

Научная статья
УДК 69.05
DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2024-21-3-464-474>
EDN: BKBYOI



ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Л.Д. Маилян, Н.О. Сизен ✉

Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия
✉ ответственный автор
sizen0263@gmail.com

АННОТАЦИЯ

Введение. Обеспечение надлежащего качества строительства – одна из злободневных задач современности. Потребители ждут от застройщиков дешевой продукции в виде коммерческой или жилой недвижимости, которая соответствовала бы всем требуемым показателям качества. Большинство аварий в монолитном строительстве происходит по причине несоблюдения установленных технологических параметров в условиях низких температур. Целью исследования является разработка основ оценки качества бетонных работ при отрицательных температурах (при зимнем производстве работ) на основе результатов исследований технологических параметров зимнего бетонирования, их влияния на качество и безопасность возводимых монолитных конструкций промышленных и гражданских зданий (сооружений).

Материалы и методы. В исследовании использовался метод аппроксимирующих распределений случайных величин, экспертные оценки, теория многочисленных начал, математическая статистика. Эксперименты ставились в лабораториях Донского государственного технического университета, а также в условиях реального производства бетонных работ зимой на строительной площадке. В работе применен корреляционно-регрессионный анализ зависимости организационно-технологических причин возникновения несоответствий (факторов) и показателей качества производства бетонных работ. Была обработана статистическая информация о повреждениях конструкций и обрушении зданий в ходе их эксплуатации. Для принятия организационно-технологических решений повышения качества производства бетонных работ предлагается принять за показатель уровня качества показатель влияния дефектов на несущую способность зданий.

Результаты. Практическим и экспертным методом установлены наиболее значимые причины (факторы) возникновения несоответствий на уровень качества производства бетонных работ. Установлены факторы, оказывающие наибольшее влияние на показатель изменения несущей способности зданий. Определены показатели качества при производстве бетонных работ в условиях низких температур. На основе чего предложены методы оценки качества зимнего бетонирования.

Обсуждение и заключение. Практическая ценность работы состоит в разработке методического инструмента для создания нормативной базы при проведении операционного строительного контроля производства монолитных и сборно-монолитных строительно-монтажных работ в условиях воздействия низких температур, а также при приемочном контроле соответствия законченных строительных объектов требованиям качества. Даны предложения по установлению нормативных допусков, способы повышения технологичности применяемой оснастки, разработан новый метод проектирования технологии зимнего бетонирования, метод контроля качества, ориентированный на обеспечение конструкционной безопасности. Развивая исследование, можно разработать методы расчета параметров качества при меняющихся технологиях производства работ, а также установить новые показатели для регулирования требуемого уровня качества и безопасности возводимых зданий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: качество строительства, авария, показатели качества, экспертная оценка, фактор, зимнее бетонирование, организационно-технологические решения

Статья поступила в редакцию 16.04.2024; одобрена после рецензирования 16.05.2024; принята к публикации 04.06.2024.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах. Конфликт интересов отсутствует.

Для цитирования: Маилян Л.Д., Сизен Н.О. Оценка показателей качества в строительстве // Вестник СибАДИ. 2024. Т. 21, № 3. С. 464–474. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2024-21-3-464-474>

© Маилян Л.Д., Сизен Н.О., 2024



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

Origin article
DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2024-21-3-464-474>
EDN: BKBYOI

ASSESSMENT OF QUALITY INDICATORS IN CONSTRUCTION

Lia D. Mailyan, Nikolai O. Sizen ✉
Don State Technical University
Rostov-on-Don, Russia
✉ corresponding author
sizen0263@gmail.com

ABSTRACT

Introduction. Ensuring proper quality of construction is one of the pressing challenges of our time. Consumers expect cheap products from developers in the form of commercial or residential real estate that meet all the required quality indicators. Most accidents in monolithic construction occur due to non-compliance with technological procedures at low temperatures. The purpose of the study is to develop a framework for assessing the quality of concrete work at subzero temperatures (during winter work) based on the results of studies of technological parameters of winter concreting, their impact on the quality and safety of erected monolithic structures of industrial and civil buildings (structures).

Materials and methods. The study used the method of approximating distributions of random variables, expert estimates, the theory of multiple principles, and mathematical statistics. The experiments were carried out in the laboratories of the Don State Technical University, as well as in the conditions of actual concrete work on a construction site in winter. The work uses a correlation-regression analysis of the dependence of the organizational and technological causes of inconsistencies (factors) and quality indicators of concrete work production. Statistical information on structural damage and collapse of buildings during their operation was processed. To make organizational and technological decisions to improve the quality of concrete work, it is proposed to take the influence of defects on the load-bearing capacity of buildings as an indicator of the quality level.

