**Научная статья**
**УДК 69.05**
**https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-4-579-588**

# Организационно-технологические мероприятия по экономии ресурсов и энергосбережению в процессе проектирования и строительства в зимний период

**Андрей Константинович Комаров[1], Виктория Евгеньевна Розина[2], Павел Александрович Шустов[3]**
[1,2,3]Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия
Автор, ответственный за переписку: Розина Виктория Евгеньевна, vikt.rozina@yandex.ru

***Аннотация.*** Цель – рассмотреть проблемы получения строительной продукции в зимний период и сложные комплексные технологические процессы с учетом научных достижений в этой области, анализа факторов влияния при решении теплофизических задач, а также оценки результатов на производственные показатели, главным образом, на экономические. Накопленный отечественный и зарубежный опыт – результат многолетней напряженной работы ученных и инженеров, продолжающейся и поныне. В регионе Восточной Сибири и прилегающих к ней областях, характеризующихся длительным холодным зимним периодом, строительные работы ведутся круглогодично. При этом особое внимание необходимо уделять планированию строительного производства в зимний период, разработке рабочей документации с учетом сезонности производства работ. Должна быть учтена материально-техническая оснащенность подрядной строительной организации, главным образом обоснованность оперативных планов строительно-монтажных работ и графика финансирования. В работе отражены примеры строительства в зимний период, иллюстрирующие имеющиеся недостатки, в частности повышенное энергопотребление. Приведены некоторые рекомендации, призванные повысить качество проектной документации.

***Ключевые слова***: зимний период, энергоэффективность, энергосбережение, технологическая карта, проект организации строительства, проект производства работ

***Для цитирования***: Комаров А. К., Розина В. Е., Шустов П. А. Организационно-технологические мероприятия по экономии ресурсов и энергосбережению в процессе проектирования и строительства в зимний период // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2022. Т. 12. № 4. С. 579–588. https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-4-579-588.

**Original article**

# Administrative and technological measures to save resources and energy during design and construction in winter

**Andrey K. Komarov[1], Victoria E. Rozina[2], Pavel A. Shustov[3]**
[1,2,3]Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia
Corresponding author: Victoria E. Rozina, vikt.rozina@yandex.ru

***Abstract.*** This article considers the problems of obtaining construction products in winter, along with complex technological processes, in the light of scientific achievements and analysis of influencing factors when solving thermophysical problems, as well as evaluating the results on production indicators, especially those related to economics. The accumulated domestic and foreign experience reflects years of intensive work carried out by scientists and engineers, which continues to this day. In Eastern Siberia and neighbouring regions characterised by a prolonged winter period, construction works are carried out all year round. Special attention should be paid to planning construction activities in winter and developing working documentation in view of the seasonality of work. The material and technical resources of the construction contractor should be taken into account, mainly the feasibility of

© Комаров А. К., Розина В. Е., Шустов П. А., 2022

the operational plans for construction and installation activities and the financing schedule. The paper includes examples of winter construction demonstrating the existing limitations, in particular the increased energy consumption. Some recommendations are given aimed at improving the quality of project documentation.

***Keywords:*** winter period, energy efficiency, energy saving, technological map, construction organization project, work production project

***For citation:*** Komarov A. K., Rozina V. E., Shustov P. A. Administrative and technological measures to save resources and energy during design and construction in winter. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost' = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate.* 2022;12(4):579-588. (In Russ.). https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-4-579-588.

## ВВЕДЕНИЕ

Термины и понятия «энергоэффективность» и «энергосбережение» давно и прочно вошли в наш быт и в нашу действительность. Задачи, ставящиеся государством, ведомствами, наконец, экономическая целесообразность, просты и ясны – на всех этапах жизненного цикла строительных объектов добиться минимизации энергетических затрат.

На данном этапе развития строительной техники и технологии достигнуты ощутимые результаты научных исследований, реализованных в практике строительства. Зачастую достижение поставленных целей является сложной исследовательской задачей, требующей анализа многочисленных факторов влияния на решение трехмерных теплофизических задач, с оценкой результатов по разнохарактерным критериям, главным образом экономическим.

Накопленный отечественный и зарубежный опыт – результат многолетней напряженной работы ученных и инженеров, продолжающейся и поныне. «Пассивный дом» – мечта собственников любых домов, как и использование нетрадиционных источников энергии.

Основные положения по энергосбережению изложены в нормативных и методических документах[1]. Однако понятие «энергосбережение» имеет и другое более простое в инженерном отношении понятие. А именно – экономия всех видов энергии и ресурсов на всех этапах до введения объекта в эксплуатацию, и, конечно же, тесно связанное с этим понятие «энергоэффективность» в строительном производстве [1–12]. Здесь громадное поле деятельности для совершенствования процессов проектирования и возведения зданий и сооружений. Рассмотрим строящиеся объекты г. Иркутска. Аналогичная ситуация имеет место Иркутской области и на прилегающих к ней территориях.

