,85	108,39	101,46	63,67	40,78
	западная	26,86	35,91	58,91	68,70	90,29	95,92	101,61	87,44	70,14	49,16	24,69	17,45
	восточная	25,81	35,06	58,91	72,57	96,04	102,53	106,32	92,57	74,73	50,95	24,69	17,45

Сочи													
показатель	сторона	месяц											
		январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
S`		70	96	170	238	339	449	488	431	317	212	101	58
Ks`	северная	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,08	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
	южная	2,15	1,50	0,92	0,51	0,28	0,19	0,23	0,39	0,71	1,20	1,85	2,40
	западная	0,56	0,54	0,48	0,40	0,35	0,34	0,40	0,42	0,43	0,42	0,48	0,54
	восточная	0,55	0,50	0,46	0,44	0,42	0,40	0,44	0,41	0,46	0,50	0,48	0,54
Sв	северная	0,00	0,00	0,00	2,38	13,56	35,92	29,28	8,62	0,00	0,00	0,00	0,00
	южная	150,5	144	156,4	121,38	94,92	85,31	112,24	168,09	225,07	254,4	186,85	139,2
	западная	39,2	51,84	81,6	95,2	118,65	152,66	195,2	181,02	136,31	89,04	48,48	31,32
	восточная	38,5	48	78,2	104,72	142,38	179,6	214,72	176,71	145,82	106	48,48	31,32
Dr		82	115	177	220	259	288	255	215	168	134	89	73
Dr/2		41	57,5	88,5	110	129,5	144	127,5	107,5	84	67	44,5	36,5
Qr		152	211	347	458	599	737	743	647	485	345	190	131
Ак		25	24	20	20	21	21	21	22	21	23	24	22
Rr		19	25,32	34,70	45,80	62,90	77,39	78,02	71,17	50,93	39,68	22,8	14,41
Qв	северная	50,5	70,16	105,85	135,28	174,51	218,61	195,79	151,71	109,46	86,84	55,9	43,71
	южная	201	214,16	262,25	254,28	255,87	268,00	278,75	311,18	334,53	341,24	242,75	182,91
	западная	89,7	122	187,45	228,10	279,60	335,35	361,71	324,11	245,77	175,88	104,38	75,03
	восточная	89	118,16	184,05	237,62	303,33	362,29	381,23	319,80	255,28	192,84	104,38	75,03
Ac		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Bв	северная	15,15	21,05	31,76	40,58	52,35	65,58	58,74	45,51	32,84	26,05	16,77	13,11
	южная	60,30	64,25	78,68	76,28	76,76	80,40	83,62	93,35	100,36	102,37	72,83	54,87
	западная	26,91	36,60	56,24	68,43	83,88	100,61	108,51	97,23	73,73	52,76	31,31	22,51
	восточная	26,70	35,45	55,22	71,29	91,00	108,69	114,37	95,94	76,58	57,85	31,31	22,51

По полученным значениям поглощенной солнечной радиации можно построить график годового хода данной величины для северной, южной, восточной и западной ориентации стен (Рисунок 3.1, 3.2).



*Рисунок 3.1 – годовой ход поглощенной солнечной радиации (кВт/ч*м²), стенами северной, южной, восточной и западной ориентаций в Краснодаре за многолетний период*



*Рисунок 3.2 – годовой ход поглощенной солнечной радиации (кВт/ч*м²), стенами северной, южной, восточной и западной ориентаций в Сочи за многолетний период*

Проанализировав графики, можно сделать вывод, что в Краснодаре наименьшее количество поглощенной солнечной радиации получает северная стена, западная и восточная стены имеют примерно одинаковые значения поглощенной солнечной радиации, а южная сторона получает наибольшее количество поглощенной солнечной радиации. Наибольшие значения поглощенной солнечной радиации для северной, западной и восточной стен фиксируются в июле, для южной стены – в сентябре. Наименьшие значения для северной, южной, восточной и западной стен зафиксированы в декабре.

Для Сочи замечаем похожую ситуацию. Северная стена принимает также наименьшие значения поглощенной солнечной радиации, восточная и западная стороны примерно поровну. Но при этом в летний период западная и восточная стены получают значительно большее количество поглощенной солнечной радиации, чем южная. Пик поглощенной солнечной радиации для северной стены приходится на июнь, для восточной и западной – на июль, для южной – на октябрь. Минимальные значения для каждой ориентации стен приходятся на декабрь. Также, по построенным графикам возможно определить амплитуду экстремальных значений (таблица 3.5).

Таблица 3.5 – экстремальные значения поглощенной солнечной радиации, периоды их наступления и амплитуды

Краснодар				
	ориентация стен			
	север	юг	восток	запад
максимальные значения	июль	сентябрь	июль	июль
минимальные значения	декабрь	декабрь	декабрь	декабрь
амплитуда (кВт/ч*м ²)	51,44	67,62	88,87	84,16
Сочи				
	ориентация стен			
	север	юг	восток	запад
максимальные значения	июнь	октябрь	июль	июль
минимальные значения	декабрь	декабрь	декабрь	декабрь
амплитуда (кВт/ч*м ²)	52,47	47,50	91,86	86,00

Данные вычисления необходимо выполнять при планировании строительного процесса, чтобы рассчитать тепловой баланс зданий и выбрать необходимые строительные материалы.

3.2. Оценка тепловых характеристик для строительной отрасли

В тепловые характеристики строительной отрасли, которые определяют насколько эффективно здание сохраняет тепло зимой и защищает от перегрева летом, как правило входят: продолжительность отопительного сезона, значение вентиляционной температуры температура наиболее жарких и холодных суток, а также температура наиболее холодной пятидневки.

При расчете продолжительности отопительного сезона необходимо построить графики годового хода среднемесячных температур и проанализировать их. Как правило, отопительный сезон начинается при устойчивом переходе температуры воздуха через 8°C [10]. Для анализа были построены графики для Анапы, Армавира, Краснодара и Сочи за промежуток с 1980 года по 2020 год с интервалом в 10 лет (Приложение, рисунки А – Р), для Сочи и Краснодара также были построены графики по многолетним значениям (Приложение, рисунки С – Т). Расчет продолжительности отопительного сезона будет показан на примере графика годового хода среднемесячных температур для Краснодара с 1980 года по 1989 год (Рисунок 3.3). В данном временном промежутке продолжительность отопительного сезона составила 148 дней, отопительный сезон продолжался с 28 октября по 25 марта, а средняя температура воздуха за отопительный сезон составила $2,4^{\circ}\text{C}$.

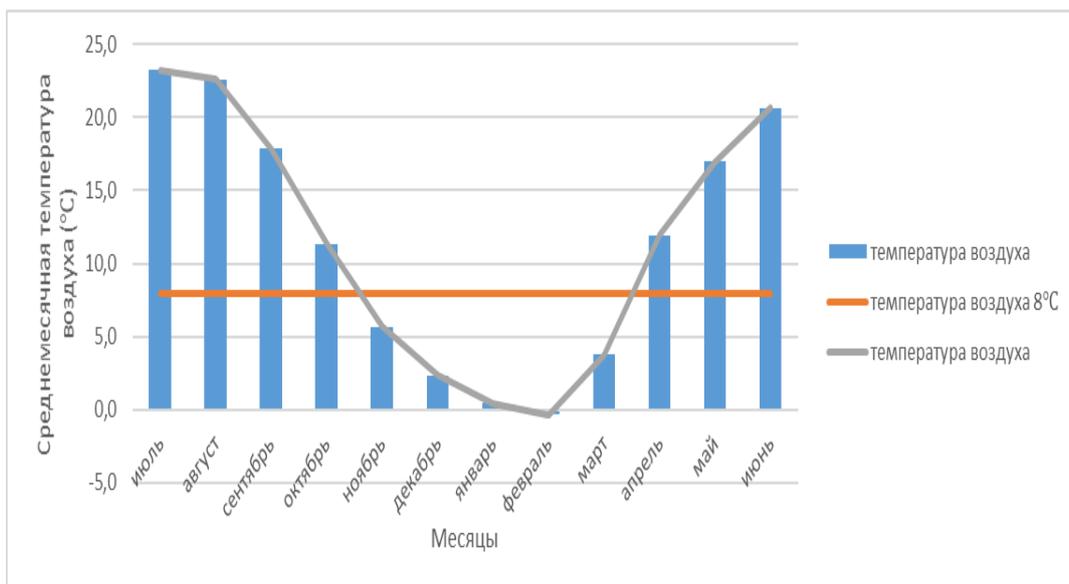


Рисунок 3.3 – годовой ход среднемесячной температуры воздуха (°C) с 1980 года по 1989 год в Краснодаре

На основе проанализированных графиков были определены дата начала и конца отопительного сезона, а также его продолжительность (Таблица 3.6) Для наглядности также была составлена диаграмма продолжительности отопительного сезона (Рисунок 3.4).