Results. Using practical and expert methods, the most significant reasons (factors) for the occurrence of inconsistencies in the level of quality of concrete work production have been established. Factors have been identified that have the greatest influence on the change in the load-bearing capacity and reliability of buildings and structures being erected when performing the main types of construction and installation work. The nomenclature of technological quality indicators during winter production of concrete work, their influence on quality substantiated, and methods for assessing the quality of winter concreting technology are developed. Quantitative indicators of the quality of construction of monolithic reinforced concrete structures were obtained.

Discussion and conclusions. The practical value of the work lies in the development of a methodological tool for creating a regulatory framework for operational construction control of the production of monolithic and prefabricated monolithic construction and installation works under conditions of exposure to low temperatures, as well as for acceptance control of compliance of completed construction projects with quality requirements. Proposals are given for establishing regulatory tolerances, ways to improve the manufacturability of the equipment used, a new method for designing winter concreting technology, and a quality control method focused on ensuring structural safety have been developed. By developing the research, it is further possible to develop methods for calculating technology parameters taking into account technological variability, as well as establish new indicators to regulate the required level of quality and safety of buildings being built.

KEYWORDS: quality of construction, accident, quality indicators, expert review, factor, winter concreting, organizational and technological decisions

The article was submitted 16.04.2024; approved after reviewing 16.05.2024; accepted for publication 04.06.2024.

All authors have read and approved the final manuscript.

Financial transparency: the authors have no financial interest in the presented materials or methods. There is no conflict of interest.

For citation. Mailyan L.D., Sizen N.O. Assessment of quality indicators in construction. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2024; 21 (3): 464-474. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2024-21-3-464-474>

© Mailyan L.D., Sizen N.O., 2024



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение надлежащего качества строительства – одна из злободневных задач современности. Потребители ждут от застройщиков дешевой продукции в виде коммерческой или жилой недвижимости, которая удовлетворяла бы все требуемые показатели качества. Применение новых материалов приводит, с одной стороны, к удешевлению и ускорению строительства, а с другой – может снижать некоторые показатели качества, в том числе такие, о которых застройщики и подрядчики первоначально могут даже не задумываться. Важным является изучение организационно-технологических проблем контроля качества работ в строительстве, их мониторинг, анализ, разработка и внедрение на основании результатов корректирующих мер (мероприятий), направленных на совершенствование методик обеспечения контроля качества в процессе производства строительно-монтажных работ, в том числе влияющих на несущую способность, надежную и безопасную эксплуатацию конструкций, строящихся зданий и сооружений.

Однако встречаются недостатки, которые можно было бы устранить путем проведения мониторинга качества бетона в течение полного периода набора им прочности. Согласно статистическим данным, большинство аварий в монолитном строительстве происходит по причине несоблюдения технологических требований производства бетонных работ, причем, как правило, в зимних условиях [1, 2].

В настоящее время производится строительный контроль, направленный на обеспечение соответствия выполняемых видов строительно-монтажных работ требованиям проектной и нормативно-технической документации [3, 4]. В существующей нормативно-технической документации не определены количественные показатели контролируемых параметров зимнего бетонирования, их влияние на показатели качества и безопасности монолитных конструкций.

Для решения вышеназванных проблем необходимы исследования контролируемых параметров качества возведения зданий и

сооружений в монолитном строительстве. При этом особое внимание следует уделить проблеме их обеспечения при производстве бетонных работ в зимних условиях, исследованию отклонений технологических параметров зимнего бетонирования, обоснованию номенклатуры контролируемых параметров зимнего бетонирования, влиянию отклонений на показатели качества и безопасности монолитных конструкций.

Научные исследования в области обеспечения технологических требований и организации производства строительно-монтажных работ для достижения достаточного уровня качества содержатся в трудах таких известных ученых, как А.А. Афанасьев, А.А. Гусаков¹, Л.М. Колчеданцев, Б.М. Красновский², Ю.Б. Монфред, М.Д. Спектор, В.И. Теличенко и др. Однако данными учеными не были глубоко исследованы вопросы взаимосвязи качества и надежности строительно-монтажных работ.

Анализ дефектов, обрушений и аварий в строительстве проводили А.Х. Байбурин³, Р.И. Вейц, А.Г. Ройтман, Б.В. Сендеров, И.А. Физдель⁴ и др.

В изучение дефектов, допускаемых при строительстве, весомый вклад внесли ученые В.Г. Гвоздев, В.Л. Клевцов, М.Н. Лашенко, И.А. Физдель и др.

Вопросы обеспечения надлежащего качества в зимних условиях или районах Крайнего Севера исследовали Р.И. Исмаилов, Б.М. Красновский, С.Д. Токарь и др. [2, 5, 6].

Комплексные модели оценки качества в строительстве строили А.Х. Байбурин, А.Н. Дроздова, Л.Б. Зеленцов, Р.И. Исмаилов, С.Д. Токарь и др. [4, 6, 7, 8, 9].

Однако никем из вышеуказанных учёных не была разработана модель оценки качества бетонных работ монолитного и сборно-монолитного возведения промышленных и гражданских зданий (сооружений) при производстве работ в зимних условиях. По нашему мнению, важно определить характеристики аппроксимирующих распределений технологических параметров зимнего бетонирования, провести исследования отклонений техноло-

¹ Гусаков А. А. Системотехника строительства. М.: Стройиздат, 1983. 440 с.