Регион Восточной Сибири характеризуется относительно длительным и холодным зимним периодом. Так как строительные работы в этот период не должны останавливаться, необходимо более тщательно подходить к планированию строительного производства в этот период.

На стадии проектирования нет достоверной информации (или она очень приблизительна) о сроках начала строительства и продолжительности реализации проекта. Вычисляется только общая трудоемкость работ. Работа по разработке рабочей документации проводится без учета сезонности производства работ. И даже на этапе разработки проекта организации строительства (ПОС) в подавляющем большинстве недостаточно учитываются климатические условия. При этом в соответствии с Методикой[2] указывается, что при составлении сметной документации учитываются так называемые лимитированные затраты, в том числе зимнее удорожание, которое подразделяется по видам строительства (назначение объекта и его конструктив-

[1]Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации (с изм. от 14 июля 2022 года): федер. закон от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ // Кодекс [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/902186281 (09.11.2022);
Основы энергосбережения: учеб. пособие / Под. ред. Б. И. Врублевского. Гомель: ЧУП «ЦНТУ «Развитие», 2002. 190 с.;
Виленский П. Л., Лившиц В. Н., Смоляк С. А. Оценка эффективности инвестиционных проектов: теория и практика: учеб. пособие. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Поли Принт Сервис, 2015. 1300 с.;
Практическое пособие по выбору и разработке энергосберегающих проектов: учеб. пособие / Под ред. О. Л. Данилова, П. А. Костюченко. М.: Технопромстрой, 2006. 668 с.

[2]Об утверждении Методики определения дополнительных затрат при производстве работ в зимнее время: приказ от 25 мая 2021 года № 325/пр // Кодекс [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/607806359 (09.11.2022).

ное исполнение) и по видам работ, и эти затраты учитываются для нашей V температурной зоны в размере приблизительно от 1 до 5%. В локальных и объектных сметах обязательно должно учитываться зимнее удорожание, при наличии информация о сроках производства работ. На стадиях разработки проектной документации эта информация, как правило, отсутствует, поэтому при составлении смет зимнее удорожание в большинстве случаев не учитывается [13–15].

На стадии разработки проекта производства работ (ППР) и технологических карт (ТК) подрядной строительной организацией эти природно-климатические условия обязательно нужно учитывать, но разработка ППР и ТК происходит после утверждения проектной документации.

При выполнении работ по госзаказу ситуация еще более жесткая. Если по вине подрядчика или субподрядчика сдвинуты сроки строительства на период наступления низких температур, то компенсировать дополнительные затраты государство не обязано.

Технология и организация производства строительно-монтажных работ в зимнее время изучены очень глубоко и разработаны соответствующие рекомендации и технологические решения. Но при неграмотном и безответственном отношении к планированию строительного производства (составлением различных видов формальных и необоснованных графиков производства работ) исполнители сталкиваются с необходимостью проведения мероприятий, удорожающих строительство главным образом за счет увеличения энергетических и иных затрат.

Заказчик, инвестор, застройщик далеко не всегда идут навстречу подрядчику и возмещают стоимость удорожания производства работ.

Удорожание строительства производится не только за счет увеличения потребления электроэнергии (обогрев помещения, прогрев конструкции, материалов и т.д.): модифицированные материалы, которые могут быть применены в холодное время года, стоят дороже традиционных, а их производство также сопряжено с дополнительными энергозатратами [16–19], которые связаны с необходимостью борьбы со снежными заносами, с наледями, с гололедом, с дополнительным обогревом бытовых, административных и производственных временных помещений. Громадные непредвиденные расходы связаны с необходимостью использования специальных машин и оборудования, способных производительно работать в условиях нашей суровой зимы, особенно при производстве земляных работ.

Сказанное выше не означает, что работы надо останавливать. Строительство – это непрерывный круглогодичный комплексный процесс. Иногда это просто необходимо и стратегически целесообразно. Надо лишь обоснованно подходить к планированию строительного производства. Ряд работ по возможности не следует планировать на зимний период. Например, земляные работы. Это приводит не только к удорожанию, но и к снижению качества обратных засыпок, уплотнения грунта, планировки территорий. Крайне ответственно следует относиться к планированию зимой производства бетонных работ. Даже применяя бетонную смесь с противоморозными добавками, или предусматривая прогрев твердеющего бетона, не учитывают теплопотери при подаче к месту укладки смеси хоботами бетононасосов в неутепленных кран-бадьях. Не утепляются и опалубочные элементы, в результате чего температура начала твердения свежеуложенного бетона ниже планируемой. Поэтому необходимо увеличивать исходную марку бетона и концентрацию добавок или усиливать режим прогрева и его продолжительность (если использовать прогревный метод), что влечет за собой удорожание. Таких рассуждений можно привести много. Рассмотрим конкретные примеры.