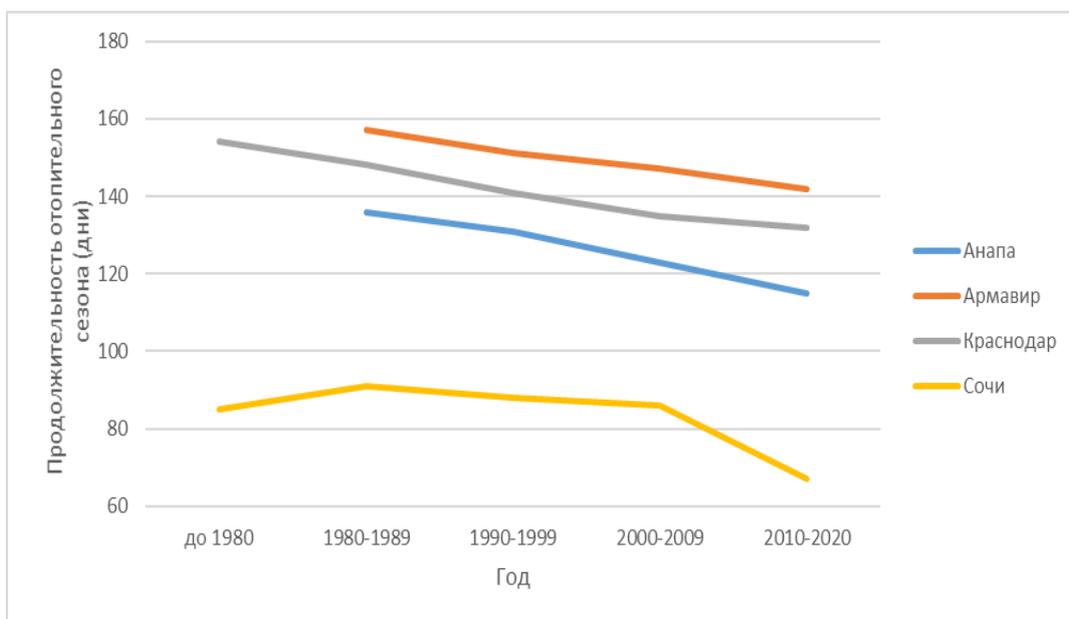


Рисунок 3.4 – продолжительность отопительного сезона (дни) за исследуемый и многолетний периоды

За счет графиков можно отчетливо увидеть уменьшение отопительного сезона во всех населенных пунктах, что связано с увеличением температуры воздуха (табл.3.6).

Таблица 3.6 – продолжительность, дата начала и конца отопительного сезона в Анапе, Армавире, Краснодаре и Сочи за исследуемый и многолетний периоды

Анапа			
годы	дата начала	дата завершения	продолжительность (дни)
до 1980			
1980-1989	10 ноября	25 марта	136
1990-1999	12 ноября	23 марта	131
2000-2009	20 ноября	23 марта	123
2010-2020	20 ноября	15 марта	115
Армавир			
до 1980			
1980-1989	21 октября	27 марта	157
1990-1999	25 октября	25 марта	151
2000-2009	26 октября	22 марта	147
2010-2020	27 октября	18 марта	142
Краснодар			
до 1980	25 октября	27 марта	154
1980-1989	28 октября	25 марта	148
1990-1999	1 ноября	22 марта	141
2000-2009	3 ноября	18 марта	135
2010-2020	5 ноября	17 марта	132
Сочи			
до 1980	16 декабря	10 марта	85
1980-1989	15 декабря	16 марта	91
1990-1999	17 декабря	15 марта	88
2000-2009	13 декабря	9 марта	86
2010-2020	20 декабря	25 февраля	67

Так, например, в Сочи за многолетний период отопительный сезон длился 85 дней, но уже к промежутку с 2010 года по 2020 год он сократился до 67 дней. Также графики отражают влияние географического положения на продолжительность отопительного сезона. У Сочи, как самого южного города,

также расположенного на Черноморском побережье и защищенного Кавказскими горами, что обеспечивает более высокую среднемесячную температуру воздуха, отопительный сезон на 75 и 65 дней короче, чем у более северных и расположенных в равнинной местности, Армавира и Краснодара, соответственно.

Для расчета наиболее холодных суток (t_1) и наиболее холодной пятидневки (t_5) необходимы формулы (3.5 – 3.6) [10].

$$t_5 = 1,25t_x - T \quad (3.5),$$

$$t_1 = 1,31t_x - T_1 \quad (3.6),$$

где T и T_1 – это постоянные коэффициенты, зависящие от региона (Таблица 3.7), t_x – средняя температура воздуха за самый холодный месяц [10].

Таблица 3.7 – показатели T и T_1 [10]

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	21	18	15	12	9	6	3

По данной таблице и с помощью карт районирования (Рисунки 3.5 – 3.6), определяем показатели T и T_1 для Краснодарского края. $T = 17,6$, $T_1 = 21$. Рассчитываем значения наиболее холодной пятидневки и наиболее холодных суток за исследуемый и многолетний периоды для Сочи и Краснодара и для Анапы и Армавира за исследуемый период (Таблицы 3.8 – 3.9). Построим графики хода наиболее холодной пятидневки и наиболее холодных суток (Рисунки 3.7 – 3.8).

Обе расчетные температуры во всех населенных пунктах демонстрируют явную тенденцию к увеличению с течением времени.

Таблица 3.8 – температура наиболее холодной пятидневки (°С) за исследуемый и многолетний периоды

Годы	Станции			
	Анапа	Армавир	Краснодар	Сочи
до 1980			-19,6	-10,2
1980-1989	-15,4	-19,2	-18	-10,1
1990-1999	-14,8	-18,9	-17	-10,9
2000-2009	-14,2	-18,5	-16,7	-10
2010-2020	-13,1	-18,1	-15,8	-9,2

Таблица 3.9 – температура наиболее холодных суток (°С) за исследуемый и многолетний периоды

Годы	Станции			
	Анапа	Армавир	Краснодар	Сочи
до 1980			-23,1	-13,3
1980-1989	-18,7	-22,7	-21,5	-13,2
1990-1999	-17,9	-22,4	-20,4	-13,9
2000-2009	-17,5	-21,9	-20,1	-13,0
2010-2020	-16,3	-21,5	-19,1	-12,2

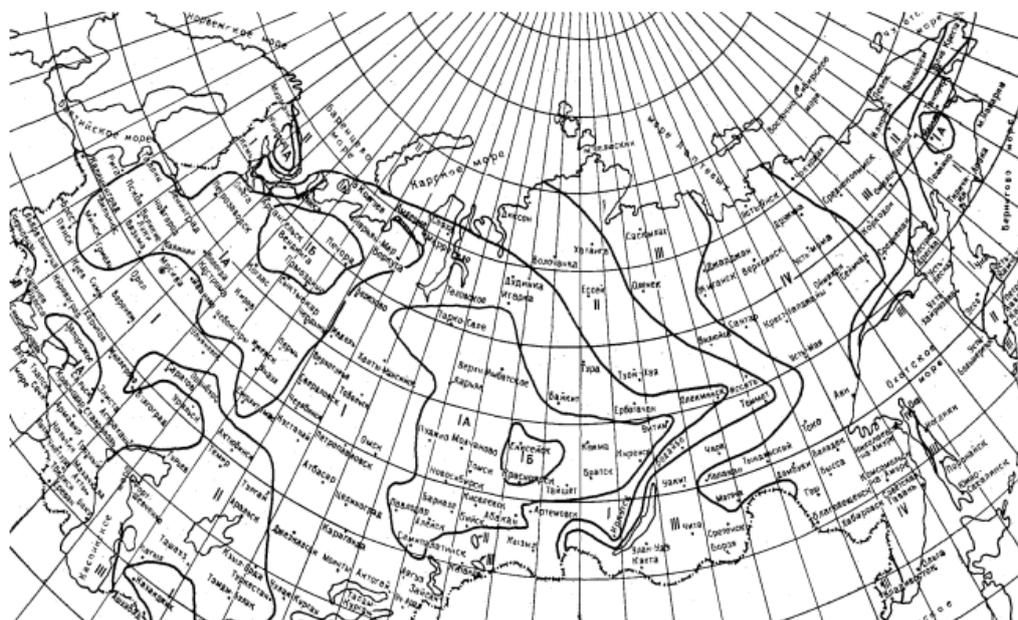


Рисунок 3.5 – районирование по коэффициенту T [10]