² Красновский Б.М. Инженерно-физические основы методов зимнего бетонирования. М.: ГАСИС, 2004. 470 с.

³ Байбурин А.Х. Комплексная оценка качества возведения гражданских зданий с учетом факторов, влияющих на их безопасность. СПб, 2012. 408 с.

⁴ Физдель И.А. Дефекты в конструкциях, сооружениях и методы их устранения. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1987. 335 с.

гических параметров зимнего бетонирования при воздействии внешних факторов.

Нами было проведено исследование с последующим практическим внедрением, дополняющее разработки перечисленных выше учёных, с упором на контроль качества производства монолитных и сборно-монолитных строительно-монтажных работ в условиях воздействия низких температур.

Целью проведённого нами исследования является выработка предложений по улучшению качества зимнего бетонирования (производства работ при отрицательных температурах). В силу чего мы поставили перед собой следующие задачи:

- 1) провести анализ допусков отклонений технологических параметров зимнего бетонирования;
- 2) выявить влияние отклонений на показатели качества и безопасности монолитных конструкций;
- 3) обосновать номенклатуру контролируемых параметров зимнего бетонирования;
- 4) выработать метод проектирования технологии зимнего бетонирования с учетом отклонений технологических параметров;
- 5) выработать предложения для разработки проектов производства работ (ППР) и технологических карт (ТК) на основе результатов производственной апробации.

Объектом данного исследования являются монолитные и сборно-монолитные бетонные строительно-монтажные работы, их производство при отрицательных температурах, системы менеджмента качества строительных организаций.

Предмет исследования – параметры качества технологических процессов производства монолитных и сборно-монолитных работ в условиях воздействия отрицательных температур.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В ходе исследования мы использовали метод аппроксимирующих распределений случайных величин, т.е. выбирали аппроксимирующее распределение случайных значений технологических параметров зимнего бетонирования эмпирическим путем с последующей проверкой адекватности выбранной модели реальными данными. Использовали, кроме того, метод экспертных оценок и метрологический (лабораторный) контроль качества, выполненный на базе Донского государственного технического университета, а также теорию-

математическую статистику. Эксперименты ставились также в условиях реального производства бетонных работ зимой на строительной площадке. В расчетах использовались общеизвестные программы «ЛИРА», Statistica, MatLab и др.

В работе применен корреляционно-регрессионный анализ зависимости организационно-технологических причин возникновения несоответствий (факторов) и показателей качества производства бетонных работ.

Информация об авариях, случаях повреждений и обрушений зданий, их частей и конструктивных элементов на основе изучения и анализа причин возникновения дефектов и их последствий необходима для выявления «узких» и наиболее опасных моментов в ходе строительства.

Анализ информации об авариях, обрушениях конструкций зданий проводился на основе выявления причин дефектов, чтобы определить наиболее рискованные стороны производства строительных работ.

Из анализа статистики было установлено, что более половины аварий происходят из-за низкого качества строительно-монтажных работ. Примерно в 80% случаев причинами аварий зданий являются критические дефекты [7, 10].

Причинами аварий в зданиях на 60–80% является низкое качество выполнения строительно-монтажных работ [5, 11].

Строительные дефекты при невыгодном сочетании факторов становятся причинами аварий. При этом чем выше доля зданий и сооружений с критическими дефектами, тем выше потенциальная опасность создания аварийной ситуации [12].

Анализ показал, что одной из причин обрушений и недопустимых деформаций конструкций является нарушение правил производства работ, а именно: некачественное закрепление панелей на сварочных прихватках; невыполнение проектного опирания конструкций; низкое качество сварки; нарушение технологической последовательности работ [13].

Аварии в зданиях из монолитного железобетона вызываются, как правило, нарушением технологии производства работ, особенно при возведении зданий в зимних условиях. Недостаточное уплотнение бетонной смеси, нарушение режима набора прочности бетона в ряде случаев являются основными причинами аварий [10, 13, 14].

Таблица 1

Градация показателей качества

Источник: составлено авторами на основе методики, предложенной А.Х. Байбуриным [4, 7].

Table 1

Ranging of quality indicators

Source: compiled by the authors based on the methodology proposed by A.Kh. Baiburin [4, 7]

Качество	Полезные	Внешние	1. Безопасность 2. Надежность 3. Экологичность
		Внутренние	4. Конкретная потребительская ценность 5. Комфорт 6. Доступность
	Сопутствующие		7. Технологичность 8. Экономичность 9. Унификация 10. Юридическая составляющая

На практике регулирование качества строительства происходит по параметрам несущей способности выбранной конструкции. Повышение качества в условиях строительной площадки возможно путем повышения точности процессов, а это можно сделать, модифицировав работы или оснастку, а также повысив квалификацию работников и/или усилив контроль [7]. Однако последние два способа требуют значительных дополнительных вложений.