1. Здание гражданское, многоэтажное. Внешние работы (фасады, наружные инженерные сети, кровля); подключение к сети временного теплоснабжения, т.е. создание теплового контура планировалось к осени календарного года. По факту в ноябре тепловой контур не готов, не подключена система теплоснабжения по вине подрядчиков. При этом генподрядная строительная организация, пытаясь форсировать сроки производства работ, осуществляет отделочные работы – выполняют выравнивающие цементно-песчаные стяжки, укладывают облицовочную плитку, шпаклюют стены и потолки. Для обеспечения положительной температуры на этаже установлены полтора десятка отопительных приборов (тепловых пушек, калориферов) по одному на 20 м² пола. При этом основания (стены и перекрытия) для отделочных составов промерзлые, т.к. выше и ниже расположенные этажи холодные, не отапливаются. Можно прогнозировать качество выполняемых работ как неудовлетворительное. Затраты электроэнергии примерно 1800 кВт ч в сут., а в смете затраты на оплату дополнительного расхода энергии не предусмотрены.

2. Здание жилое многоэтажное. Ведутся работы «нулевого цикла». Земляные работы

планировалось выполнить в летний период, но по каким-то причинам завершить их не удалось. Сейчас, в ноябре, при отрицательной ночной температуре, грунт уже промерз на 20–30 см, и для его разработки используются механизмы большой мощности и пневматический инструмент. Дополнительные затраты на дизельное топливо и электроэнергию никого не останавливают.

Ведется устройство монолитных железобетонных ленточных фундаментов. Бетонная смесь с категорией -5°С (теперь так классифицируют состав смеси) укладывается на холодное основание и в холодную опалубки) при начальной температуре свежеуложенного бетона не выше +10°С. Грамотному специалисту понятно, что при таких температурно-влажных условиях (минусовая среднесуточная температура) бетон не наберет требуемой проектной прочности.

Необходимо дополнительно прогревать или обогревать конструкцию. Неясно, как компенсировать предстоящие энергетические затраты, ведь устройство фундаментов предполагалось выполнить в теплое время года. Предположительно, что и обратную засыпку пазух котлована будут производить мерзлым грунтом, а это значит, что через три года возникнет необходимость благоустраивать объект, а это – большие затраты, в том числе энергетические.

3. Объект – административное 3-этажное здание. Производятся работы по устройству навесного вентилируемого фасада. Работы ведет звено рабочих. Средства механизации работ – мощный автомобильный кран грузоподъемностью около 20 т и высотой подъема крюка – 25 м и автовышка. Совершенно очевидно, что оба этих механизма не нужны. Кран простаивает 90% рабочего времени, а стоимость его машино-часа составляет 2 283,02 руб., т. е. за смену затраты составят 18 264 руб.

Машино-час автовышки с высотой подъема люльки 12 м составляет 771,92 руб., т.е. в смену затраты 6175 руб. Вместо вышки с успехом можно было использовать инвентарные леса, которые учтены в смете в разделе «титульные сооружения» (в накладных расходах) и их эксплуатация составляет значительно меньшую сумму.

За три недели, а именно столько времени планируется для выполнения фасадных работ, эксплуатация крана и вышки обойдется в 367 000 руб. И сколько же будет стоить этот фасад, и как это отразится на себестоимости квадратного метра здания? К тому же эксплуатация механизмов – это тоже энергетические затраты.

При использовании инвентарных сборно-разборных лесов кран со значительно меньшими техническими характеристиками мог бы появляться на стройплощадке только эпизодически (2 раза в неделю на 1–2 ч) для подачи материалов и изделий на леса, т.е. для обеспечения фронта работ, а вышка вообще не нужна.

Приведенные примеры ярко иллюстрируют имеющиеся недостатки, в частности повышенное энергопотребление, проявившееся в зимний период производства работ на случайно выбранных объектах г. Иркутска. Эти примеры можно продолжать, достаточно лишь пройти по городу.

В другое время года имеют место иные недостатки, приводящие к непроизводственным и нецелевым расходам энергии и средств.

Увеличение сроков строительства приводит к дополнительным затратам на энергообеспечение строительных машин, оборудования, освещение временных зданий, сооружений, территории стройплощадки. Требуются дополнительные средства для оплаты по счетчикам за водоснабжение, за эксплуатацию других инженерных систем. Кроме того, нерационально эксплуатируются стационарно установленные механизмы (например, башенные краны). Возможны проблемы с поставками и хранением материалов, изделий и конструкций. Изменение сроков их потребления приводит часто к смене поставщиков и необходимости доставлять их из других более удаленных регионов, что сметами не предусмотрено. А это в том числе и энергетические затраты. Да и стоимость строительных материалов, изделий, конструкций и энергоресурсов постоянно поднимаются.