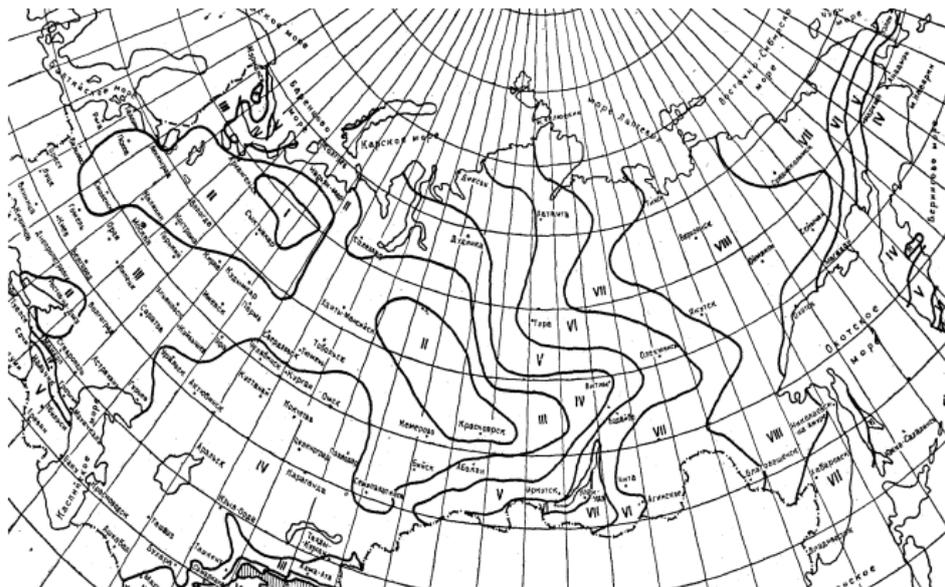


Рисунок 3.6 – районирование по коэффициенту T_1 [10]

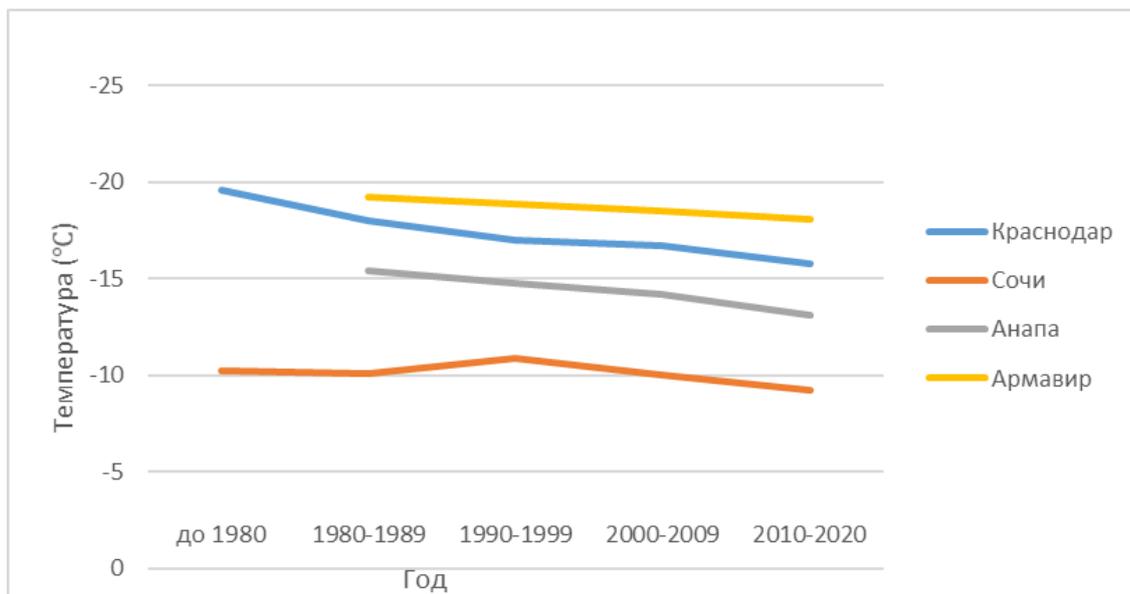


Рисунок 3.7 – ход температуры наиболее холодной пятидневки (°C) за исследуемый и многолетний периоды

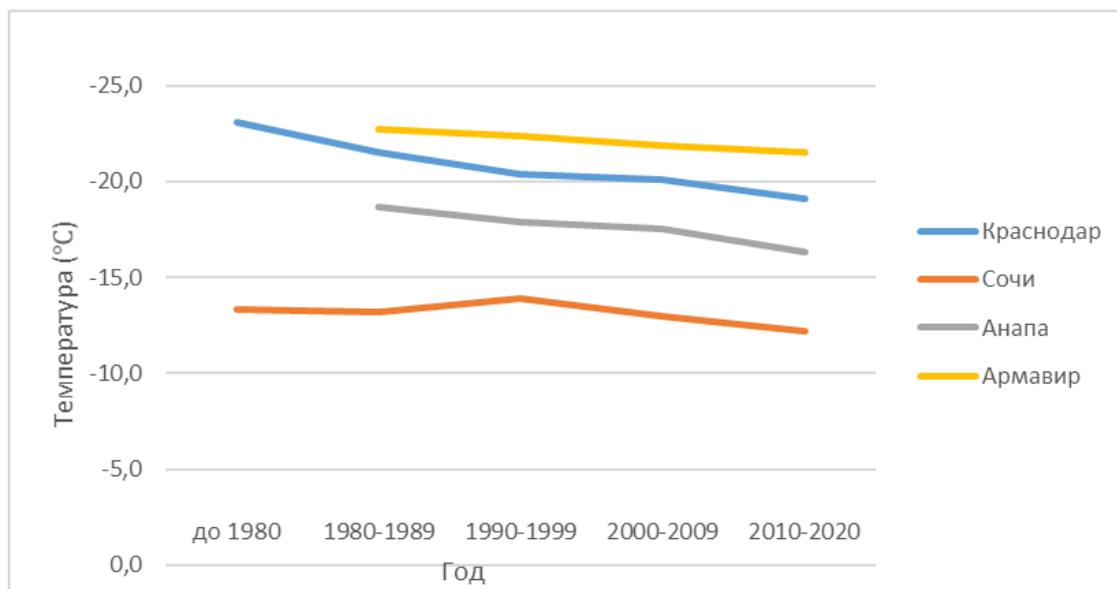


Рисунок 3.8 – ход температуры наиболее холодных суток (°C) за исследуемый и многолетний периоды

Осталось рассчитать величину вентиляционной температуры (t_B) и температуры наиболее жарких суток ($t_{н.ж.}$). Расчеты производятся по формулам (3.7 – 3.8) [10].

$$t_B = 1,125t_x - T_2 \quad (3.7),$$

$$t_{н.ж.} = t_{ж} + T_T \quad (3.8),$$

где T_2 – это результат климатического районирования и выделения на территории России трех районов: район А – южное побережье Крыма со значением $-6,5^{\circ}\text{C}$; район Б – включает всю Европейскую территорию РФ, Западную Сибирь, Чукотку, Камчатку (исключая западное побережье) со значением $-3,0^{\circ}\text{C}$; район В – входит большая часть Восточной Сибири, Приморский край и горные районы страны со значением $0,5^{\circ}\text{C}$, $t_{ж}$ – средняя температура воздуха наиболее жаркого месяца, T_T – постоянная величина, определяемая по карте; значения T_T по территории РФ меняются от $5 - 6^{\circ}\text{C}$ на юге до $14 - 15^{\circ}\text{C}$ на севере [10]. Для Краснодарского края соответственно $T_2 = -3^{\circ}\text{C}$, $T_T = 5^{\circ}\text{C}$. Произведя необходимые вычисления получаем вентиляционную температуру и температуру наиболее жарких суток за многолетний и

исследуемый периоды (таблицы 3.10 – 3.11). Далее, можем построить графики хода данных температур (Рисунки 3.9 – 3.10).