Если же повысить точность процессов невозможно, то, скорее всего, имеют место системные сбои в организации контроля качества работ или в целом в организации производства. Тогда нужно применять методы теории многочисленных начал с целью регулирования показателей качества системы. Для различных потенциальных зон разрушения можно рассчитать риск и сравнить его с допустимым значением.

Полагаем, что показатели качества можно разделить на две большие группы – полезные (способные приносить пользу потребителю или заказчику) и сопутствующие, т.е. не имеющие важности для потребителя, но несущие определенную затратную нагрузку, избавиться от которой нельзя (производственные, стоимостные, дополнительные). Полезные показатели, в свою очередь, поделим на внутренние и внешние (таблица 1).

Взаимодействие человека с окружающей средой и интересующей системой определяют внешние показатели качества, а именно показатели безопасности, надежности и экологичности.

Внутренние показатели разделим на подгруппы: конкретная потребительская ценность – ценность, связанная с выполнением определенной функции; показатели комфорта – удобства нахождения человека в жилом

помещении, офисе или в производственном цеху; доступности – возможности легко попасть в конкретное помещение.

В группу затратных показателей качества входят показатели технологичности, экономичности, унификации, а также юридическая составляющая и другие, характеризующие затраты на создание и функционирование системы [4].

Определить вес того или иного показателя можно путем нормирования объемов производства работ в натуральном и/или в стоимостном выражении.

Для расчета веса того или иного показателя мы использовали метод парных сравнений. Этот метод позволил нам определить вес выбранных параметров качества: прочность, теплопроводность, устойчивость, герметичность и внешний вид. Исходя из сути метода парных сравнений, применим шкалу важности [15]: 1 – равная важность; 2 – почти равная важность; 3 – умеренное превосходство; 4 – уверенное превосходство; 5 – весьма существенное превосходство; 6 – значительное превосходство; 7 – сильное превосходство; 8 – весьма сильное превосходство; 9 – очень сильное превосходство.

Главная полезная функция несущих конструкций – есть собственно несущая способность, а она определяется в основном прочностью. Другие параметры тоже имеют определенную степень важности. Отсюда следует, что они могут иметь взаимное влияние друг на друга. И мы построили матрицу приоритетов (таблица 2), выражающую вес выбранных параметров.

Полученные приоритеты по весу параметров можно использовать для расчета общего показателя качества (1):

Таблица 2
Матрица приоритетов для параметров
Источник: составлено авторами.

Table 2
Priority matrix for parameters
Source: compiled by the authors.

Параметры	Прочность	Теплопроводность	Устойчивость	Герметичность	Внешний вид	Ср. геометрич.	Вес
Прочность	1	5	7	6	4	3,844	0,39
Теплопроводность	1/5	1	1/4	1/8	2	3,170	0,11
Устойчивость	1/7	4	1	4	3	3,201	0,35
Герметичность	1/6	8	1/4	1	3	3,565	0,27
Внешний вид	1/4	1/2	1/3	1/3	1	2,352	0,08

$$q_k = q_n^{0,39} q_m^{0,11} q_y^{0,35} q_e^{0,27} q_e^{0,08}, \quad (1)$$

где q_n , q_m , q_y , q_e , q_e – показатели по группе параметров прочности, теплопроводности, устойчивости, герметичности и внешнего вида с полученными показателями веса.

Затем можно составить модель обобщенной оценки качества. Составим её на основе взятого из таблицы 2 среднего геометрического показателя(2):

$$K_{оок} = v \cdot K_{ym}^m \cdot (K_b K_T)^n \cdot (K_w K_u)^p \cdot (K_s K_k)^t, \quad (2)$$

где z – запретительный коэффициент, который будет равен нулю, если коэффициент падения несущей способности K_s сравняется с предельным его значением или предельного значения достигнет коэффициент падения безопасности конструкций K_b ; а в остальных

случаях величина запретительного коэффициента $z=1$, это значит, что система обеспечивает корректную оценку;

K_{ym} – коэффициент, учитывающий уровень менеджмента качества строительства;

K_b – коэффициент бездефектности;

K_T – коэффициент точности процессов;

K_w , K_u – коэффициенты соответственно системных и случайных дефектов;

K_s – показатель падения несущей способности (прочности);

K_k – коэффициент падения безопасности конструкции;

m , n , p и t – показатели веса [7].

Показатели веса определяются путем анализа матрицы приоритетов (таблица 3) и по альтернативному признаку «соответствует – не соответствует».

Таблица 3
Анализ коэффициентов модели обобщенной оценки
Источник: составлено авторами.

Table 3
Analysis of coefficients of the generalized estimation model
Source: compiled by the authors.