Другим характерным примером является использование машин и механизмов по нецелевому их назначению. Эти неоправданные решения характеризуются большими затратами машинного времени на единицу готовой продукции. Используют не тот тип экскаваторов, грузоподъемных, транспортных машин, механизмов по подаче, укладке и уплотнению бетонных смесей, механизмов по нанесению изоляционных и отделочных покрытий и так далее. Проиллюстрировать это можно следующим образом.

При монтаже строительных конструкций промышленного здания технически обоснованно применение комплексного метода монтажа – монтаж последовательно всех элемен-

тов в пределах конструктивной ячейки с последовательным переходом крана с одной стоянки на другие. Кран обладает значительными техническими характеристиками и стоимостью эксплуатации. Другой вариант – использование раздельного метода монтажа, т.е. поэлементный монтаж конструкций несколькими кранами последовательно. И хотя эти краны характеризуются меньшими техническими характеристиками, но их несколько и суммарная стоимость их эксплуатации выше, чем в первом случае, плюс затраты на перебазировку техники и, кроме того, в первом случае сокращается срок производства работ за счет оперативного создания фронта работ.

Часто можно наблюдать, как малогабаритный груз перемещается тяжелыми транспортными средствами.

При посещении строительных площадок констатируются неграмотность организации их работы, что, в свою очередь, свидетельствует об ошибках а это свидетельства ошибок при составлении строительных генеральных планов при разработке ПОС и ППР.

Вопросы технологии и организации производства работ, средства механизации должны быть регламентированы в технологических картах и проектах производства работ, но на практике это нередко отсутствует. Проектная организационно-технологическая документация (т.е. ППР) фактически не включает реальных технологических карт. В лучшем случае прикладываются типовые технологические карты, которые, по мнению проектировщиков, «привязываются» к реальному объекту. На самом деле типовые технологические карты разработаны на простые процессы, операции и приемы с использованием стандартных материалов, изделий и конструкций и типовых механизмов и оборудования. Фактически это материально-техническое обеспечение может не соответствовать проектным решениям. Так что типовые технологические карты не адаптированы к реальным условиям объекта.

Выявленные недостатки требуют быстрого реагирования. И если перерасход средств и связанное с этим увеличение энергозатрат решается между участниками строительства – предприятиями частного бизнеса (ЗАО, АО, ООО, частные предприниматели и др.), то это их выбор и их финансовые средства. В случае строительства за счет государственных средств необходимо проведение ряда мероприятий, главным образом в период разработки проектной документации, в подготовительный период строительства.

Установленным фактом является полная несогласованность действий заказчика (инвестора, застройщика), проектировщика и строителя. Это отмечают многие авторы, посвященных этому публикаций [20–22].

Существует еще одна проблема, касающаяся подрядной и субподрядной строительных организаций. Они, как правило, не участвуют в процессе проектирования. Участвуя в конкурсных процедурах, они недостаточно глубоко изучают проектную документацию, в том числе организационно-технологическую. И зачастую берутся за строительство объектов или выполнение отдельных СМР без учета состояния собственной материально-технической базы, экономических резервов и возможности снижения стоимости проекта на торгах. И в конечном итоге – невыполнение сроков строительства и дополнительные затраты для компенсации этого.

Ниже приведены некоторые рекомендации, которые должны повысить качество проектной документации:

1. При разработке ПОС необходимо оценивать трудоемкость работ, порядок (график) финансирования строительства, технологическую очередность производства работ, наличие «мокрых» процессов и процессов, которые не рекомендуется выполнять при отрицательной температуре. Цель – разрабатывать не «формальные» (как это есть сейчас в большинстве случаев), а реальные графики производства работ, учитывающие организационно-технологические особенности объекта строительства. Таким образом, с проектной организации не снимается ответственность за ходом строительства.

2. После определения подрядной строительной организации и разработки ее сотрудниками ППР, ПОС должен дорабатываться, конкретизироваться с учетом своей реальной базы механизации и оснащенности трудовыми кадрами. На этом этапе должен быть решен вопрос о привлечении недостающих производственных ресурсов (техника, оборудование, специалисты) и согласование этих решений с заказчиком или инвестором. При составлении ТК на наиболее сложные и ответственные процессы должны учитываться: выдерживание заданных сроков производства работ, обоснованность применяемых средств механизации, требуемое качество получаемой строительной продукции, снижение энергозатрат не в ущерб основной цели.

3. При прохождении экспертизы и согласования проектной документации (рабочей документации и ПОС) следует также обращать внимание на соответствие графика финансирования и графика производства работ и обоснованность назначения видов работ для

производства их в зимнее время как требующих дополнительных энергозатрат, использования спецтехники и соответствующего финансирования.