Таблица 3.9 – показатели вентиляционной температуры (°C) за исследуемый и многолетний периоды

Годы	Станции			
	Анапа	Армавир	Краснодар	Сочи
до 1980			1,2	9,6
1980-1989	5,0	1,5	2,5	9,6
1990-1999	5,5	1,8	3,5	9,0
2000-2009	6,0	2,1	3,7	9,8
2010-2020	7,0	2,5	4,6	10,5

Таблица 3.10 – показатели температуры наиболее жарких суток (°C) за исследуемый и многолетний периоды

Годы	Станции			
	Анапа	Армавир	Краснодар	Сочи
до 1980			28,3	28,1
1980-1989	27,7	27,4	27,6	27,7
1990-1999	28,7	28,2	29	28,3
2000-2009	29,5	28,7	29,9	29,4
2010-2020	30,6	29,4	30,8	29,9

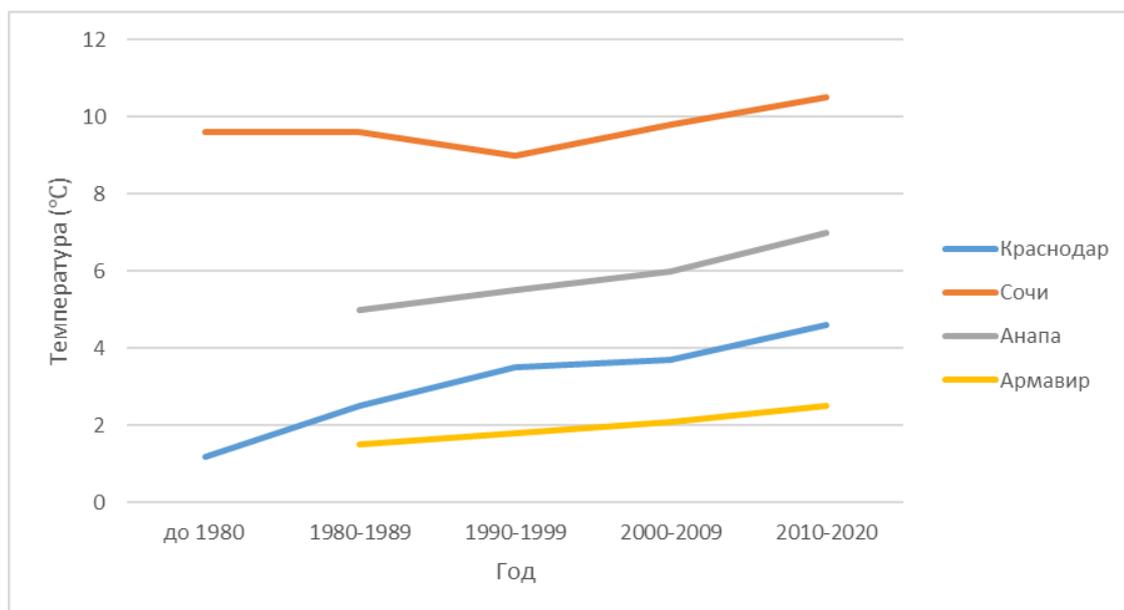


Рисунок 3.9 – ход вентиляционной температуры (°C) за исследуемый и многолетний периоды

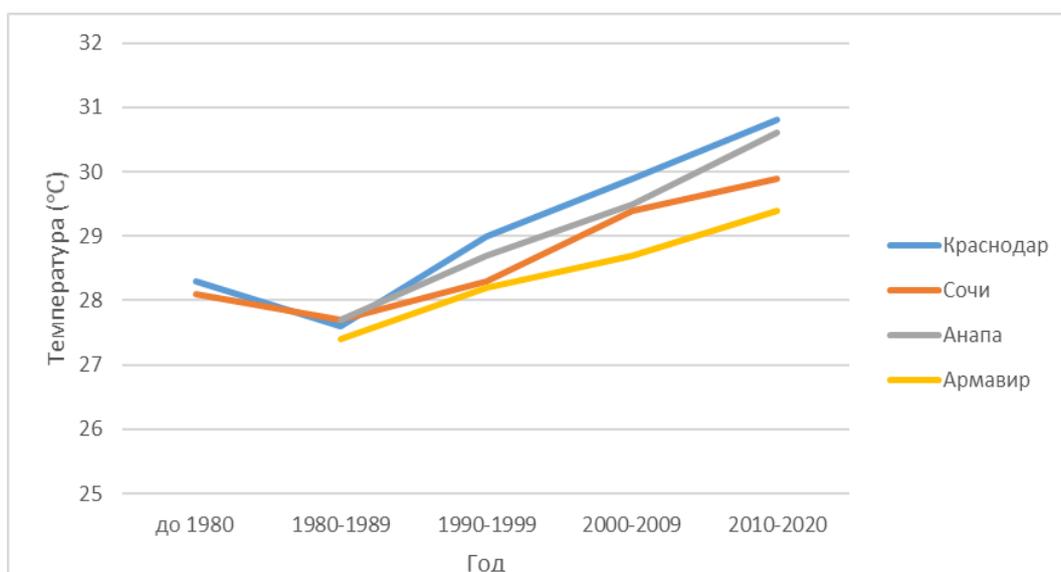


Рисунок 3.10 – ход температуры наиболее жарких суток (°C) за исследуемый и многолетний периоды

Проанализировав полученные значения и графики, делаем вывод, что происходит постоянное и равномерное увеличение, как вентиляционной температуры, так и температуры наиболее жарких суток. Также можно заметить, что Сочи хоть и находится южнее Краснодара, но уступает ему в температуре наиболее жарких суток. Экстремальные температуры летом в Краснодаре выше, чем в Сочи, из-за более континентального климата, отсутствия смягчающего морского влияния и равнинного рельефа. Сочи, как город, расположенный на Черноморском побережье и имеющий горный барьер, имеет более низкие максимальные значения температуры.

3.3. Анализ ветровой нагрузки для строительной отрасли

Расчет ветровой нагрузки будет производиться для города Анапа, так как по приведенным в предыдущей главе параметрам ветра видно, что в данном населенном пункте среднемесячная скорость ветра намного выше, а значит показатель ветровой нагрузки для зданий в данном населенном пункте особенно важен.

Для примера расчета ветровой нагрузки было выбрано здание высотой 20 метров, с двускатной крышей под уклоном 15 градусов и площадью кровли 900 квадратных метров.

Расчет ветровой нагрузки производится по формуле (3.9) [10].

$$W_p = 0,7 * W * k * C \quad (3.9),$$

где W – нормативная величина усилия, создаваемого напором воздуха; определяется по картам в приложении к СП 20.133330.2011; k – коэффициент, показывающий зависимость давления от высоты над срезом верхнего уровня земли; C – аэродинамический коэффициент, учитывающий направление набегания воздушного потока на скат крыши и на фронтоны [10].

По карте ветровой нагрузки (Рисунок 3.11) определяем, что для Краснодарского края коэффициент W будет равен 67 кг/м², для расчетного здания коэффициент k составляет 0,85 (Таблица 3.11), исходя из наиболее частой ориентации зданий в Анапе (север – юг) и наиболее частого направления ветра (северо-восточное), понимаем, что наибольшую нагрузку будет получать скат крыши, значит коэффициент $C = -0,4$.

