

УДК: 69.05

DOI: 10.48612/NewsKSUAE/75.14

EDN: HUMLIG



Влияние природно-климатических показателей на ресурсно-календарное планирование строительства жилых зданий

Л.З. Галлямов¹, С.Г. Кашина¹

¹Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Казань, Российская Федерация

Аннотация. Учет природно-климатических показателей, и, в частности, среднемесячной температуры наружного воздуха, позволяет эффективно распределять строительные работы в ресурсно-календарном планировании строительства жилых зданий, что способствует повышению технико-экономических показателей строительного проекта. Но в условиях глобального потепления в мире, одним из последствий которого является ежегодный прирост среднемесячной температуры воздуха, появляется необходимость учета фактических показателей температуры наружного воздуха, для построения актуализированного календарного графика в ресурсно-календарном планировании.

Цель данного исследования заключается в оценке влияния природно-климатических показателей в ресурсно-календарном планировании строительства жилых зданий, на примере среднемесячных температурных показателей наружного воздуха в Республике Татарстан, г. Казань.

Задачи работы включают: 1) анализ природно-климатических показателей влияющих на ресурсно-календарное планирование строительства жилых зданий; 2) анализ нормативных и фактических среднемесячных температурных показателей наружного воздуха на примере г. Казань, Республика Татарстан; 3) оценка влияния природно-климатических показателей на ресурсно-календарное планирование строительства жилых зданий, путем анализа ресурсно-календарного планирования разработанного на основании нормативных и фактических среднемесячных температурных показателей наружного воздуха в г. Казань, Республика Татарстан.

Результаты. Анализ природно-климатических показателей в ресурсно-календарном планировании строительства показал приоритетность учета среднемесячной температуры наружного воздуха. Сравнение нормативных и фактических показателей среднемесячной температуры наружного воздуха показало рост температуры из-за глобального потепления и как следствие увеличение теплого периода года, что позволяет перенести часть работ с холодного периода года на теплый и тем самым повысить технико-экономические показатели строительных проектов.

Выводы. Температурный показатель наружного воздуха отличается высокой прогнозируемостью в ресурсно-календарном планировании и определяет границы тёплого и холодного периодов года. Однако из-за глобального потепления нормативные температурные показатели меняются, влияя на сроки строительства. Поэтому учет фактических среднемесячных температурных показателей наружного воздуха позволяет оптимизировать ресурсно-календарное планирование строительства жилых зданий.

Ключевые слова: нормативные и фактические природно-климатические показатели, глобальное потепление, ресурсно-календарное планирование, актуализация нормативных показателей, оптимизация ресурсно-календарного планирования

Для цитирования: Галлямов Л.З., Кашина С.Г. Влияние природно-климатических показателей на ресурсно-календарное планирование строительства жилых зданий // Известия КГАСУ, 2026, № 1 (75), с. 161-175, DOI: 10.48612/NewsKSUAE/75.14, EDN: HUMLIG

The impact of natural and climatic indicators on resource-calendar planning of residential building construction

L.Z. Gallyamov¹, S.G. Kashina¹

¹Kazan State University of Architecture and Engineering,
Kazan, Russian Federation

Abstract. *Problem Statement.* Taking into account natural and climatic indicators, and in particular the average monthly temperature of the outside air, allows for an effective distribution of construction work in the resource-calendar planning of residential buildings, which contributes to improving the technical and economic indicators of the construction project. However, in the context of global warming, which is one of the consequences of the annual increase in the average monthly temperature of the air, it becomes necessary to take into account the actual temperature of the outside air in order to create an updated calendar schedule in resource-calendar planning.

The purpose of this study is to assess the impact of natural and climatic factors on resource and calendar planning for the construction of residential buildings, using the example of average monthly outdoor temperatures in the Republic of Tatarstan, Kazan.

The tasks of the work include: 1) analysis of natural and climatic indicators affecting resource and calendar planning of residential buildings construction; 2) analysis of normative and actual average monthly temperatures of outdoor air on the example of Kazan, Republic of Tatarstan; 3) assessment of the influence of natural and climatic indicators on resource and calendar planning of residential buildings construction, by analyzing resource and calendar planning developed on the basis of normative and actual average monthly temperatures of outdoor air in Kazan, Republic of Tatarstan.

Results. The analysis of natural and climatic indicators in resource and calendar planning of construction showed the priority of taking into account the average monthly outdoor temperature. The comparison of the normative and actual indicators of the average monthly outdoor temperature showed an increase in temperature due to global warming and, as a result, an increase in the warm season, which allows for the transfer of some work from the cold season to the warm season, thereby improving the technical and economic indicators of construction projects.

Conclusions. The outdoor air temperature indicator is highly predictable in resource and calendar planning and determines the boundaries of the warm and cold seasons. However, due to global warming, the standard temperature indicators are changing, affecting the construction timeline. Therefore, taking into account the actual average monthly outdoor air temperatures allows for the optimization of resource and calendar planning for residential buildings.

Keywords: normative and actual natural and climatic indicators, global warming, resource-calendar planning, updating of normative indicators, optimization of resource-calendar planning

For citation: Gallyamov L.Z., Kashina S.G. The impact of natural and climatic indicators on resource-calendar planning of residential building construction // News of KSUAE, 2026, № 1 (75), p. 161-175, DOI: 10.48612/NewsKSUAE/75.14, EDN: HUMLIG

1. Введение

В последнее десятилетие наблюдается изменение продолжительности теплого и холодного периодов года, что напрямую связано с глобальными потеплением [1-3]. Этот процесс оказывает существенное влияние на природно-климатические показатели, в частности на динамику среднемесячной температуры наружного воздуха, а именно устойчивые отклонения показателей температуры от исторически сложившихся многолетних норм, что подтверждается данными метеорологических наблюдений [4-5].

Продолжающееся глобальное потепление характеризуется повышением среднемесячной температуры воздуха, таянием ледников, повышением уровня моря, а также учащением экстремальных погодных явлений, что подтверждается докладом

Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), которая в 2018 году опубликовала доклад о последствиях глобального потепления на 1,5°C и 2 °C [6- 8]. К примеру, 2025 год явился самым теплым годом за 175-ти летнюю историю наблюдений, превысив показатели предыдущих лет [9-10].