4. Заказчик на всех этапах (разработка ПД, РД, ПОС, ППР, ТК, экспертиза и согласования) должен принимать самое активное участие в проектировании, привлекать для этого специалистов – строителей и экспертов – с целью оптимизации зависимости: сроки – качество – финансирование – энергоэффективность – стоимость). Таким образом, с заказчика (инвестора) не снимается ответственность за принятые технические и экономические решения.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом, оптимизация строительного производства с точки зрения рационального использования производственных ресурсов, включая энергетические, возможно лишь при слаженной работе всех участников процесса: заказчика, проектировщика, строительной организации. Это возможно лишь при выполнении работ по ФЗ № 44, ФЗ № 214 и Постановлению Правительства РФ № 615[3], и то далеко не во всех случаях.

По всем иным вариантам подрядные строительные организации фактически отстранены от сотрудничества в процессе проектирования, и их производственные возможности учтены не будут.

Выбор подрядной организации носит зачастую случайный характер. Это и является тормозом для достижения поставленных целей – соблюдение сроков строительства, обеспечение требуемого качества, недопустимость непредвиденных затрат производственных ресурсов и энергетических затрат.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Прохоров С. В. Повышение уровня энергоэффективности строительного производства на основе применения современных средств механизации // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. 2017. № 8. С. 70–74.https://doi.org/10.12737/article_5968b4505c4335.57566134.

2. Куроптев А. С., Семиненко А. С. Энергоэффективное строительство: зарубежный и российский опыт // Студенческий научный форум: материалы VII Международной студенческой научной конференции [Электронный ресурс]. URL: https://scienceforum.ru/2015/article/2015017452 (09.11. 2022).

3. Денисов В. Н., Шатков Н. Ю. Устройство тонких теплозащитных покрытий наружных стен при текущем ремонте // Технология и организация строительства: материалы I Всерос. межвузовской науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 80-летию основания кафедры «Строительное производство» (г. Санкт-Петербург, 14–15 мая 2020 г.). СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2020. С. 131–134.

4. Киркин Д. С. Анализ энергоэффективности различных конструктивных систем при возведении многоэтажных зданий // Технология и организация строительства: материалы I Всерос. межвузовской науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 80-летию основания кафедры «Строительное производство» (г. Санкт-Петербург, 14–15 мая 2020 г.). СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2020. С. 200–204.

5. Беспалов А. А. Оценка и сравнительное исследование современных теплоизоляционных систем // Технология и организация строительства: материалы I Всерос. межвузовской науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 80-летию основания кафедры «Строительное производство» (г. Санкт-Петербург, 14–15 мая 2020 г.). СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2020. С. 42–49.

6. Григорьев В. В. Вентилируемые фасады // Технология и организация строительства: материалы I Всерос. межвузовской науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 80-летию основания кафедры «Строительное производство» (г. Санкт-Петербург, 14–15 мая 2020 г.). СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-

[3]О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд: федер. закон от 5 апреля 2013 г. № 44-ФЗ // Garant.ru [Электронный ресурс]. URL: https://base.garant.ru/70353464/ (09.11.2022);
Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации (с изменениями и дополнениями): федер. закон от 30 декабря 2004 г. № 214-ФЗ // Garant.ru [Электронный ресурс]. URL: https://base.garant.ru/12138267/ (09.11.2022);
О порядке привлечения подрядных организаций для оказания услуг и (или) выполнения работ по капитальному ремонту общего имущества в многоквартирном доме и порядке осуществления закупок товаров, работ, услуг в целях выполнения функций специализированной некоммерческой организации, осуществляющей деятельность, направленную на обеспечение проведения капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах: постановление Правительства РФ от 1 июля 2016 г. N 615 (с изменениями и дополнениями) // Garant.ru [Электронный ресурс]. URL: https://base.garant.ru/71435834/ (09.11.2022).