Таблица 3.11 – коэффициент k для типов местности

Высота z_0 , м	Коэффициент k для типов местности		
	А	В	С
< 5	0,75	0,5	0,4
10	1,0	0,65	0,4
20	1,25	0,85	0,55
40	1,5	1,1	0,8
60	1,7	1,3	1,0
80	1,85	1,45	1,15
100	2,0	1,6	1,25

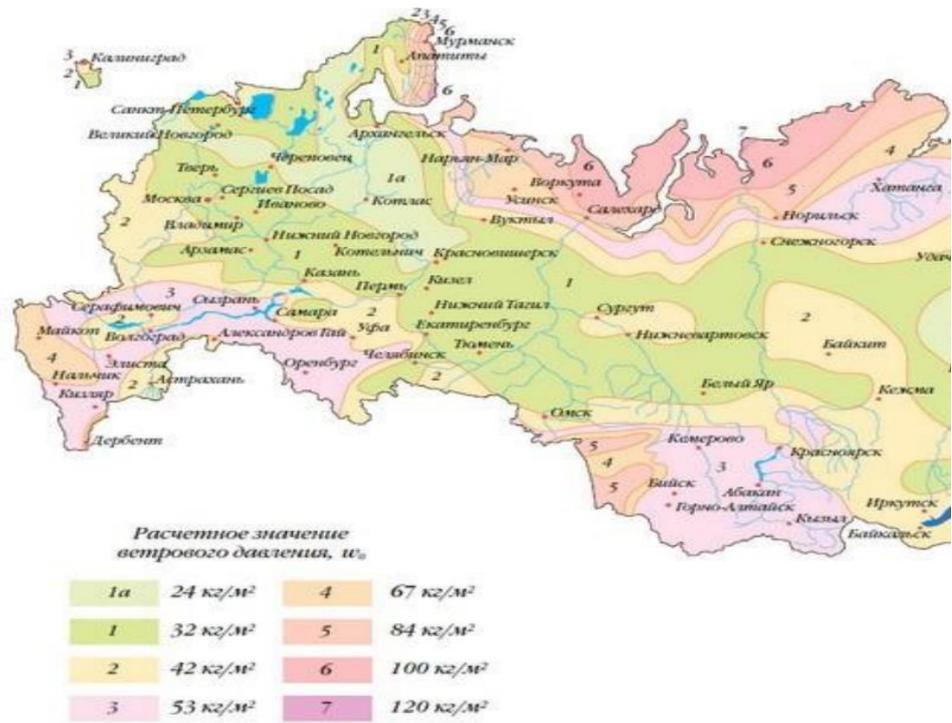


Рисунок 3.11 – карта ветровой нагрузки [10]

После проведения расчетов выяснилось, что ветровая нагрузка на скат здания будет равняться 15,95 кгс/ м².

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении можно сделать вывод, что значение климата в строительной отрасли сложно переоценить. Климат – это один из факторов от которого зависят выбор строительных материалов, конструктивных решений, меры теплозащиты, а также расчёт нагрузки от ветра, осадков, солнечной радиации и перепадов температур.

Выполненное исследование позволяет проанализировать климатические условия, оказывающие влияние на строительную отрасль Краснодарского края. В рамках данной работы рассмотрены основные климатообразующие факторы, дана характеристика радиационного, температурного, ветрового режима, а также режима осадков, которые являются определяющими при проектировании и эксплуатации зданий и сооружений.

Особое внимание в исследовании уделено специализированным климатическим характеристикам. В частности, в Краснодарском крае наблюдаются высокий уровень солнечной радиации и значительная продолжительность солнечного сияния, что требует учёта при выборе материалов и проектировании систем естественного освещения. Также было зафиксировано, что регион характеризуется высокими летними температурами, что усиливает требования к теплозащите зданий, а в прибрежных районах — значительными ветровыми нагрузками, что необходимо учитывать при расчёте несущих конструкций. Учитывая изменение климата грамотное климатическое сопровождение становится необходимым элементом безопасного строительства и длительной эксплуатации зданий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 131.13330.2020. Строительная климатология: актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. – М.: Минстрой России, 2020.
2. Научно-прикладной справочник по климату СССР: многолетние данные. Сер. 3. Ч. 1–6. Вып. 13. – Л.: Гидрометеиздат, 1993.
3. Главное управление МЧС России по Краснодарскому краю [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://23.mchs.gov.ru/glavnoe-upravlenie/harakteristika-subekta> (дата обращения: 12.04.2025).
4. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия: актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. – М.: Минстрой России, 2016.
5. СП 482.1325800.2020. Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства. – М.: Минстрой России, 2020.
6. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. – М.: Минстрой России, 2016.
7. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. – М.: Минстрой России, 2012.
8. ГОСТ 31384–2008. Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. – М.: Росстандарт, 2008.
9. СП 14.13330.2018. Строительство в сейсмических районах. – М.: Минстрой России, 2018.
10. Абанников В.Н., Аед Мханна И.Н., Подгайский Э.В. Учебно-методическое пособие по выполнению практических и расчётно-графических работ по дисциплине «Прикладная климатология». – СПб.: НИЦ Арт, 2022.
11. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Информационный ресурс WAISORI [Электронный

ресурс]. – Режим доступа: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/> (дата обращения: 12.04.2025).

ПРИЛОЖЕНИЯ

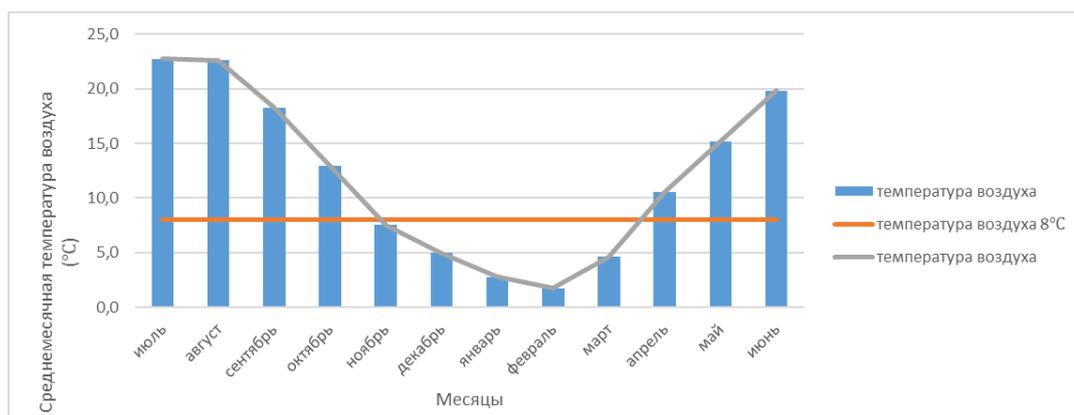


Рисунок А – годовой ход температуры воздуха в Анапе с 1980 года по 1989 год.

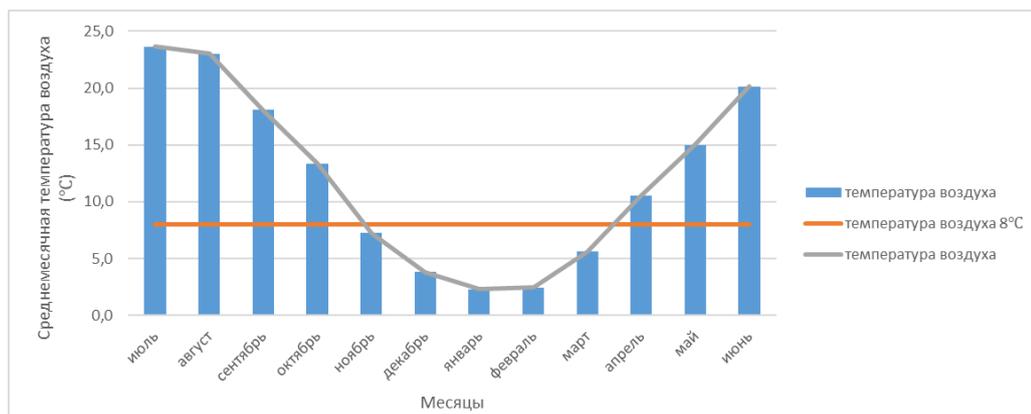


Рисунок Б – годовой ход температуры воздуха в Анапе с 1990 года по 1999 год.