Вопросы связанные с влиянием глобального потепления на промышленное и гражданское строительство исследуют авторы [11-12], которые предлагают изменение подхода к строительству зданий в условиях глобального потепления. В работе [13] предлагают снижение парникового эффекта от выброса углекислых газов, возникающего от роста потребляемой энергии при осуществлении строительства жилых зданий, путем применения иных подходов к проектированию, строительству и проведению ремонтных работ. В работе [12] авторы прогнозируют влияние температуры и влажности грунтов на температуру многолетнемерзлых грунтов в условиях глобального потепления рассмотрены. Также в исследовании предлагается внедрение технологий биоклиматических стратегий для проектирования и строительства жилых зданий в различных природно-климатических зонах. В работе [14], предложено применение солнечной энергии в совокупности с характеристиками природно-климатической зоны расположения объекта строительства, а именно увеличение ресурсосбережения зданий для поддержания внутреннего микроклимата. Природно-климатические показатели в [14], определены как экологические факторы которые влияют на среду помещения, в частности на комфортные условия для эксплуатации строительных материалов. Авторы [14] на примере Республики Таджикистан, выявили число солнечных дней в республике, как фактическое так и нормативное, результаты демонстрируют теоретическую эффективность использования такого подхода в строительстве, и в частности в эксплуатации зданий.

Для способствования устойчивому развитию малых городов на примере Узбекистана, в работе [15], рассмотрен учет влияния природно-климатических факторов на городскую застройку и ландшафт, с подробным описанием территориальных зон, которые определяют градостроительные задачи в малых городах.

В исследовании [16], авторы предлагают применение эко-строительства как возможный способ снижения глобального потепления, через производство строительных материалов из эко-материалов и их переработки. Так как производство подобных строительных материалов по мнению авторов позволяет снизить выброс углекислого газа в атмосферу. Применение эко-материалов по мнению [16], позволит уменьшить показатели влияющих на глобальное потепления.

Анализ температур наружного воздуха в городе Москва за период 1991 по 2020 год, проводят [17]. Авторы определили что рассматриваемый в исследовании период времени, демонстрирует увеличение температуры наружного воздуха на 5°C. Полученный результат позволил определить резерв мощности в системе централизованного теплоснабжения города Москва. Помимо этого, [17] обращают внимание на то, что в последние годы климат во большинстве регионах России меняется интенсивнее, нежели ранее. Что способствует необходимости проведению анализа наружной температуры воздуха и выявлению факторов влияющих на данные изменения.

В исследовании [18], предложены способы принятия краткосрочных решений на строительной площадке и их результат в связи с постоянно меняющимися погодными условиями в месте строительстве. Во избежание срывов сроков строительства, рассматриваются возможные неблагоприятные погодные и климатические условия. Авторы предлагают классификацию погодных условий влияющих на строительную деятельность, на примере осуществления строительных проектов в Турции. Выявлена производительность осуществления строительства в холодный и теплый периоды года. Отсутствие учета климатических показателей по мнению [18], приводит к повышению сроков строительства. Исследование [18], подтверждает важность учета климатических показателей при осуществлении планирования строительства.

В работе [19], также предложены экологически безопасные варианты строительства жилых зданий, где воздействие на окружающую среду, вызывающего глобальное потепление на земле приближается к минимуму. Предложенное [19] решение о применении инновационного метода, с интеграцией моделирования строительства и

оптимизации учета затрат и времени, может стать практическим методом снижения воздействия на окружающую среду.

В [20], разработана экспериментальная модель качественной оценки влияния повышения температуры и влажности воздуха на производительность строительства, в условиях глобального потепления. Предлагаемая модель в основе которой заложена технология информационного моделирования с прикрепленным календарным графиком строительства построенного по методу критического пути и моделью зависимости температуры и влажности воздуха, позволяет по мнению [20] прогнозировать влияние глобального потепления на модель строительного проекта.

Таким образом, большинство исследовательских работ [21-23] на тему влияния глобального потепления на осуществление строительства жилых зданий, связаны с уменьшением парниковых выбросов возникающих при осуществлении строительной деятельности. Авторы исследуют сокращение выбросов при осуществлении строительной деятельности, вызывающих глобальное потепление, предлагают переход на новые технологии и методы, к примеру применение экологичных материалов или переход на иной уровень строительства при котором уровень выбросов углерода в окружающую среду будет минимален. Предложено применение цифровых двойников строительных объектов, позволяющих представлять данные в виде визуализации, что позволяет обмениваться информацией в процессе строительства и отслеживать ход строительного производства.

Однако, несмотря на большое количество исследований на тему учета повышения температуры наружного воздуха в связи с глобальным потеплением и его связи со строительством, следует отметить что среди них отсутствуют научные работы посвященные влиянию глобального потепления на ресурсно-календарное планирование (РКП) строительства жилых зданий. Однако, учет фактических (актуальных) природно-климатических показателей позволяет производить корректировку сроков в РКП строительства жилых зданий и повышать технико-экономические показатели строительных проектов.

Цель работы – оценка влияния природно-климатических показателей в ресурсно-календарном планировании строительства жилых зданий, на примере среднемесячных температурных показателей наружного воздуха в Республике Татарстан, г. Казань.

Задачи работы:

1. Анализ природно-климатических показателей влияющих на ресурсно-календарное планирование строительства жилых зданий.
2. Анализ нормативных и фактических показателей среднемесячной температуры наружного воздуха в г. Казань, Республика Татарстан.
3. Оценка влияния природно-климатических показателей на ресурсно-календарное планирование строительства жилых зданий, путем анализа ресурсно-календарного планирования разработанного на основании нормативных и фактических среднемесячных температурных показателей наружного воздуха в г. Казань, Республика Татарстан.

2. Материалы и методы

Для исследования влияния природно-климатических показателей на ресурсно-календарное планирование (РКП) строительства жилых зданий используется анализ природно-климатических показателей с подробным описанием вида воздействия на РКП каждого из показателей. Определена степень прогнозируемости каждого природно-климатического показателя, на основании анализа исторических данных. Методом сравнения, наивысшей степени влияния на РКП строительства жилых зданий и его прогнозируемости, выбран один показатель (среднемесячная температура наружного воздуха) для дальнейшего исследования в данной работе.

На основе статистического анализа среднемесячных температур наружного воздуха по СП 131.13330.2025 «Строительная климатология» и данным Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [24], определены нормативные и фактические среднемесячные температурные показатели наружного воздуха, на примере г. Казань, Республика Татарстан, соответственно. Результатом проведенного анализа служит построение графиков изменения температурных показателей в течении года и

выявление сроков теплого и холодного периодов года по нормативным и фактическим показателям температуры наружного воздуха.

С целью обоснования влияния природно-климатических показателей в ресурсно-календарном планировании строительства жилых зданий, на примере среднемесячных температурных показателей наружного воздуха в Республике Татарстан, г. Казань, проведено сравнение РКП планирования строительства монолитного 9-ти этажного жилого дома, разработанных с учетом нормативных и фактических показателей среднемесячной температуры наружного воздуха.

3. Результаты и обсуждение

Вне зависимости от местоположения строительной площадки при ресурсно-календарном планировании (РКП) необходимо учитывать природно-климатические показатели, такие как: атмосферные осадки, температура наружного воздуха, продолжительность светового дня, туман и ветер. Учет данных показателей позволяет корректировать сроки и оптимизировать процессы в ресурсно-календарном планировании строительства жилых зданий.