строительный университет, 2020. С. 113–117.
7. Лангольф М.А. Метод восстановления теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций панельных зданий // Технология и организация строительства: материалы I Всерос. межвузовской науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 80-летию основания кафедры «Строительное производство» (г. Санкт-Петербург, 14–15 мая 2020 г.). СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2020. С. 232–237.
8. Мосокина В.А. Проблемы технологии энергосберегающих зданий // Технология и организация строительства: материалы I Всерос. межвузовской науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 80-летию основания кафедры «Строительное производство» (г. Санкт-Петербург, 14–15 мая 2020 г.). СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2020. С. 269–273.
9. Романова А. О. Применение жидкой теплоизоляции при строительстве зданий и сооружений // Технология и организация строительства: материалы I Всерос. межвузовской науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 80-летию основания кафедры «Строительное производство» (г. Санкт-Петербург, 14–15 мая 2020 г.). СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2020. С. 324–329.
10. Сивцев П. С., Тимощук О. А. Современные проектные решения по повышению тепловой защиты стыков трехслойных железобетонных панелей 112-й серии в г. Якутске // Технология и организация строительства: материалы I Всерос. межвузовской науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 80-летию основания кафедры «Строительное производство» (г. Санкт-Петербург, 14–15 мая 2020 г.). СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2020. С. 343–347.
11. Филатова Ю. А. Энергопотребление зданий: методы анализа // Технология и организация строительства: материалы I Всерос. межвузовской науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 80-летию основания кафедры «Строительное производство» (г. Санкт-Петербург, 14–15 мая 2020 г.). СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2020. С. 442–446.
12. Юдина А. Ф., Головина Э. С. Оптимизация выбора данных для обеспечения теплофизических характеристик ограждающих конструкций // Технология и организация строительства: материалы I Всерос. межвузовской науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 80-летию основания кафедры «Строительное производство» (г. Санкт-Петербург, 14–15 мая 2020 г.). СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2020. С. 458–465.
13. Шелехов И. Ю., Смирнов Е. Н., Пакулов С. А., Главинская М. М. Анализ производства строительных работ в зимний период времени // Современные наукоемкие технологии. 2017. 2017. № 6. С. 99–102.
14. Функ А. А. Строительство зданий и сооружений в экстремальных климатических условиях: особенности организации работ и используемых материалов // Интернет-журнал «Транспортные сооружения». 2018. Т. 5. № 4. С. 6. https://doi.org/10.15862/06SATS418.
15. Леонтьев С. В., Авдеев П. П., Грибков Г. В. Проблемы зимнего бетонирования и пути их решения // Инженерный вестник Дона. 2022. № 1 (85). С. 431–440.
16. Сизов В. Н. Строительные работы в зимних условиях. М.: Госстройиздат, 1958. 538 с.
17. Усманов П. Можно ли строить каркасный дом зимой // Домостроительные технологии [Электронный ресурс]. URL: https://domstroyteh.ru/blog/stroitelstvo-karkasnogo-doma-zimoy.html?sphrase_id=620 (09.11. 2022).
18. Брюс П. Строительство дома зимой // Holz house [Электронный ресурс]. URL: https://holz-house.ru/information/blog/65-stroitelstvo-doma-zimoi (09.11.2022).
19. Лазарев А. А., Гармс Е. В. Моделирование технологии зимнего бетонирования точными решениями дифференциального уравнения, полученного методом группового анализа // Технология и организация строительства: материалы I Всерос. межвузовской науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 80-летию основания кафедры «Строительное производство» (г. Санкт-Петербург, 14–15 мая 2020 г.). СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2020. С. 219–231.
20. Занина Е. В., Сокольников В. В. Способы повышения организационно-технологической надежности строительства // Технология и организация строительства: материалы I Всерос. межвузовской науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 80-летию основания кафедры «Строительное производство» (г. Санкт-Петербург, 14–15 мая 2020 г.). СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2020. С. 168–171.
21. Жакевич А. О., Царенко А. А. Факторы, влияющие на успешность организации строительства // Технология и организация строительства: материалы I Всерос. межвузовской науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 80-летию основания кафедры «Строительное производство» (г. Санкт-Петербург, 14–15 мая 2020 г.). СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2020. С. 144–151.
22. Тарасова Т. Ю. Исполнение государственных и муниципальных контрактов: контроль, организация и отчетность // Технология и организация строительства: материалы I Всерос. межвузов-

ской науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 80-летию основания кафедры «Строительное производство» (г. Санкт-Петербург, 14–15 мая 2020 г.). СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2020. С. 395–401.