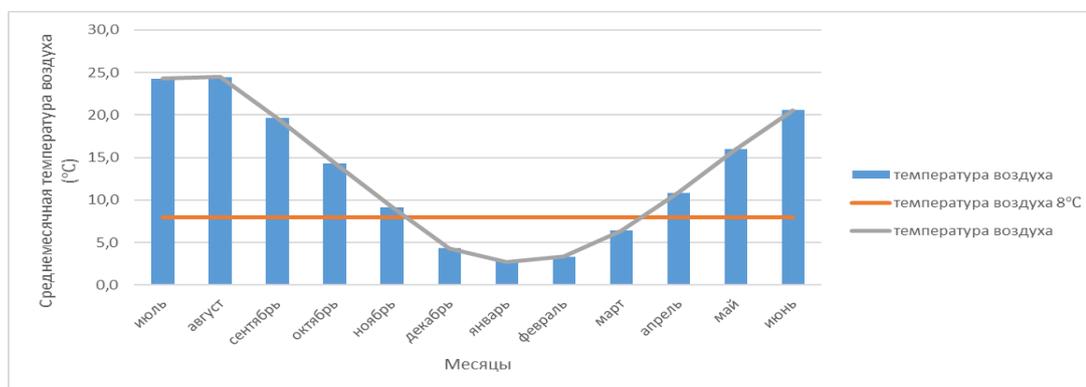


Рисунок В – годовой ход температуры воздуха в Анапе с 2000 года по 2009 год.

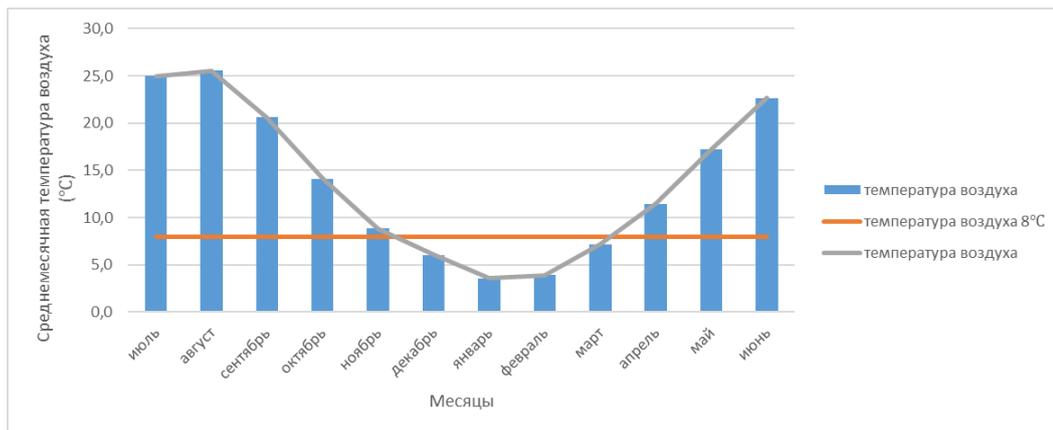


Рисунок Г – годовой ход температуры воздуха в Анапе с 2010 года по 2020 год

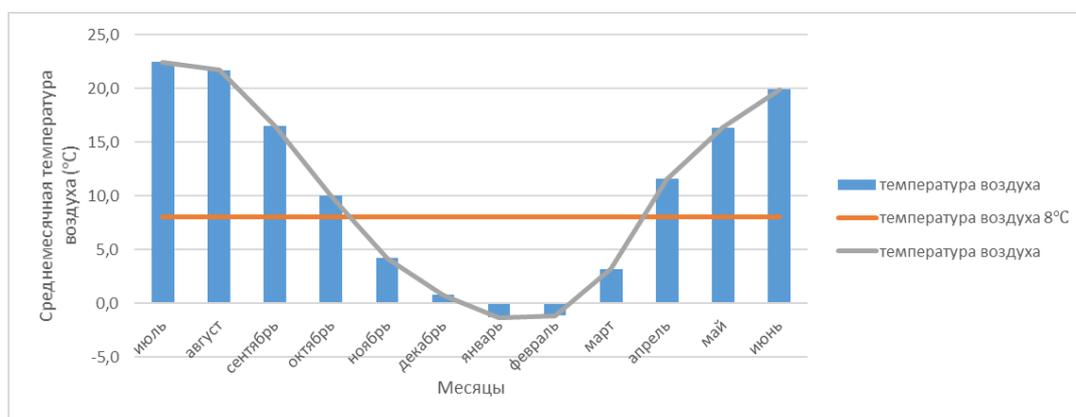


Рисунок Д – годовой ход температуры воздуха в Армавире с 1980 года по 1989 год.

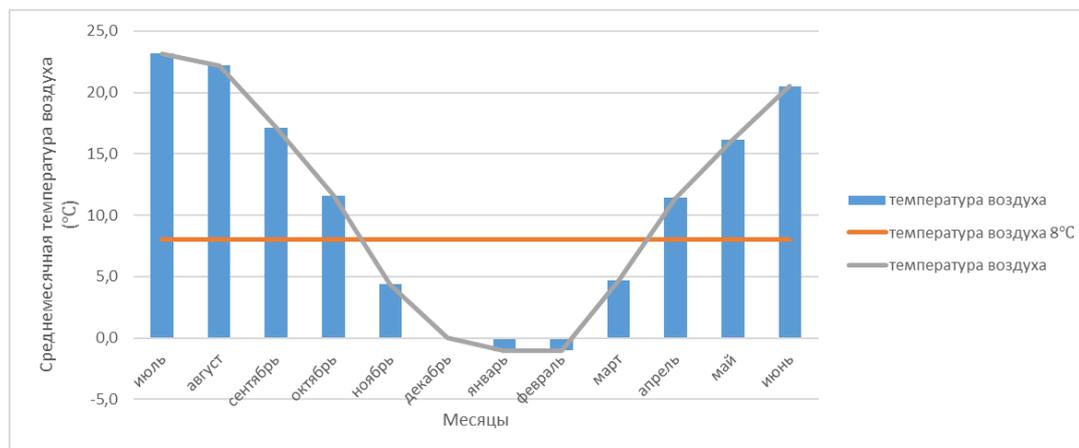


Рисунок Е – годовой ход температуры воздуха в Армавире с 1990 года по 1999 год.

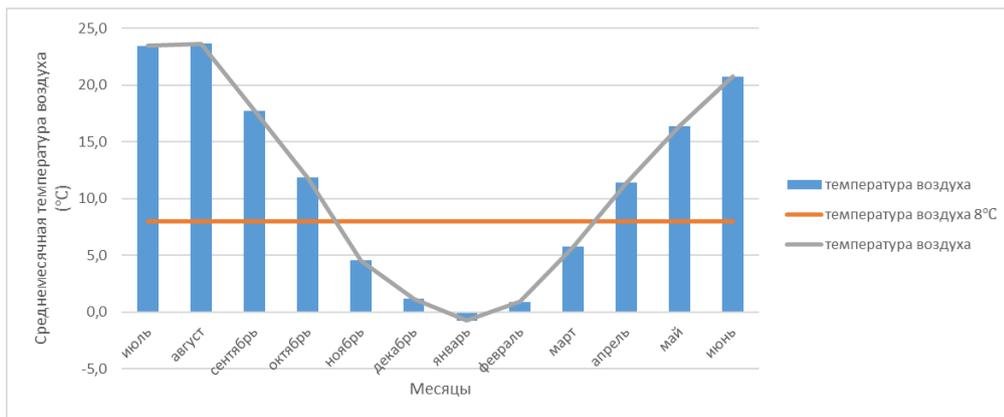


Рисунок Ж – годовой ход температуры воздуха в Армавире с 2000 года по 2009 год.