	K_{ym}	K_b	K_T	K_w	K_u	K_s	K_k	Σ^+	Весомость
K_{ym}	0	+	+	+	+	-	-	4	0,19
K_b	-	0	=	+	+	-	-	2,5	0,12
K_T	-	=	0	+	+	-	-	2,5	0,12
K_w	-	-	-	0	=	-	-	0,5	0,025
K_u	-	-	-	=	0	-	-	0,5	0,025
K_s	+	+	+	+	+	0	=	5,4	0,26
K_k	+	+	+	+	+	=	0	5,5	0,26
Σ^-	4	2,5	2,5	0,5	0,5	5,4	5,5	20,9	1,00

Символ «+» в таблице отражает преобладание показателя, стоящего по строке над коэффициентом по столбцу, символ «=» означает равнозначность сравниваемых коэффициентов.

Все показатели, входящие в(2), изменяются от 0 до 1, за исключением показателей точности, прочности и безопасности. Они могут иметь значение более 1.

Если Коок менее единицы, то качество работ не соответствует нормам, а если Коок более единицы, то качество работ можно считать идеальным, и если Коок=0, то качество точно соответствует установленным нормам.

Для принятия организационно-технологических решений повышения качества производства бетонных работ мы предложили реализовать мероприятия, связывающие организационно-технологические причины возникновения дефектов с показателями качества. Причем причины нужно ранжировать по степени их влияния на качество. Для этого мы решили провести экспертную оценку. В качестве экспертов были отобраны 22 специалиста организаций-застройщиков и генеральных подрядчиков, специализирующихся на строительном контроле, причем имеющих существенный стаж работы в этой области.

Сначала на основании еженедельных и ежемесячных отчетов отдела строительного контроля об организации контроля качества выполняемых видов работ, количеству выявленных несоответствий по причинам их возникновения, руководителем отдела строительного контроля (главным экспертом) совместно с экспертами (специалистами) определялся перечень наиболее часто повторяющихся организационно-технических причин (факторов) возникновения несоответствий, влияющих на качество работ.

Далее эксперты непосредственно ранжировали выявленные на первом этапе факторы. Согласование мнений проводилось методом расчета коэффициента согласия Кендалла [16].

В процессе проведения строительного контроля практическим путем был установлен ряд основных причин возникновения несоответствий в процессе производства бетонных работ, данных причин (факторов) значительное количество. В связи с этим причины (факторы) определены в группы, среди которых выделены наиболее значимые и часто повто-

ряющиеся. Для дальнейшего исследования стало необходимо произвести экспертную оценку организационно-технических причин (факторов) возникновения несоответствий, выявленных в процессе проведения строительного контроля, по степени значимости на качество производства основных видов работ методами математической статистики – определением согласованности экспертов, с помощью коэффициента конкордации (согласия) Кендалла.

За показатель уровня качества – основную характеристику – был принят показатель влияния выявленных дефектов на несущую способность возводимых зданий H_R , а также коэффициент вариации данного показателя влияния $V(R)$. Указанные показатели рассмотрены в качестве откликов. Для земляных работ исследовалось влияние причин (факторов) на прочность и устойчивость земляного полотна основания возводимых зданий и сооружений – достижение требуемого среднего коэффициента послойного уплотнения (степени уплотнения), которое является одной из самых значимых и основных проблем при производстве данных видов работ. Для свайных работ в качестве основных выявленных дефектов были рассмотрены фактические отклонения положения свай в плане, превышающие предельно допустимые значения [17], в процессе контроля были приняты допустимые отклонения: $0,2d$ для забивных свай при их однорядном расположении и $0,3d$ при расположении свай в два и три ряда в лентах или кустах свай, где d – диаметр круглый или максимальный размер прямоугольной сваи.

В бетонных работах при бетонировании монолитных железобетонных фундаментов в качестве основных выявленных дефектов были рассмотрены фактические показатели качества бетона по прочности в бетонируемых конструкциях по ГОСТ 10180, ГОСТ 22690, ГОСТ 26633, с оценкой и приемкой по ГОСТ 18105 [17].

Оценка нормальности распределения показателей факторов выполнялась нами с использованием методов линейной регрессии [12, 18]. Полученные данные позволили считать, что результаты исследования вполне достоверны. Применение критериев Колмогорова и Пирсона тоже подтвердили правомочность примененных методик.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведённые исследования позволили:

1. Структурировать параметры качества производства бетонных работ в условиях низких температур.
2. Определить точность параметров качества бетонирования конструкций.
3. Получить количественные показатели качества устройства монолитных железобетонных конструкций (плиты, фундаментов, колонн), состоящих из бетона В30П2W8F150-ГОСТ 7473–2010 для применения в дальнейшем с целью корректировки точности технологических процессов.