## REFERENCES

1. Prohorov S. V. Increase in level of energy efficiency of construction production on the basis of application of modern means of mechanization. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V. G. Shukhova = Bulletin of Belgorod State Technological of Higher University named after V. G. Shukhov*. 2017;8:70-74. (In Russ.).
2. Kuroptev A. S., Semenenko A. S. Energy-efficient construction: foreign and Russian experience. *Student Scientific Forum: materials of the VII International Student Scientific Conference*. Available from: https://scienceforum.ru/2015/article/2015017452 [Accessed 09th November 2022]. (In Russ.).
3. Denisov V. N., Shatkov N. Yu. Device of thin heat protective coatings exterior walls in current repair. In: *Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'stva: materialy I Vserossiiskoi mezhvuzovskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoi 80-letiyu osnovaniya kafedry «Stroitel'noe proizvodstvo» = Technology and organization of construction: materials of the I All-Russian Interuniversity scientific and Practical conference of young scientists dedicated to the 80th anniversary of the founding of the Department "Construction Production"*. 14-15 May 2020, Saint-Petersburg. Saint-Petersburg: Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering; 2020. p. 131-134. (In Russ.).
4. Kirkin D. S. Analysis of energy efficiency of various structural systems in the construction of multistorey buildings. In: *Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'stva: materialy I Vserossiiskoi mezhvuzovskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoi 80-letiyu osnovaniya kafedry «Stroitel'noe proizvodstvo» = Technology and organization of construction: materials of the I All-Russian Interuniversity scientific and Practical conference of young scientists dedicated to the 80th anniversary of the founding of the Department "Construction Production"*. 14-15 May 2020, Saint-Petersburg. Saint-Petersburg: Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering; 2020. p. 200-204. (In Russ.).
5. Bespalov A. A. An assessment and comparative study of modern thermal insulation systems. In: *Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'stva: materialy I Vserossiiskoi mezhvuzovskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoi 80-letiyu osnovaniya kafedry «Stroitel'noe proizvodstvo» = Technology and organization of construction: materials of the I All-Russian Interuniversity scientific and Practical conference of young scientists dedicated to the 80th anniversary of the founding of the Department "Construction Production"*. 14-15 May 2020, Saint-Petersburg. Saint-Petersburg: Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering; 2020. p. 42-49. (In Russ.).
6. Grigoriev V. V. Ventilated facades. Technology and organization of construction. In: *Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'stva: materialy I Vserossiiskoi mezhvuzovskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoi 80-letiyu osnovaniya kafedry «Stroitel'noe proizvodstvo» = Technology and organization of construction: materials of the I All-Russian Interuniversity scientific and Practical conference of young scientists dedicated to the 80th anniversary of the founding of the Department "Construction Production"*. 14-15 May 2020, Saint-Petersburg. Saint-Petersburg: Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering; 2020. p. 113-117. (In Russ.).
7. Langolf M. A. Method of restoring thermal technical characteristics of outdoor enclosing constructions of panel buildings. In: *Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'stva: materialy I Vserossiiskoi mezhvuzovskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoi 80-letiyu osnovaniya kafedry «Stroitel'noe proizvodstvo» = Technology and organization of construction: materials of the I All-Russian Interuniversity scientific and Practical conference of young scientists dedicated to the 80th anniversary of the founding of the Department "Construction Production"*. 14-15 May 2020, Saint-Petersburg. Saint-Petersburg: Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering; 2020. p. 232-237. (In Russ.).
8. Mosokina V. A. Problems of technology of energy-saving buildings. In: *Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'stva: materialy I Vserossiiskoi mezhvuzovskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoi 80-letiyu osnovaniya kafedry «Stroitel'noe proizvodstvo» = Technology and organization of construction: materials of the I All-Russian Interuniversity scientific and Practical conference of young scientists dedicated to the 80th anniversary of the founding of the Department "Construction Production"*. 14-15 May 2020, Saint-Petersburg. Saint-Petersburg: Saint-Petersburg: State University of Architecture and Civil Engineering; 2020. p. 269-273. (In Russ.).
9. Romanova A. O. Applying of liquid thermal insulation in the construction of buildings and installations. In: *Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'stva: materialy I Vserossiiskoi mezhvuzovskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh,*