Виды воздействия природно-климатических показателей на ресурсно-календарное планирование строительства жилых зданий приведены в Таблице 1.

Природно-климатические показатели, влияющие на РКП строительства жилых зданий, приведенные в таблице 1, целесообразно классифицировать по степени их прогнозируемости в процессе планирования.

1. Температура наружного воздуха — прогнозируемый показатель, так как обладает выраженной сезонной цикличностью, имеет многолетние статистические ряды наблюдений, регламентируется нормативными документами (СП 131.13330.2025 «Строительная климатология»), допускает расчёт средних, максимальных и минимальных значений для конкретного региона с высокой степенью достоверности. Но в связи с глобальным потеплением, показатели температуры меняются, что снижает степень их достоверности относительно нормативной документации.

2. Атмосферные осадки — труднопрогнозируемый показатель, потому что характеризуются высокой пространственно-временной изменчивостью. Краткосрочные прогнозы (до 48 часов) имеют умеренную точность, а долгосрочные — значительную погрешность. Локальные ливни, грозы, снежные заряды сложно предсказать даже на сутки вперёд. Непредсказуемый характер выпадения осадков вносит неопределённость в планирование строительных работ. Данный показатель возможно фиксировать как неучтенные работы в процессе строительства.

3. Продолжительность светового дня — прогнозируемый показатель, так определяется астрономическими законами (широта местности, время года). Он рассчитывается с точностью до минут на любой будущий период. Также он не подвержен случайным колебаниям. Позволяет точно планировать графики работ с учётом естественного освещения. Данный показатель позволяет определять сменность работ и затраты на работы в темное время суток, учет показателя ведется в зависимости от местоположения объекта строительства.

4. Туманность — труднопрогнозируемый показатель и зависит от комплекса микрометеорологических условий (влажность, температура, рельеф, наличие водоёмов). Туманность возникает локально и эпизодически. Также краткосрочные прогнозы имеют низкую надёжность, а долгосрочные — практически невозможны. Туманность затрудняет выполнение работ, требующих визуального контроля. Данный показатель также возможно фиксировать в виде неучтенных работ в процессе строительства, так как его учет в РКП невозможен.

5. Ветровые воздействия — труднопрогнозируемый показатель, поскольку скорость и направление ветра подвержены резким изменениям. Штормовые усиления сложно предсказать более чем на 12–24 часа, а микрозональные эффекты (завихрения вокруг зданий) не учитываются в общих синоптических прогнозах. Поэтому учет данного показателя не всегда учитывается в РКП строительства жилых зданий.

Таблица 1

Природно-климатические показатели, влияющие на РКП строительство

№п/п	Природно-климатический показатель	Виды воздействия природно-климатического показателя на ресурсно-календарное планирование
1	Температура наружного воздуха [25]	Начало строительства в холодный период года, может привести к некачественному выполнению работ из-за отрицательных температур, повышенным затратам на отопление, освещение и защиту строительных материалов, риск замерзания воды в строительных растворах и повреждению конструкций. Последствия воздействий температуры наружного воздуха увеличивают общие сроки строительства, определенные в РКП. К примеру, в "СП 70.13330.2012. Свод правил. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87" содержится нормативное требование о необходимости принятия дополнительных технологических и организационных мер при производстве строительно-монтажных работ в условиях, когда температура наружного воздуха становится отрицательной.
2	Атмосферные осадки [26]	Замедление процессов в РКП строительства жилых зданий, в связи с неблагоприятными последствиями атмосферных осадков, влияющие на: подвоз строительных материалов и конструкций, работу кранов, а также осуществление монтажных работ.
3	Продолжительность светового дня [27]	Снижение видимости на строительной площадке в определенные календарные периоды с учетом географической широты местности.
4	Туманность [28]	Задержка и срыв сроков при осуществлении наружных строительных работ, в связи с отсутствием видимости для обеспечения нормальной работы строительной техники.
5	Ветровые воздействия [29-30]	Ветровые воздействия влияют на РКП строительства жилых зданий через воздействия на строительные конструкции и организацию работ. Ветер создает давление на поверхности строительной площадки, что приводит к деформациям, вибрациям и нарушению графика строительства. В Приложении к Приказу Минтруда России от 16 ноября 2020 года №782н (ред. от 29 апреля 2025 года) «Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте» в пункте 45 установлен запрет на производство работ на высоте без оформления наряда-допуска при определённых скоростях ветра. В частности, не допускается выполнение работ в открытых местах при скорости воздушного потока 15 м/с и выше.

На основании анализа природно-климатических показателей влияющих на РКП строительства жилых зданий, определена степень их прогнозируемости в ресурсно-календарном планировании. Каждый из показателей в таблице 1, влияет на РКП, что в следствии приводит к увеличению общих сроков, стоимости и технологической последовательности выполнения работ в строительстве. Однако в рамках данного исследования в качестве ключевого показателя влияющего на РКП строительства жилых зданий, нами рассматривается температурный показатель наружного воздуха, так как:

- 1) температурный показатель наружного воздуха зафиксирован в нормативной документации в виде систематических наблюдений на метеорологических станция, которые ведутся на протяжении длительного с 1973 по 2022гг.. Температура регламентируется СП 131.13330.2025, где приведены: средние

месячные и годовые температуры, абсолютные максимумы и минимумы, температуры наиболее холодной пятидневки, продолжительность периодов с температурой ниже 0 °С. Эти данные обязательны для расчёта тепловых режимов, выбора материалов и сроков работ;

- 2) температура наружного воздуха является прогнозируемым показателем. Благодаря климатическим нормам и современным моделям численного прогноза, температура может быть предсказана с погрешностью $\pm 2-3$ °С на длительный период времени;
- 3) изменение температурных показателей наружного в связи с текущим глобальным потеплением за 2022-2024гг., не учтенных в нормативной документации.
- 4) от температуры наружного воздуха зависят сроки строительства и экономические показатели строительного проекта (затраты на проведение земляных работ, затраты на устройство обогрева монолитных конструкций при их возведении и затраты на обогрев внутренних помещений) [31-34].

Исходя из вышеизложенного, следует отметить, что температура наружного воздуха выступает наиболее актуальным показателем для исследования его влияния на ресурсно-календарное планирование строительства жилых зданий.