Практическим путем, а также экспертным методом установлены следующие наиболее значимые причины (факторы) возникновения несоответствий на уровень качества производства бетонных работ:

1. Соблюдение технологии производства строительно-монтажных работ – $T_{\text{смп}}$.
2. Уровень качества поставляемых материалов, изделий, конструкций и оборудования – K_m .
3. Уровень квалификации инженерно-технических работников, рабочих, занятых в процессе производства строительно-монтажных работ – U_k .
4. Комплектность, качество и своевременность предоставления проектной документации и качество составленного договора подряда – P_k .
5. Уровень организации, полнота контроля качества производства строительно-монтажных работ – O_k .
6. Компетентность экспертов строительного контроля как со стороны генподрядчика, так и со стороны заказчика – $Э_k$.
7. Уровень обеспеченности оборудованием, оснасткой, инструментом и инвентарем – I_y .

В результате оценки факторов качества мы пришли к выводу, что связь между P_k и другими признаками отсутствует. Объяснением этому является факт осуществления контроля, при наличии соответствующего вида работ, выполнение которых без конструктивных проектных решений не представляется возможным, в случае выявленных несоответствий в проектной документации в процессе производства работ, корректировка производилась с участием строительного контроля заказчика

и представителя проектной организации – авторского надзора на месте производства работ, с записью в журнале авторского надзора или изменениями в проектной документации, с выдачей в установленном порядке.

Основное влияние на показатель несущей способности и надежности возводимых зданий и сооружений при выполнении основных видов строительно-монтажных работ (H_R) оказывают следующие основные причины возникновения несоответствий (факторы):

- соблюдение технологии производства строительно-монтажных работ $T_{\text{смп}}$;
- уровень организации, полнота контроля менеджмента качества строительного производства O_k ;
- качество материалов и иных производственных запасов и основных средств: изделий, конструкций, оборудования K_m .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования производства строительных работ в зимних условиях (иных условиях низких температур) факторы качества были анализируемы по степени их влияния на уровень качества следующим образом:

- 1) уровень организации, полнота контроля менеджмента качества строительного производства – O_k ;
- 2) соблюдение в полном объеме установленной технологии производства работ – $T_{\text{смп}}$;
- 3) качество материалов и иных производственных запасов и основных средств: изделий, конструкций, оборудования – K_m ;
- 4) уровень квалификации работников предприятия (как менеджмента, инженерного состава, так и рабочих основного производства строительных работ) – U_k ;
- 5) компетентность экспертов строительного контроля как со стороны генподрядчика, так и со стороны заказчика – $Э_k$;
- 6) уровень обеспеченности оборудованием, оснасткой, инструментом, прочими основными средствами и производственными запасами – I_y .

Научная ценность нашего исследования состоит в следующем:

- определены факторы в области организации и технологии, влияющие на возникновение дефектов в строительстве;
- предложена методика для обеспечения качества основных видов строительно-мон-

тажных работ и безопасности возводимых строительных конструкций, зданий и сооружений, при их производстве посредством предупредительного контроля;

– исследованы закономерности изменения параметров качества основных видов строительно-монтажных работ.

Практическая ценность работы состоит в формировании основ проведения операционного строительного контроля производства монолитных и сборно-монолитных строительно-монтажных работ в условиях воздействия низких температур, а также при приемочном контроле соответствия законченных строительством объектов требованиям качества и безопасности.

Полученные результаты статистического и экспериментального анализа внедрены в научное обеспечение промышленного и гражданского строительства при строительстве объектов нефтегазодобывающего комплекса. Даны предложения по установлению нормативных допусков, способы повышения технологичности применяемой оснастки, разработан новый метод проектирования технологии зимнего бетонирования, метод контроля качества, ориентированный на обеспечение конструкционной безопасности. Даны рекомендации по совершенствованию проектов производства работ (ППР) и технологических карт.

Развивая исследование, в дальнейшем можно было бы установить новые показатели определения точности процессов для обеспечения должного качества, а также безопасности монтируемых строительных конструкций как в обычных условиях производства, так и в особых, например, в заболоченной местности и высокогорных районах.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Тилинин Ю.И., Животов Д.А. Технологии строительства зданий в городских условиях // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань: ГАОУАОВО «АГАСУ», 2023. № 1(43). С. 32–37. DOI:10.52684/2312-3702-2022-43-1-32-37
2. Markouski M., Bursau M., Obukhav A., Dimitriadi N. Technology of temple monolithic structures construction process using modern formwork systems. In: Contemporary Issues of Concrete and Reinforced Concrete: Collected Research Papers. Minsk. Institute BelNIIS. Vol. 5. 2013. pp. 122–138.
3. Шихмурадова И.Ш., Дагирова Д.М. О необходимости соблюдения специальных условий для обеспечения качества строительно-монтажных работ // Региональные проблемы преобразования

экономики. 2022. № 3. С. 42–50. DOI:10.26726/1812-7096-2022-3-42-50

4. Румянцев Е.В., Соловьев В.Г., Байбурин А.Х. Влияние замораживания на прочность сцепления в бетонных швах при зимнем бетонировании // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2022. Т. 22. № 3. С. 61–70. DOI: 10.14529/build220307

5. Исмаилов Р.И. Применение статистических методов для определения качества строительства магистральных трубопроводов в районах Крайнего Севера // Инженерный вестник Дона. 2021. № 5. Режим доступа: <https://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2021/7001> (дата обращения: 20.03.2024).