*posvyashchennoi 80-letiyu osnovaniya kafedry «Stroitel'noe proizvodstvo» = Technology and organization of construction: materials of the I All-Russian Interuniversity scientific and Practical conference of young scientists dedicated to the 80th anniversary of the founding of the Department "Construction Production"*. 14-15 May 2020, Saint-Petersburg. Saint-Petersburg: Saint-Petersburg: State University of Architecture and Civil Engineering; 2020. p. 224-229. (In Russ.).
10. Sivtsev P. S., Tymoshchuk O. A. Modern design solutions to improve the thermal protection of joints of three-layer reinforced concrete panels of the 112th series in Yakutsk. In: *Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'stva: materialy I Vserossiiskoi mezhvuzovskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoi 80-letiyu osnovaniya kafedry «Stroitel'noe proizvodstvo» = Technology and organization of construction: materials of the I All-Russian Interuniversity scientific and Practical conference of young scientists dedicated to the 80th anniversary of the founding of the Department "Construction Production"*. 14-15 May 2020, Saint-Petersburg. Saint-Petersburg: Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering; 2020. p. 343-347. (In Russ.).
11. Filatova Ju. A. Concept and technical solutions for multi-storey residential buildings with low energy consumption. In: *Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'stva: materialy I Vserossiiskoi mezhvuzovskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoi 80-letiyu osnovaniya kafedry «Stroitel'noe proizvodstvo» = Technology and organization of construction: materials of the I All-Russian Interuniversity scientific and Practical conference of young scientists dedicated to the 80th anniversary of the founding of the Department "Construction Production"*. 14-15 May 2020, Saint-Petersburg. Saint-Petersburg: Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering; 2020. p. 442-446. (In Russ.).
12. Yudina A. F., Golovina E. S. Optimization of data selection to ensure the thermophysical characteristics of building envelopes. In: *Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'stva: materialy I Vserossiiskoi mezhvuzovskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoi 80-letiyu osnovaniya kafedry «Stroitel'noe proizvodstvo» = Technology and organization of construction: materials of the I All-Russian Interuniversity scientific and Practical conference of young scientists dedicated to the 80th anniversary of the founding of the Department "Construction Production"*. 14-15 May 2020, Saint-Petersburg. Saint-Petersburg: Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering; 2020. p. 458-465. (In Russ.).
13. Shelekhov I. Yu., Smirnov E. I., Pakulov S. A., Glavinskaya M. M. Analysis of construction works in winter time. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*. 2017;6:99-102. (In Russ.).
14. Funk A.A. The construction of buildings and structures in extremally climatic conditions: features of the organization of works and used materials. *Russian Journal of Transport Engineering*. 2018;5(4).6. (In Russ.). https://doi.org/10.15862/06SATS418.
15. Leontev S. V., Avdeev P. P., Gribkov G. V. The problems of winter concreting and ways of dealing. *Inzhenernyi vestnik Dona = Ingineering journal of DON*. 2022;1:431-440. (In Russ.).
16. Sizov V. N. Construction works in winter conditions. Moscow: Gosstroiizdat; 1958. 538 p. (In Russ.).
17. Usmanov P. Is it possible to build a frame house in winter. *House-building technologies*. Available from: https://domstroyteh.ru/blog/stroitelstvo-karkasnogo-doma-zimoy.html?sphrase_id=620 [Accessed 09th November 2022].
18. Bruce P. Building a house in winter. *Holz house*. Available from: https://holz-house.ru/information/blog/65-stroitelstvo-doma-zimoi [Accessed 09th November 2022].
19. Lazarev A. A., Garms E. V. Modeling of winter concrete technology by exact solutions of the differential equation obtained by the group analysis method. In: *Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'stva: materialy I Vserossiiskoi mezhvuzovskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoi 80-letiyu osnovaniya kafedry «Stroitel'noe proizvodstvo» = Technology and organization of construction: materials of the I All-Russian Interuniversity scientific and Practical conference of young scientists dedicated to the 80th anniversary of the founding of the Department "Construction Production"*. 14-15 May 2020, Saint-Petersburg. Saint-Petersburg: Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering; 2020. p. 219-231. (In Russ.).
20. Zanina E. V., Sokolnikov V. Vya. Methods of improving organizational and technological reliability of construction. In: *Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'stva: materialy I Vserossiiskoi mezhvuzovskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoi 80-letiyu osnovaniya kafedry «Stroitel'noe proizvodstvo» = Technology and organization of construction: materials of the I All-Russian Interuniversity scientific and Practical conference of young scientists dedicated to the 80th anniversary of the founding of the Department "Construction Production"*. 14-15 May 2020, Saint-Petersburg. Saint-Petersburg: Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering; 2020. p. 168-171. (In Russ.).
21. Zhakevich A. O., Tsarenko A. A. Factors impacting the success of construction management. In: *Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'stva: materialy I Vserossiiskoi mezhvuzovskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoi 80-letiyu osnovaniya kafedry «Stroitel'noe proizvodstvo» = Technology and organization of construction: materials of the I All-Russian Interuniversity scientific and Practical con-*

*ference of young scientists dedicated to the 80th anniversary of the founding of the Department "Construction Production"*. 14-15 May 2020, Saint-Petersburg. Saint-Petersburg: Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering; 2020. p. 144-151. (In Russ.).
22. Tarasova T. Yu. Execution of state and municipal contracts: control, organization and reporting. In: *Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'stva: materialy I Vserossiiskoi mezhvuzovskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoi 80-letiyu osnovaniya kafedry «Stroitel'noe proizvodstvo» = Technology and organization of construction: materials of the I All-Russian Interuniversity scientific and Practical conference of young scientists dedicated to the 80th anniversary of the founding of the Department "Construction Production"*. 14-15 May 2020, Saint-Petersburg. Saint-Petersburg: Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering; 2020. p. 395-401. (In Russ.).

### Сведения об авторах

**А. К. Комаров,**
кандидат технических наук,
доцент, заведующий кафедрой
строительного производства,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: komarov@istu.edu
https://orcid.org/0000-0002-1180-7171

**В. Е. Розина,**
кандидат технических наук,
доцент кафедры строительного производства,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: vikt.rozina@yandex.ru,
https://orcid.org/0000-0001-8744-4795

**П. А. Шустов,**
кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры строительного производства,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: shupa@istu.edu
https://orcid.org/0000-0003-2547-3579

### Information about the authors

**Andrey K. Komarov**,
Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor,
Head of the Department of Construction
Production,
Irkutsk National Research
Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: komarov@istu.edu
https://orcid.org/0000-0002-1180-7171

**Viktoria E. Rozina**,
Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor
of the Department of Construction Production,
Irkutsk National Research
Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: vikt.rozina@yandex.ru,
https://orcid.org/0000-0001-8744-4795

**Pavel A. Shustov**,
Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of Construction Production,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: shupa@istu.edu,
https://orcid.org/0000-0003-2547-3579

### Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

### Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

### Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

### Информация о статье

Статья поступила в редакцию 05.09.2022.
Одобрена после рецензирования 28.09.2022.
Принята к публикации 03.10.2022.

### Information about the article

The article was submitted 05.09.2022.
Approved after reviewing 28.09.2022.
Accepted for publication 03.10.2022.