Таблица 2

Нормативные и фактические показатели среднемесячной температуры наружного воздуха на примере г. Казань, Республика Татарстан

№	Месяц	Нормативные значения среднемесячной температуры наружного воздуха по СП 131.13330.2025 «Строительная климатология» за период 1973-2022гг., °С	Актуальные (фактические) значения температуры наружного воздуха по данным Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [24], °С				Средний показатель температуры наружного воздуха за 2022-2025гг., °С	Фактическое изменение температурного показателя относительно СП, °С
			2022г.	2023г.	2024г.	2025г.		
1	1	3	4	5	6	7	8	9
1	Январь	-10,8	-9,8	-11,6	-12,8	-5,0	-9,8	+1,0
2	Февраль	-10,2	-3,2	-7,7	-10,7	-9,0	-7,65	+2,55
3	Март	-3,9	-4,5	+1,3	-1,1	+0,5	-0,95	+2,95
4	Апрель	+5,5	+5,8	+10,3	+11,2	+9,5	+9,2	+3,70
5	Май	+13,7	+10,0	+16,3	+10,5	+14,5	+12,8	-0,88
6	Июнь	+18,1	+18,1	+16,6	+21,3	+17,5	+18,3	+0,27
7	Июль	+20,3	+21,6	+21,8	+21,7	+20,0	+21,2	+0,98
8	Август	+18,1	+23,3	+20,5	+18,5	+18,5	+20,2	+2,10
9	Сентябрь	+11,8	+11,8	+15,5	+16,3	+14,5	+14,5	+2,73
10	Октябрь	+4,6	+6,5	+5,8	+6,5	+6,5	+6,3	+1,73
11	Ноябрь	-2,8	-1,8	+0,3	+0,2	+2,4	-0,2	+3,08
12	Декабрь	-8,2	-8,1	-8,5	-4,6	-	-5,3	+2,90

Начальные сроки строительства в теплый период года определяются в зависимости от расположения строительного объекта на основании нормативных показателей указанных в СП 131.13330.2025 «Строительная климатология», где представлены показатели о температуре наружного воздуха в период с 1973 по 2022гг., однако на сегодняшний день нормативные показатели среднемесячной температуры наружного воздуха меняются, это происходит в связи с глобальным потеплением, поэтому для уточнения сроков строительства в теплый период года необходимо учитывать среднемесячные температурные показатели наружного воздуха за период 2022-2025гг..

В связи с этим было проведено сравнение нормативных показателей среднемесячной температуры наружного воздуха по СП 131.13330.2025 «Строительная климатология» и фактических показателей за период 2022-2025гг. по данным Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [24], на примере г. Казань, Республика Татарстан (Таблица 2).

Выполненный авторами анализ среднемесячных температурных показателей наружного воздуха на примере г. Казань, Республика Татарстан, показывает рост фактической среднемесячной температуры воздуха в сравнении с нормативными показателями (таблица 2), в частности, это видно в марте и ноябре, где нормативное значение температуры выросло на $2,95^{\circ}\text{C}$ и $3,08^{\circ}\text{C}$ соответственно.

Бали рассмотрены данные полученные из таблицы 2 в виде графиков изменения среднемесячных показателей температуры наружного воздуха в г. Казань, Республика Татарстан. На рисунке 1 представлен график изменений среднемесячных температурных показателей в течении года, согласно нормативным значениям из СП 131.13330.2025 «Строительная климатология», где значения температуры определены за период 1973-2022гг., определяет нормативный теплый период года, который продолжается с 14 марта по 17 октября, а также изменения среднемесячных температурных показателей в течении года, согласно фактическим значениям температур по данным Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (РОСГИДРОМЕТ [24]), где среднемесячные значения температуры определены за период 2022-2025гг..

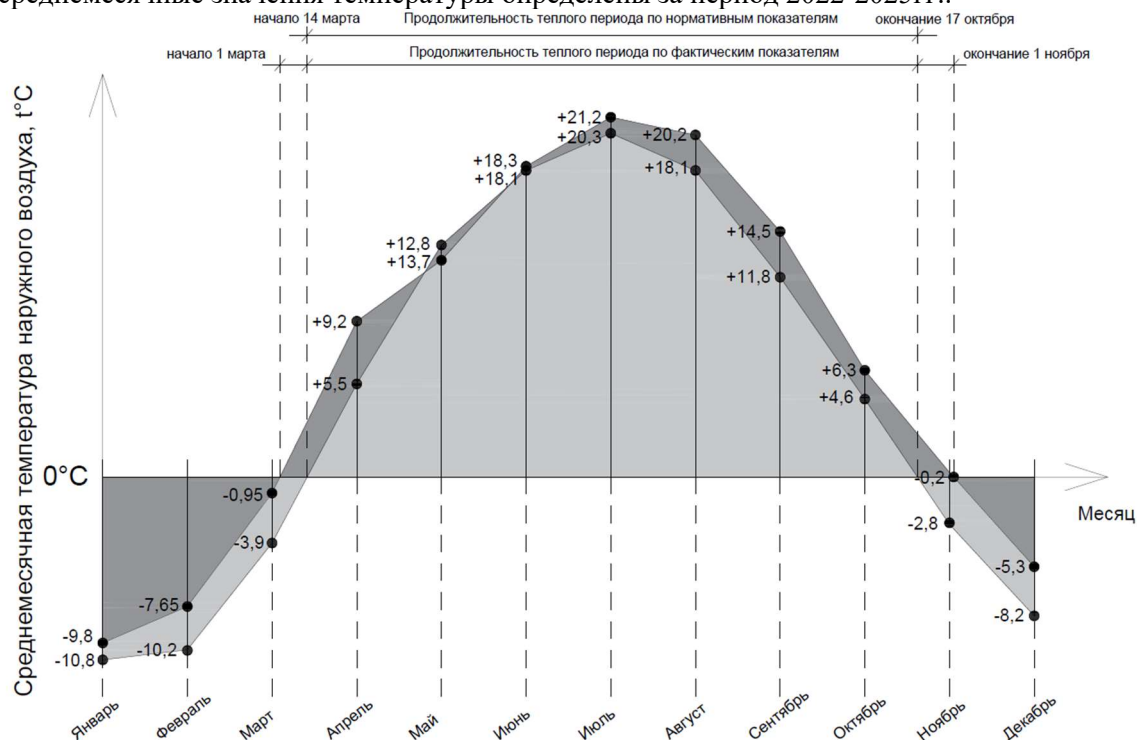


Рис 1. График изменения показателей среднемесячной температуры наружного воздуха в г. Казань, Республика Татарстан по СП 131.13330.2025 «Строительная климатология» и по актуальным (фактическим) данным Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [24].

Fig. 1. Graph of changes in the average monthly outdoor air temperature in Kazan, Republic of Tatarstan, according to Building code SP 131.13330.2025 "Building Climatology" and according to the current (actual) data of the Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring [24].

Исходя из полученных данных, фактический теплый период года продолжается с 1-го марта по 1-ое ноября.