6. Токарь С.Д. Качество строительства в обеспечении надежности и безопасности. Пути решения проблем // Инновации в жизнь. 2017. № 4(23). 261 с. EDN: XSFLQT

7. Baiburin A.Kh., Golovnev S.G. Quality and reliability estimation of airfield runway // The Proceedings of the International Geotechnical Symposium «Geotechnical Engineering for Disaster Prevention & Reduction» – Yuzhno-Sakhalinsk. Russia–Sapporo, Japan, 2007. P. 271–272.

8. Зеленцов Л.Б., Зеленцов А.Л., Островский К.Н. Оптимизационные модели системы менеджмента качества в строительстве // Научное обозрение. 2013. № 11. С. 221–224. EDN: RWITOT

9. Ismailov R., Pogorelov V. Mathematical modeling of the process of quality control of construction products [Электронный ресурс] // MATEC Web of Conferences – 2017. Режим доступа: https://www.mateconferences.org/articles/mateconf/abs/2017/20/mateconf_spbw2017_08009/mateconf_spbw2017_08009.html (дата обращения: 24.03.2024).

10. Олейник П.П., Куренков О.Г. Оценка выявленных фактических отклонений несущих монолитных железобетонных конструкций и определение закона их распределения для оптимизации контроля качества производства строительных работ // Строительное производство. 2020. № 2. С. 125–139. EDN: GJBTVI. DOI: 10.54950/26585340_2020_2_125

11. Исмаилов Р.И. Организация диспетчерской службы с позиции повышения качества строительства магистральных трубопроводов // Инженерный вестник Дона. 2022. № 7. Режим доступа: <https://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2022/7830> (дата обращения: 22.03.2024).

12. Байбурин А.Х., Никоноров С.В. О совершенствовании нормативов качества возведения жилых зданий // Жилищное строительство. 2005. № 8. С. 8–9. EDN: JXNZWR

13. Beskopylny A.N., Stel'makh S.A., Shcherban' E.M., Mailyan L.R., Meskhi B.C., El'shaeva D., Varavka V. Developing environmentally sustainable and cost-effective geopolymer concrete with improved characteristics // Sustainability. 2021. Vol. 13(24). DOI: 10.3390/su132413607.

14. Подмазова С.А., Соколов Б.С., Глушкова М.В., Дмитриев Н.С., Бублиевский А.Г. Входной контроль качества бетона на месте строитель-

ства // Технологии бетонов. 2020. № 3-4. С. 46–49. EDN: IEONQR

15. Зеленцов Л.Б. Реализация строительных проектов изменяемого функционального назначения // Строительное производство. 2021. № 2. С. 26–32. EDN: BZKXLZ. DOI: 10.54950/26585340_2021_2_26.

16. Дроздова А.Н. Внедрение автоматизированных информационных систем в контроль качества строительства // Академическая публицистика. 2022. № 12-2. С. 611–614. EDN: ZQBCNY

17. Совет Ж.К., Ниязбекова Р.К. Инновационные аккредитованные лаборатории. Адаптивный контроль качества дорожного покрытия // Интернаука. 2021. № 3-1(179). С. 6–7. EDN: JRRRGQ

18. Юсупов А.Р. Перспективы внедрения и развития системы менеджмента качества в строительстве // Экономика и социум. 2023. № 12-2(115). С. 1148–1151. EDN: BOLEFY

REFERENCES

1. Tilinin Yu.I., Zhivotov D.A. Technologies for the construction of buildings in urban environments. *Inzhenerno-stroitel'nyy vestnik Priaspia*. 2023; 1(43): 32–37. DOI:10.52684/2312-3702-2022-43-1-32-37. (In Russ.)

2. Markouski M., Bursau M., Obukhav A., Dimitriadi N. Technology of temple monolithic structures construction process using modern formwork systems. In: *Contemporary Issues of Concrete and Reinforced Concrete: Collected Research Papers*. Minsk. Institute BelNIIS. Vol. 5. 2013. pp. 122–138.

3. Shihmuradova I.Sh., Dagirova D.M. On the need to comply with special conditions to ensure the quality of construction and installation work. *Regional'nye problemy preobrazovaniya ekonomiki*. 2022; 3: 42–50. DOI:10.26726/1812-7096-2022-3-42-50. (In Russ.)

4. Rumyantsev E.V., Solov'ev V.G., Bajburin A.H. The influence of freezing on the adhesion strength in concrete joints during winter concreting. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of the South Ural State University]*. Series: Construction and architecture. 2022; 22; 3: 61–70. DOI: 10.14529/build220307. (In Russ.)

5. Ismailov R.I. Application of statistical methods to determine the quality of construction of main pipelines in the Far North]. *Engineering journal of Don*. 2021; 5. Available at: <https://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2021/7001> (accessed: 20.03.2024). (In Russ.)