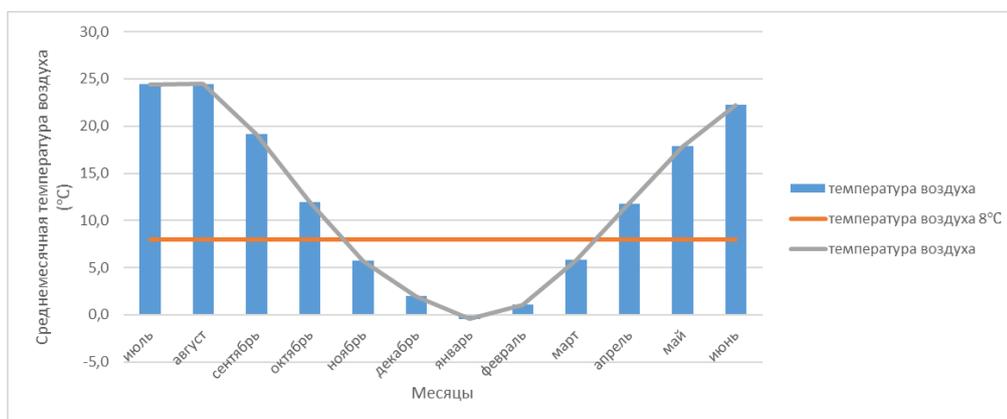


Рисунок З – годовой ход температуры воздуха в Армавире с 2010 года по 2020 год.

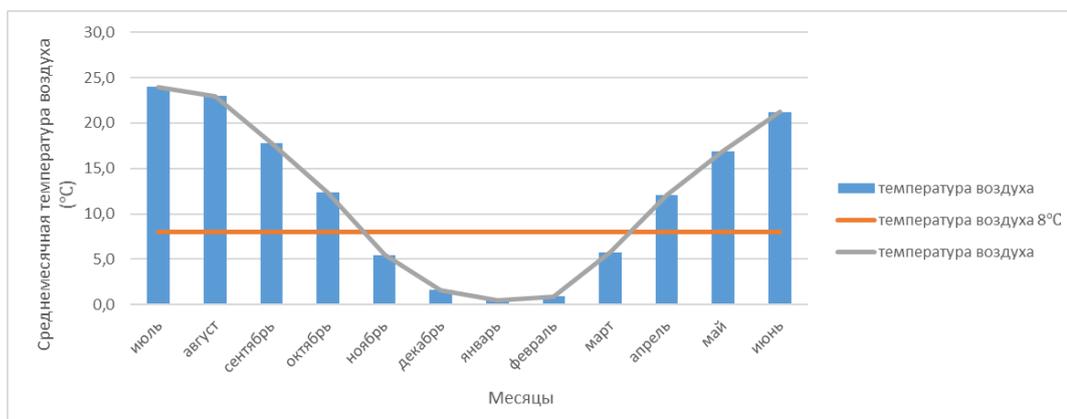


Рисунок И – годовой ход температуры воздуха в Краснодаре с 1990 года по 1999 год.

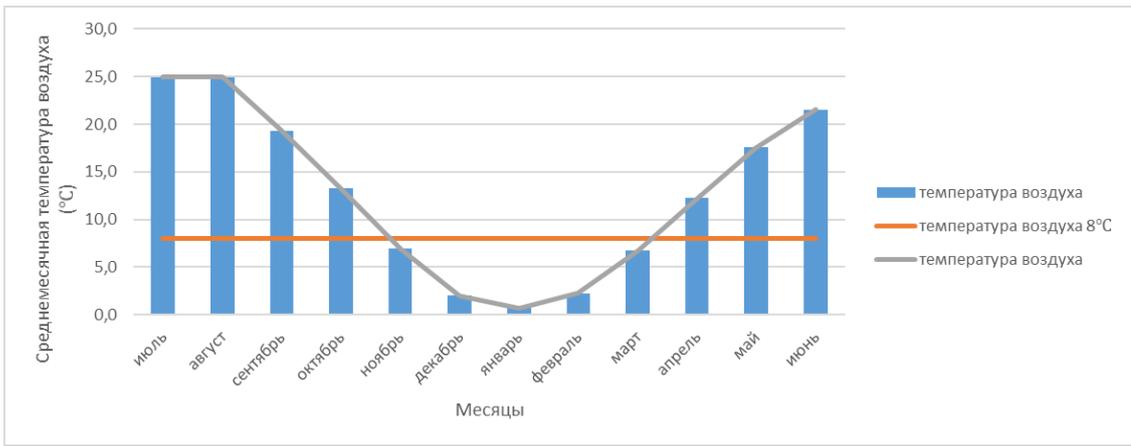


Рисунок К – годовой ход температуры воздуха в Краснодаре с 2000 года по 2009 год.

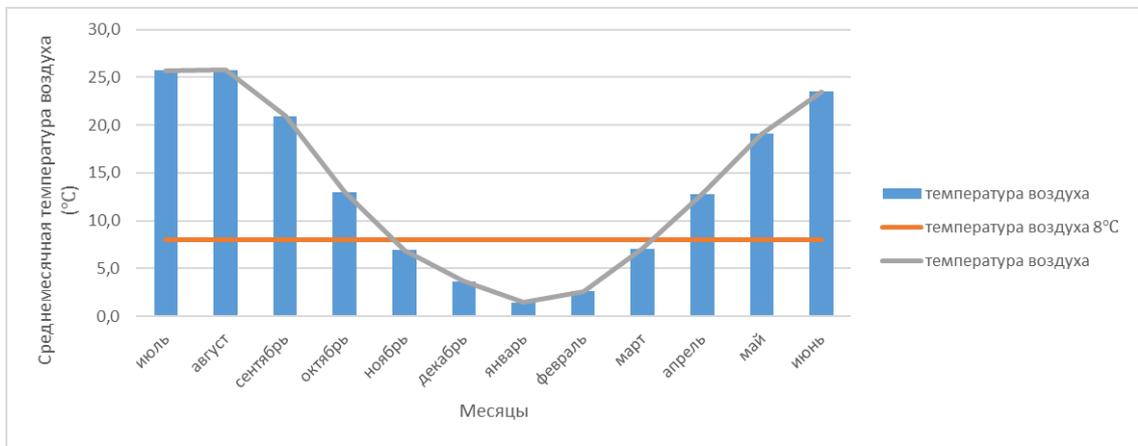


Рисунок Л – годовой ход температуры воздуха в Краснодаре с 2010 года по 2020 год.

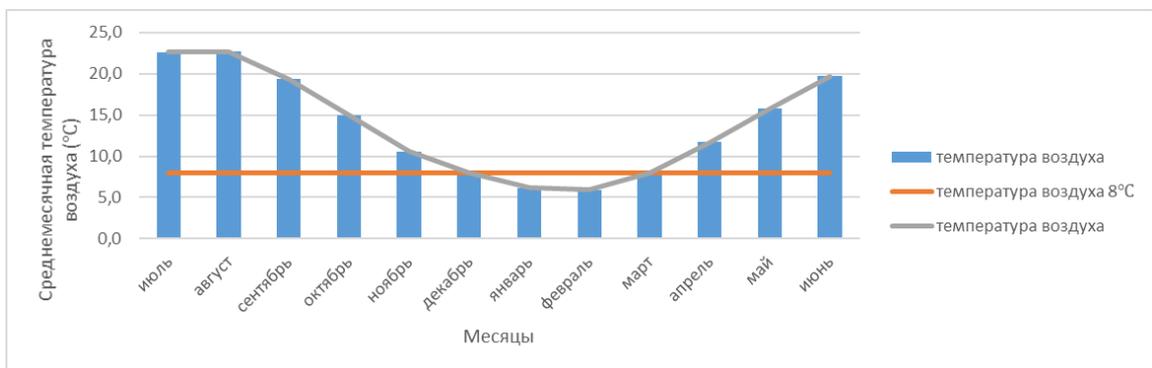


Рисунок М – годовой ход температуры воздуха в Сочи с 1980 года по 1989 год.