На основе полученных результатов (рисунок 1) определена разница сроков нормативного и фактического теплого периода года в г. Казань, Республика Татарстан. Полученные результаты демонстрируют увеличение срока теплого периода года на 28 календарных дней, так как теплый периода года начинается 01 марта и заканчивается 01 ноября, что на 14 дней раньше и на 13 дней позже нормативных сроков теплого периода года согласно СП 131.13330.2025 «Строительная климатология», соответственно.

Поскольку теплый период года важен при планировании строительства, так как ряд строительных процессов требует положительных температур наружного воздуха, во избежание дополнительных затрат, например таких как: противоморозные добавки, электропрогрев, отопление и т.д., что утверждено в Приказе Минстроя России от 25.05.2021 №325/пр «Об утверждении Методики определения дополнительных затрат при производстве работ в зимнее время». (В Приказе Минстроя России от 25.05.2021 №325/пр «Об утверждении Методики определения дополнительных затрат при производстве работ в зимнее время» под «зимним временем» подразумевается часть года со среднесуточной температурой наружного воздуха ниже 0 °С.) Учет фактического теплого периода года позволит оптимизировать строительные работы в РКП строительства жилых зданий и уменьшить стоимость дополнительных затрат приходящихся на строительство в холодный период года.

В качестве примера ниже приведены два варианта укрупненного календарного графика строительства 9-ти этажного монолитного жилого дома, с учетом нормативных и фактических температурных показателей наружного воздуха.

1) Первый график РКП строительства жилого объекта с учетом нормативных среднесезонных показателей температуры наружного воздуха из СП 131.13330.2025 «Строительная климатология» (Рисунок 2, а), демонстрирует начало строительства с 14 марта;

2) Второй график РКП строительства жилого объекта с учетом фактических среднесезонных температурных показателей наружного воздуха за 2022-2025гг. по данным Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (РОСГИДРОМЕТ [20]) изображен на рисунке 2б и демонстрирует начало строительства 01 марта.

Таким образом, учет фактических температурных показателей позволяет сместить начало строительства на 14 дней, а именно с 14 октября на 01 октября, в связи с увеличением теплого периода года. И так как, окончание теплого периода, согласно полученным результатам, приходится на 01 ноября, поэтому фактический срок теплого периода составляет 244 дня, что на 27 дней больше нормативного теплого периода года, определяемого по СП 131.13330.2025 «Строительная климатология».

Согласно Приказу Минстроя России от 25.05.2021 №325 прил.1 п.85 зимнее удорожание определяется в целом по объекту на 2,2% для г. Казань, Республика Татарстан, и компенсирует весь перечень работ, проводимых в холодный период года согласно сметной документации. Данный коэффициент рассчитан на основании нормативного холодного периода года для региона. Но согласно полученным результатам, срок холодного периода года изменился, в связи с этим коэффициент зимнего удорожания является не корректным. Поэтому, с целью минимизации затрат на зимнее удорожание в сметной документации, необходимо актуализировать коэффициент зимнего удорожания на основании фактического срока холодного периода года. Согласно нормативным показателям срок холодного периода составляет 148 дней что соответствует коэффициенту 2,2%, а согласно фактическим срокам холодного периода года – 121 день, коэффициент зимнего удорожания будет равен следующему значению: $(121\text{день}/148\text{дней}) * 2,2 = 1,79\%$.

Таким образом актуальный коэффициент зимнего удорожания позволяет снизить затраты на производство работ в холодный период года на 18,63% согласно сметной документации. Полученные результаты позволяют разместить строительные работы таким образом, чтобы количество работ, приходящихся на холодный период года, были

выполнены в теплый период года, и при этом минимизировать затраты на производство работ проводимых в холодный период года.