6. Tokar' S.D. Quality of construction in ensuring reliability and safety. Ways to solve problems. *Innovacii v zhizn'*. 2017; 4(23): 261. EDN: XSFLQT (In Russ.)

7. Baiburin A.Kh., Golovnev S.G. Quality and reliability estimation of airfield runway. *The Proceedings of the International Geotechnical Symposium «Geotechnical Engineering for Disaster Prevention & Reduction»* – Yuzhno-Sakhalinsk, Russia – Sapporo, Japan, 2007. P. 271–272.

8. Zelentsov L.B., Zelentsov A.L., Ostrovsky K.N. Optimization models of the quality management system in construction. *Nauchnoe obozrenie*. 2013; 11: 221–224. EDN: RWITOT. (In Russ.)

9. Ismailov R., Pogorelov V. Mathematical modeling of the process of quality control of construction products. *MATEC Web of Conferences* – 2017. Available at: https://www.mateconferences.org/articles/mateconf/abs/2017/20/mateconf_spbw2017_08009/mateconf_spbw2017_08009.html (accessed: 24.03.2024).

10. Olejnik P.P., Kurenkov O.G. Evaluation of identified actual deviations of load-bearing monolithic reinforced concrete structures and determination of the law of their distribution to optimize quality control of construction. *Construction production*. 2020; 2: 125–139. EDN: GJBTVI. DOI: 10.54950/26585340_2020_2_125. (In Russ.)

11. Ismailov R.I. Organization of dispatch service from the perspective of improving the quality of construction of main pipelines. *Engineering journal of Don*. 2022; 7. Available at: <https://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2022/7830>. (accessed: 22.03.2024). (In Russ.)

12. Bajburin A.H., Nikonov S.V. On improving quality standards for the construction of residential buildings. *Zhilishchnoe Stroitel'stvo* (Housing Construction). 2005; 8: 8–9. EDN: JXNZWR. (In Russ.)

13. Beskopylny A.N., Stel'makh S.A., Shcherban' E.M., Mailyan L.R., Meskhi B.C., El'shaeva D., Varavka V. Developing environmentally sustainable and cost-effective geopolymer concrete with improved characteristics. *Sustainability*. 2021; 13(24). DOI: 10.3390/su132413607.

14. Podmazova S.A., Sokolov B.S., Glushkova M.V., Dmitriev N.S., Bublikovskij A.G. Incoming quality control of concrete at the construction site. *Tekhnologii betonov*. 2020; 3-4: 46–49. EDN: IEONQR. (In Russ.)

15. Zelencov L.B. Implementation of building projects of variable functional purpose. *Construction production*. 2021; 2: 26–32. DOI: 10.54950/26585340_2021_2_26. (In Russ.)

16. Drozdova A.N. Introduction of automated information systems in construction quality control. *Akademicheskaya publicistika*. 2022; 12-2: 611–614. EDN: ZQBCNY. (In Russ.)

17. Sovet Zh.K., Niyazbekova R.K. Innovative accredited laboratories. Adaptive quality control of road surfaces. *Internauka*. 2021; 3-1(179): 6–7. EDN: JRRRGQ. (In Russ.)

18. Yusupov A.R. Prospects for the implementation and development of a quality management system in construction. *Ekonomika i socium*. 2023; 12-2(115): 1148–1151. EDN: BOLEFY. (In Russ.)

ЗАЯВЛЕННЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ

Маилян Л.Д. Формулирование темы, цели и задач исследования. Анализ разработанности темы другими учеными. Руководство процессом проведения работы, выбор методов. Подведение итогов, выявление результатов. Редактирование текста статьи.

Сизен Н.О. Сбор материалов и применение методов исследования. Сбор экспертной группы. Обработка полученных данных и представление их в виде таблиц. Подготовка текста статьи.

COAUTHORS' CONTRIBUTION

Mailyan L.D. Abstract, introduction, conclusion writing, research results presentation, general editing.

Sizen N.O. Research materials and methods presentation.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Маилян Лия Дмитриевна – канд. экон. наук, доц., и.о. зав. кафедрой организации строительства Донского государственного технического университета (344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, д. 1), **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0007-2600-5554>, **SPIN-код:** 3286-4625, e-mail: liya_mailyan@mail.ru*

Сизен Николай Олегович – студент Донского государственного технического университета

*(344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, д. 1), **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0004-0208-8090>, e-mail: sizen0263@gmail.com*

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*Liya D. Mailyan – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Head of the Department «Organization of Construction» Don State Technical University (Rostov-on-Don, Gagarin Square, 1, 344000), **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0007-2600-5554>, **SPIN-код:** 3286-4625, e-mail: liya_mailyan@mail.ru*

*Nikolay O. Sizen – student Don State Technical University (Rostov-on-Don, Gagarin Square, 1, 344000), **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0004-0208-8090>, e-mail: sizen0263@gmail.com*