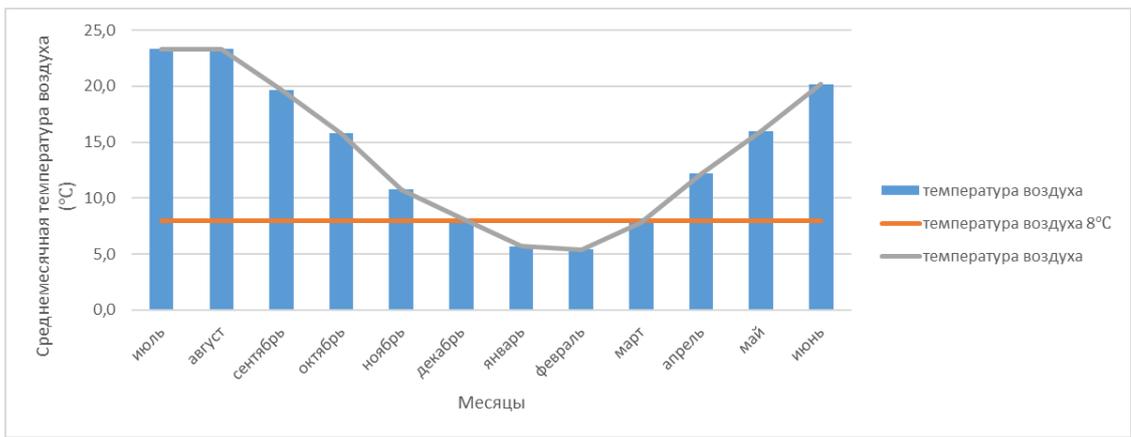


Рисунок Н – годовой ход температуры воздуха в Сочи с 1990 года по 1999 год.

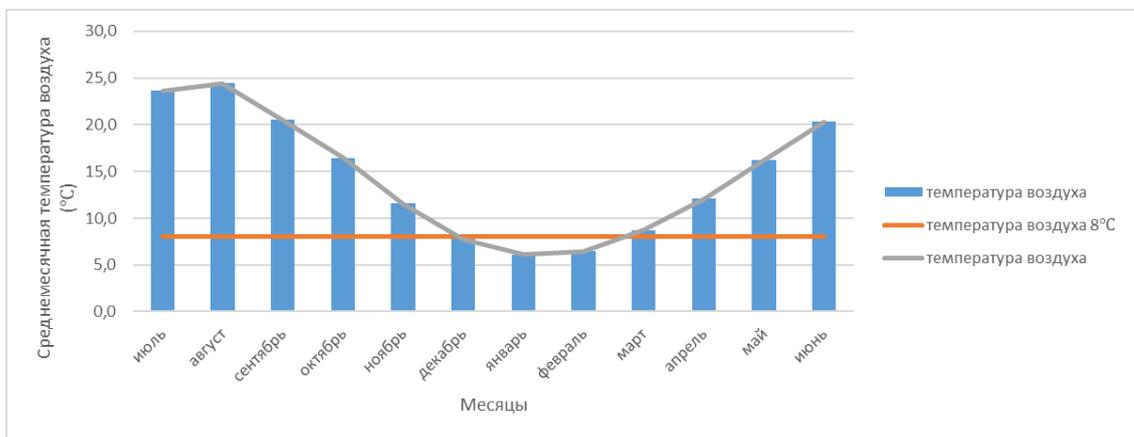


Рисунок О – годовой ход температуры воздуха в Сочи с 2000 года по 2009 год.

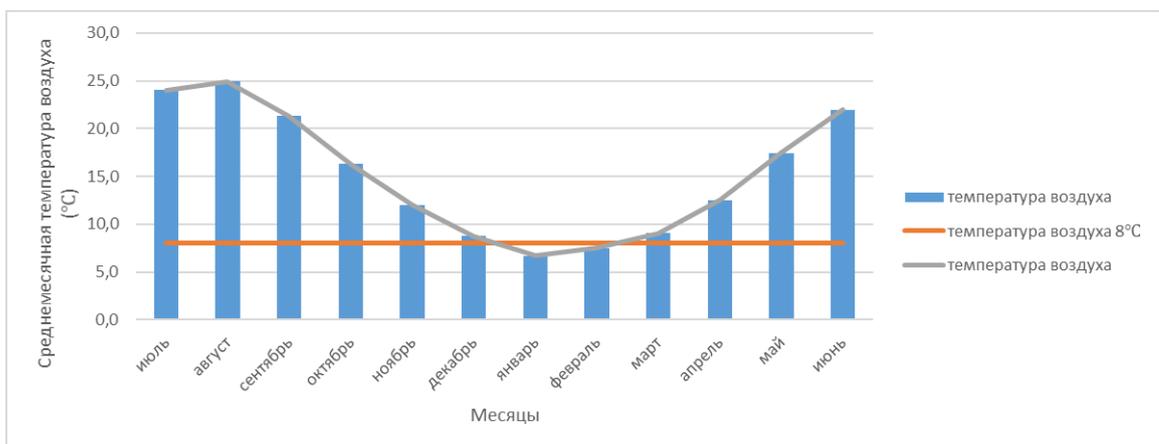


Рисунок Р – годовой ход температуры воздуха в Сочи с 2010 года по 2020 год.

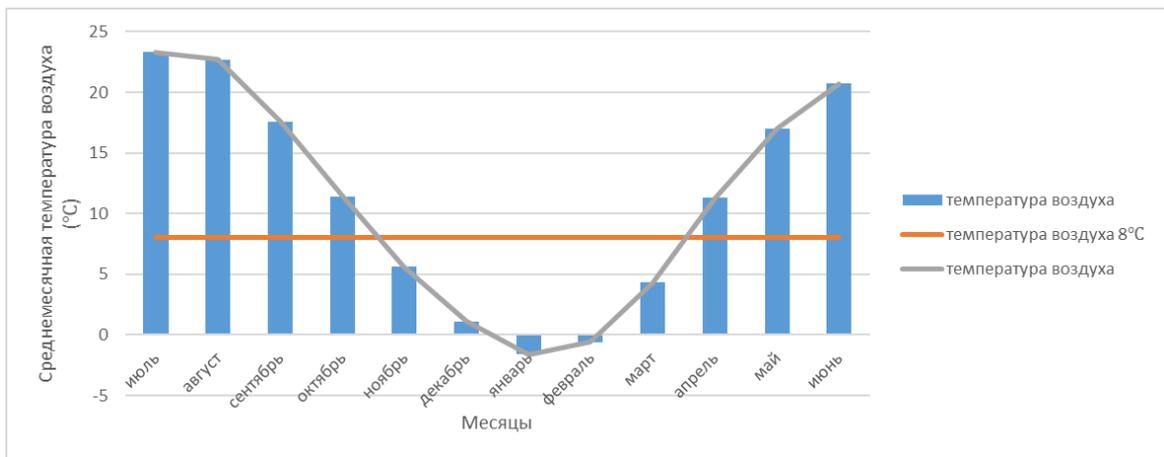


Рисунок С – годовой ход температуры воздуха в Краснодаре за многолетний период

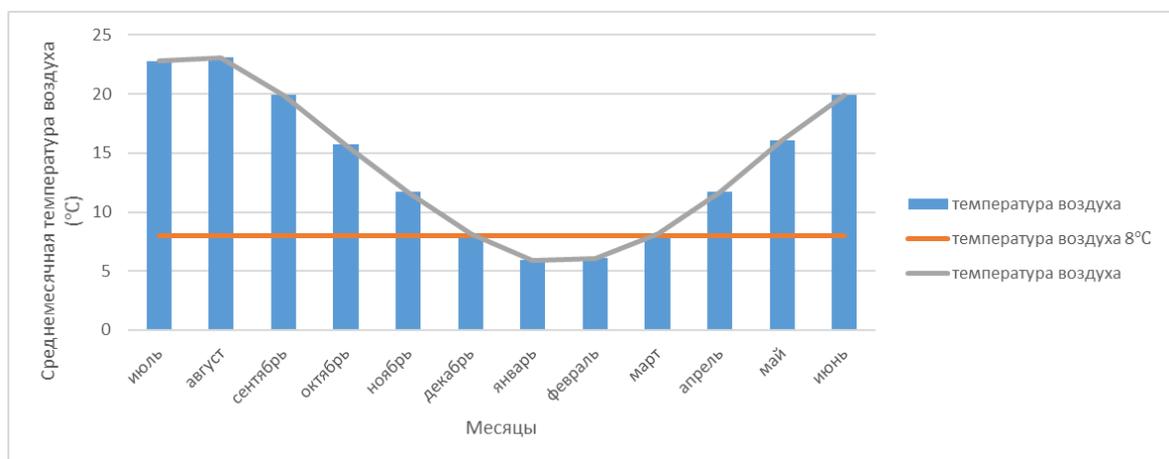


Рисунок Т – годовой ход температуры воздуха в Сочи за многолетний период