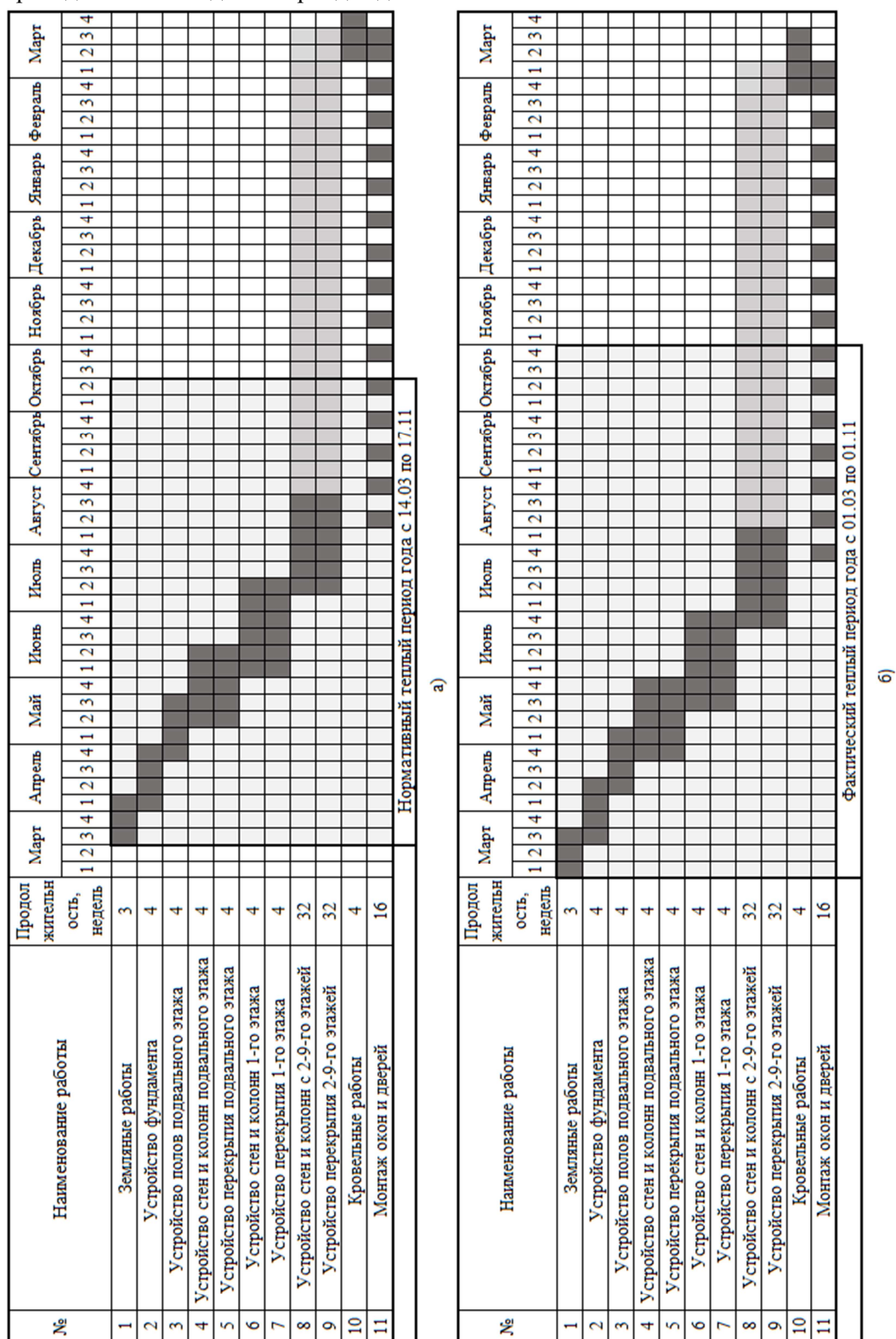


Рис 2. Графики РКП по возведению монолитного 9-ти этажного здания выполненного на основании нормативных среднемесячных температурных показателей по нормативным и фактическим показателям: а) СП 131.13330.2025 «Строительная климатология», б) Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Fig. 2. Resource-calendar planning (RCP) schedules for the construction of a monolithic 9-storey building based on the standard average monthly temperature indicators and actual indicators: a) Building code SP 131.13330.2025 "Building Climatology", and b) the Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring.

Отсюда следует, что природно-климатические показатели влияют на РКП строительства жилых зданий, за счет возможности оптимизации строительных работ в календарном графике с учетом изменения сроков теплого периода года за счет повышения температурных показателей наружного воздуха в следствии глобального потепления. В свою очередь это влияет на повышение технико-экономических показателей строительства жилых зданий.

В дополнение к полученным результатам исследования стоит добавить, что данная работа является уникальной, поскольку в схожих работах [15, 17, 20] где рассматривается связь глобального потепления и осуществления строительной деятельности, нет учета изменения среднемесячных показателей температуры наружного воздуха в связке с ресурсно-календарным планированием строительства жилых зданий.

4. Заключение

Проведенный анализ влияния природно-климатических показателей на РКП строительства жилых зданий, показал, что наиболее значимым фактором, требующим актуализации показателей в связи с продолжающимся глобальным потеплением, является температура наружного воздуха.

Выявлено превышение среднемесячных температурных показателей над нормативными данными. В частности, в марте и сентябре зафиксировано увеличение на 2,95С и 3,08°С соответственно. Анализ динамики среднемесячной температуры наружного воздуха в г. Казань (Республика Татарстан) подтверждает устойчивый рост температурных показателей. Данная тенденция позволяет прогнозировать дальнейшее увеличение продолжительности тёплого периода года в регионе. Повышение температур наружного воздуха ведет к увеличению тёплого периода года, что непосредственно влияет на временные рамки строительных работ в РКП.

Сравнительный анализ показал, что использование фактических температурных данных позволяет увеличить сроки строительства в теплый период года на один месяц. Это даёт следующие преимущества: увеличение временного ресурса для выполнения работ в тёплый период года, а также снижение затрат на проведение работ в холодное время года (например, на обогрев, противоморозные добавки и т.п.), что в свою очередь повышает технико-экономические показатели строительства жилых зданий.

В данном исследовании, построение двух вариантов графиков РКП и их анализ, показало увеличение объема времени для осуществления строительных работ в теплый период года. Таким образом, учет актуализированных среднемесячных температурных показателей наружного воздуха в г. Казани, позволяет сместить сроки начала строительства на месяц, что может позволить увеличить производство строительных работ в теплый период года и тем самым сократить использование дополнительных ресурсов затрачиваемых на производство работ в холодный период года, а также уменьшить сметную стоимость зимнего удорожания на 18,63%.

Список литературы / References

1. Куделькин Н. С. Арктика и глобальное потепление: адаптация к изменению климата и охрана окружающей среды // Юридические исследования. – 2022. – № 1. – С. 1-16. – DOI 10.25136/2409-7136.2022.1.37049.
Kudelkin N. S. The Arctic and global warming: adaptation to climate change and environmental protection // Legal Studies. – 2022. – No. 1. – P. 1-16. – DOI 10.25136/2409-7136.2022.1.37049.
2. Бондаренко Л.В., Маслова О. В., Белкина А. В., Сухарева К. В. Глобальное изменение климата и его последствия // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. – 2018. – № 2(98). – С. 84-93. – DOI 10.21686/2413-2829-2018-2-84-93.
Bondarenko L.V. , Maslova O. V., Belkina A.V., Sukhareva K. V. Global climate change and its consequences // Bulletin of the Russian University of Economics named after G.V. Plekhanov. – 2018. – № 2(98). – P. 84-93. - DOI 10.21686/2413-2829-2018-2-84-93.

3. Зубарева Х.Ш. , Керимов И. А., Романова О. С., Широкова В. А. Аналитический обзор: причины и последствия глобальных изменений климата // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. – 2021. – № 4(87). – С. 103-111. – DOI 10.33580/2541-9684-2021-87-4-103-111.
Zubareva H.S. , Kerimov I. A., Romanova O. S., Shirokova V. A. Analytical review: causes and consequences of global climate change // Proceedings of the Institute of Geology of the Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. – 2021. – No. 4(87). – P. 103-111. – DOI 10.33580/2541-9684-2021-87-4-103-111.
4. Банникова А. В. факторы, влияющие на сроки выполнения строительно-монтажных работ // Аллея науки. – 2020. – Т. 1, № 3(42). – С. 281-283. – EDN WIBWCI.
Bannikova A.V. factors affecting the timing of construction and installation work // Alley of Science. – 2020. – Vol. 1, No. 3(42). – P. 281-283. – EDN WIBWCI.
5. Гиясов А. И. Биоклиматическое районирование - предпосылка для архитектурно-строительного и градостроительного проектирования, планирование территорий // Вестник МГСУ. – 2023. – Т. 18, № 1. – С. 24-35. – DOI 10.22227/1997-0935.2023.1.24-35.
Giyasov A. I. Bioclimatic zoning - a prerequisite for architectural, construction and urban planning design, territory planning // Bulletin of MGSU. – 2023. – Vol. 18, No. 1. – P. 24-35. – DOI 10.22227/1997-0935.2023.1.24-35.
6. Halдар S. et al. Trend analysis of long-term meteorological data of a growing metropolitan city in the era of global climate change // Total Environment Research Themes. – 2023. – Vol. 7. – P. 100056.
7. Reveshti A. M., Ebrahimpour A., Razmara J. Investigating the effect of new and old weather data on the energy consumption of buildings affected by global warming in different climates // International Journal of Thermofluids. – 2023. – Vol. 19. – P. 100377.
8. Галлямов Л. З., Кашина С.Г. Ресурсно-календарное планирование строительства жилых зданий в условиях глобального потепления климата // EurasiaScience : Сборник статей LXVII международной научно-практической конференции, Москва, 15 февраля 2025 года. – Москва: Научно-издательский центр "Актуальность.РФ", 2025. – С. 46-47. – EDN PMXQZC.
Gallyamov L. Z., Kashina S. G. Resource and calendar planning for the construction of residential buildings in the context of global climate warming // EurasiaScience : Collection of articles of the LXVII International Scientific and Practical Conference, Moscow, February 15, 2025. – Moscow: Scientific Publishing Center "Relevance.RF", 2025. – P. 46-47. – EDN PMXQZC..
9. Коробейникова А. Е. , Макарова А. Е., Конакова К. П. Влияние естественных процессов на изменение климата урбанизированных территорий Республики Коми и меры адаптации к ним // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2024. № 2(46). – С. 42-58. – DOI 10.22227/2311-1518.2024.2.42-58.
Korobeynikova A. E. , Makarova A. E., Konakova K. P. The influence of natural processes on climate change in urbanized territories of the Komi Republic and measures of adaptation to them // Biosphere compatibility: man, region, technology. – 2024. – No. 2(46). – P. 42-58. – DOI 10.22227/2311-1518.2024.2.42-58.
10. Fei Y., Leigang S., Juanle W. Monthly variation and correlation analysis of global temperature and wind resources under climate change // Energy Conversion and Management. – 2023. – Vol. 285. – P. 116992.
11. Стетюха В. А. Влияние глобального потепления на многолетнемёрзлые грунты в условиях Забайкалья // Вестник Забайкальского государственного университета. – 2025. – Т. 31, № 2. – С. 41-51. – DOI 10.21209/2227-9245-2025-31-2-41-51.
Stetyukha V. A. The influence of global warming on permafrost soils in the conditions of Transbaikalia // Bulletin of the Trans-Baikal State University. – 2025. – Vol. 31, No. 2. – P. 41-51. – DOI 10.21209/2227-9245-2025-31-2-41-51.
12. Михеев Г. В., Варич Э. С., Бадилян Г. А. Технологии применения биоклиматических стратегий проектирования зданий // Электронный сетевой

- политематический журнал "Научные труды КубГТУ". 2021. № 3. С. 9-22. EDN QLCAFI.
- Mikheev G. V. , Varich E. S., Badikyan G. A. Technologies for the application of bioclimatic strategies for building design // Online political journal "Scientific works of KubSTU". – 2021. – No. 3. – P. 9-22. – EDN QLCAFI.
13. Скрипченко Д. С. Влияние глобального потепления на строительство // Перспективы развития фундаментальных наук : Сборник трудов XV Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 7 томах, Томск, 24–27 апреля 2018 года / Под редакцией И.А. Курзиной, Г.А. Вороновой. Vol. 6. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2018. – P. 16-18. – EDN VMPCMG.
- Skipchenko D. S. The impact of global warming on construction // Prospects for the development of fundamental sciences : Proceedings of the XV International Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists. In 7 volumes, Tomsk, April 24-27, 2018 / Edited by I.A. Kurzina, G.A. Voronova. Vol. 6. – Tomsk: Publishing House of Tomsk State University, 2018. – P. 16-18. – EDN VMPCMG.
14. Гулямов Б. А., Шокиров Р. М., Каримов Н. М. Климатические факторы, учитываемые при проектировании солнечных малоэтажных гражданских зданий в условиях Республики Таджикистан // Инженерный вестник Дона. – 2024. – № 1(109). – С. 382-394. – EDN KSMSWI.
- Gulyamov B. A. , Shokirov R. M., Karimov N. M. Climatic factors taken into account in the design of solar low-rise civil buildings in the Republic of Tajikistan // Engineering Bulletin of the Don. – 2024. – No. 1(109). – P. 382-394. – EDN KSMSWI.
15. Хидиров М. М. Влияние природно-климатических факторов на развитие малых городов Узбекистана // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2024. – № 2(61). – С. 34-38. – DOI 10.25628/UNIIP.2024.61.2.005.
- Khidirov M. M. The influence of natural and climatic factors on the development of small towns in Uzbekistan // Academic Bulletin of UralNIIProekt RAASN. – 2024. – No. 2(61). – P. 34-38. – DOI 10.25628/UNIIP.2024.61.2.005.
16. Петрова Е. А., Коршунов А. Ф. Перспективы строительства экологически чистых зданий // Современное строительство и архитектура. – 2022. – № 1(25). – С. 14-19. – DOI 10.18454/mca.2022.25.2.
- Petrova E. A. , Korshunov A. F. Prospects for the construction of environmentally friendly buildings // Modern construction and architecture. – 2022. – No. 1(25). – P. 14-19. – DOI 10.18454/mca.2022.25.2.
17. Васильев Г.П. , Лысак Т. М., Горнов В. Ф. Ретроспективный анализ температур воздуха наиболее холодных пятидневок в Москве за период с 1991 по 2020 // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2025. – № 4(101). – С. 167-176. – DOI 10.35211/18154360_2025_4_167.
- Vasiliev G.P., Lysak T. M., Gornov V. F. A retrospective analysis of the air temperatures of the coldest five days in Moscow for the period from 1991 to 2020 // Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Construction and Architecture. – 2025. – No. 4(101). – P. 167-176. – DOI 10.35211/18154360_2025_4_167.
18. Oruc S. The Impact of Climate Change on Construction Activity Performance / S. Oruc, H. A. Dikbas, B. Gumus, I. Yucel // Buildings. – 2024. – Vol. 14, No. 2. – P. 372. – DOI 10.3390/buildings14020372.
19. Feng K. An integrated environment–cost–time optimisation method for construction contractors considering global warming // Sustainability. – 2018. – Vol. 10, No. 11. – P. 4207. – DOI 10.3390/su10114207.
20. Shan Y., Goodrum P. M., Lewis M. P. Construction productivity impacts of forecasted global warming trends utilizing an integrated information modeling approach // Computing in Civil Engineering 2015. – 2015. – P. 523-530. – DOI 10.1061/9780784479247.065

21. Rosselot K. , Allen D. T., Ku A. Y. Global Warming Breakeven Times for Infrastructure Construction Emissions Are Underestimated // ACS Sustainable Chemistry and Engineering. – 2022. – Vol. 10, No. 5. – P. 1753-1758. – DOI 10.1021/acssuschemeng.1c08253.
22. Kaewunruen S., Abdelhadi M., Kongpuang M. Digital Twins for Managing Railway Bridge Maintenance, Resilience, and Climate Change Adaptation // Sensors. – 2023. – Vol. 23, No. 1. – P. 252. – DOI 10.3390/s23010252.
23. Rosselot K. S., Allen D. T., Ku A. Y. Methods of Modeling Construction Emissions Have Large Impacts on Short-Term Warming Assessments // ACS Sustainable Chemistry and Engineering. – 2022. – Vol. 10, No. 32. – P. 10547-10559. – DOI 10.1021/acssuschemeng.2c01808.
24. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. — Текст : электронный // meteorf.gov.ru : [сайт]. — URL: <https://www.meteorf.gov.ru/about/service/> (дата обращения: 21.01.2026). Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring. — Text: electronic // meteorf.gov.ru : [website]. — URL: <https://www.meteorf.gov.ru/about/service/> (date of reference: 21.01.2026).
25. Жирков И. А. Оценка влияния факторов на продолжительность строительства на Крайнем Севере // Аммосов-2021 : Сборник материалов научно-практической конференции студентов СВФУ, Якутск, 12 апреля 2021 года. – Якутск: Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, 2021. – С. 851-855. – EDN COXJDH.
Zhirkov I. A. Assessment of the influence of factors on the duration of construction in the Far North // Ammosov-2021 : Proceedings of the NEFU Students' Scientific and Practical Conference, Yakutsk, April 12, 2021. Yakutsk: Northeastern Federal University named after M.K. Ammosov, 2021. P. 851-855. - EDN COXJDH.
26. Горюнова Е. А., Горюнова К. А. Влияние атмосферных природных явлений и антропогенных воздействий на объекты строительного производства // Инновации в строительстве-2022 : Материалы международной научно-практической конференции, Брянск, 07–09 апреля 2022 года. – Брянск: [б.и.], 2022. – С. 90-92. – EDN SGZUHC.
Goryunova E. A., Goryunova K. A. Influence of atmospheric natural phenomena and anthropogenic impacts on construction production // Innovations in Construction-2022 : Proceedings of the International Scientific and practical conference, Bryansk, April 07-09, 2022. Bryansk: [B.I.], 2022, P. 90-92. EDN SGZUHC.
27. Фатуллаев Р. С. , Боровкова А. Е., Шароватов Н. А., Логузов В. А. Основные факторы, влияющие на производительность труда при выполнении капитального ремонта в многоквартирных жилых домах // Наука и бизнес: пути развития. – 2024. – № 7(157). – С. 58-64. – EDN JRLPTF.
Fatullaev R. S., Fatullaev A. E. Borovkova N. A., Sharovатов N.A., Loguzov V. A. The main factors affecting labor productivity during capital repairs in apartment buildings, Science and Business: Ways of Development. 2024. No. 7(157). P. 58-64. EDN JRLPTF.
28. Шипков О. И., Орлов Е. В., Шипков В. О. Природно-климатические факторы в проектировании общественных пространств // Системные технологии. – 2020. – № 2(35). – С. 67-74. – EDN MFVZHC.
Shipkov O. I., Orlov E. V., Shipkov V. O. Natural and climatic factors in the design of public spaces // System technologies. – 2020. – No. 2(35). – P. 67-74. – EDN MFVZHC.
29. Соболев В. И. Выявление факторов, влияющих на надежность календарного планирования // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2004. – № 3. – С. 98-102. – EDN NEDTNH.
Sobolev V. I. Identification of the factors affecting the reliability of calendar planning // News of higher educational institutions. The North Caucasus region. Technical sciences. – 2004. – No. 3. – P. 98-102. – EDN NEDTNH.

30. Мелкий В. А., Верхотуров А. А., Пищальник В. М., Братков В. В. Климатические и гидрологические факторы, действующие в районе створа для строительства моста "Сахалин-материк" // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2020. Т. 331, № 9. С. 108-121. DOI 10.18799/24131830/2020/9/2813.
Melky V. A., Verkhoturov A. A., Pischalnik V. M., Bratkov V. V. Climatic and hydrological factors operating in the area of the gateway for the construction of the Sakhalin-Mainland bridge // News of Tomsk Polytechnic University. Georesource engineering. – 2020. – Vol. 331, No. 9. – P. 108-121. – DOI 10.18799/24131830/2020/9/2813.
31. Калугин Ю. Б., Виноградов Я. Г. Анализ факторов влияющих на надежность календарных планов восстановительных работ // Специальная техника и технологии транспорта. – 2024. – № 21. – С. 69-74. – EDN QJSOFU.
Kalugin Yu. B., Vinogradov Ya. G. Analysis of the factors affecting the reliability of calendar plans for restoration work // Special equipment and technologies of transport. – 2024. – No. 21. – P. 69-74. – EDN QJSOFU.
32. Сафин А. Ф., Ибрагимов Р. А., Олейник П. П. Методика моделирования продолжительности проектирования крупнопанельных жилых зданий // Промышленное и гражданское строительство. – 2025. – № 4. – С. 51-59. – DOI 10.33622/0869-7019.2025.04.51-59.
Safin A. F., Ibragimov R. A., Oleynik P. P. Methodology for Modeling the Design Duration of Large-Panel Residential Buildings // Industrial and Civil Engineering. – 2025. – No. 4. – P. 51-59. – DOI 10.33622/0869-7019.2025.04.51-59.
33. Сафин А. Ф., Ибрагимов Р. А., Олейник П. П. Совершенствование методов определения продолжительности строительства крупнопанельных жилых зданий // БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2023. – № 7(1067). – С. 39-43. – EDN HEKYPF.
Safin A. F., Ibragimov R. A., Oleynik P. P. Improving Methods for Determining the Construction Duration of Large-Panel Residential Buildings // BST: Bulletin of Construction Machinery. – 2023. – No. 7(1067). – P. 39-43. – EDN HEKYPF.
34. Сафин А. Ф., Ибрагимов Р. А. Современный метод определения сроков строительства крупнопанельных жилых домов // Строительные конструкции, здания и сооружения. – 2023. – № 2(3). – С. 46-52. – EDN JYKHHR.
Safin A. F., Ibragimov R. A. A Modern Method for Determining Construction Timelines for Large-Panel Residential Buildings // Building Structures, Buildings and Structures. – 2023. – No. 2(3). – P. 46-52. – EDN JYKHHR.

Информация об авторах

Галлямов Лунис Зиннурович, аспирант, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация.
E-mail: lunis@inbox.ru, ORCID: 0009-0007-3439-3104.

Кашина Светлана Георгиевна, кандидат педагогических наук, доцент, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Российская Федерация.
E-mail: kashina@kgasu.ru, ORCID: 0000-0003-2112-0637.

Information about the authors

Lunis Z. Gallyamov, Post-graduate student, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation.
E-mail: lunis@inbox.ru, ORCID: 0009-0007-3439-3104.

Svetlana G. Kashina, Candidate of pedagogical sciences, associate professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation.
E-mail: kashina@kgasu.ru, ORCID: 0000-0003-2112-0637.

Дата поступления: 21.10.2025

Дата принятия: 29.04.2026