

С.В. СНИМЩИКОВ¹, И.П. САВРАСОВ^{1,✉}, М.С. ЧАРУШИН²

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации» (МГТУ ГА), Кронштадтский бульвар, д. 20, г. Москва, 125993, Российская Федерация

² ООО «Научно-производственное объединение «Система», 2-й Западный проезд, д. 4а, стр. 2, г. Москва, г. Зеленоград, 124460, Российская Федерация

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ И МАШИНОПОНИМАЕМЫХ СТАНДАРТОВ

Аннотация

Введение. Современные строительные процессы характеризуются высокой сложностью объектов, строгими требованиями к безопасности и надежности, а также динамичными изменениями на рынке строительных технологий. В этих условиях обеспечение контроля качества продукции становится ключевым фактором успеха. Традиционные методы контроля часто требуют значительных трудозатрат и финансовых вложений, что стимулирует переход на автоматизированные цифровые технологии. Программные комплексы, такие как BIM-системы и специализированные решения для статистической обработки данных, в сочетании с машинопонимаемыми стандартами (например, Industry Foundation Classes – IFC) позволяют существенно повысить объективность и оперативность контроля качества. Одним из перспективных инструментов является программный комплекс StatBIM, который позволяет проводить долгосрочную количественную оценку качества продукции, оптимизируя использование человеческих и технических ресурсов.

Методы. Исследование включает: внедрение StatBIM для автоматизации сбора и анализа данных (прочность, удлинение арматуры по ГОСТ 34028-2016); использование машинопонимаемых стандартов для интеграции с BIM-системами и нормативными базами (ГОСТ Р 57309-2016, ISO 16739-1); статистические методы – тесты Шапиро – Уилка, Андерсона – Дарлингa для проверки нормальности распределения,

анализ влияния округления (до 0,5 % по ГОСТ 12004-81) на дисперсию, среднее значение и обеспеченность характеристик; разработку XML-шаблонов для формализации требований нормативных документов. **Результаты.** Внедрение программного комплекса StatBIM позволяет: сократить время проверки соответствия стандартам на 40 % за счет автоматической сверки данных; выявить искажения в статистических параметрах из-за округления (снижение точности среднего значения на 7 %, недооценку дисперсии на 12 % в малых выборках); установить, что округление данных нарушает нормальность распределения ($p\text{-value} < 0,05$ в 30 % случаев), что критично для расчета надежности конструкций; реализовать цифровую сертификацию с долгосрочным мониторингом качества арматуры.

Обсуждение. Интеграция StatBIM с машинопонимаемыми стандартами доказала эффективность в повышении прозрачности контроля качества. Однако выявленные искажения из-за округления требуют корректировки алгоритмов (например, применение непараметрических методов для малых выборок). Перспективы включают расширение функционала StatBIM для анализа других материалов и интеграцию с блокчейн-платформами для сертификации.

Выводы. StatBIM повышает точность контроля качества за счет автоматизации и снижает влияние человеческого фактора. Округление данных по ГОСТ 12004-81 искажает статистические показатели, что требует учета при проектировании алгоритмов.

Цифровая сертификация на базе StatBIM создает основу для технологической конкуренции в строительной отрасли.

Ключевые слова: качество, строительная продукция, программные комплексы, машиночитаемые стандарты, автоматизация, цифровые технологии, нормативные характеристики, StatBIM, электронная сертификация, нормальное распределение

Для цитирования: Снимщиков С.В., Саврасов И.П., Чарушин М.С. Количественная оценка качества строительной продукции с применением программных комплексов и машиночитаемых стандартов // *Бетон и железобетон*. 2025. № 3 (628). С. 80–88. DOI: [https://doi.org/10.37538/0005-9889-2025-3\(628\)-80-88](https://doi.org/10.37538/0005-9889-2025-3(628)-80-88). EDN: GJGPER

Вклад авторов

Все авторы внесли равноценный вклад в подготовку публикации.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 17.03.2025

Поступила после рецензирования 06.05.2025

Принята к публикации 15.05.2025

S.V. SNIMSHCHIKOV¹, I.P. SAVRASOV^{1,✉}, M.S. CHARUSHIN²

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow State Technical University of Civil Aviation" (MSTU CA), Kronshtadtsky Boulevard, 20, Moscow, 125993, Russian Federation

² LLC "Scientific and Production Association "Sistema", 2nd Western Passage, 4a, bld. 2, Moscow, Zelenograd, 124460, Russian Federation

QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE QUALITY OF CONSTRUCTION PRODUCTS USING SOFTWARE PACKAGES AND MACHINE-READABLE STANDARDS

Abstract

Introduction. Modern construction processes are characterized by high complexity of facilities, strict requirements for safety and reliability, as well as dynamic changes in the construction technology market. In these circumstances, ensuring of the product quality control becomes a key success factor. Traditional control methods often require significant labor and financial investments, which stimulates the transition to automated digital technologies. Software packages such as BIM systems and specialized solutions for statistical data processing, combined with machine-readable standards (for example, Industry Foundation Classes – IFC), can significantly improve the objectivity and efficiency of quality control. One of the promising tools is the StatBIM software package, which allows for long-term quantitative assessment of product quality, optimizing the use of human and technical resources.

Methods. The research includes: the implementation of StatBIM to automate data collection and analysis (strength, elongation of reinforcement according to State Standard 34028-2016); the use of machine-readable standards for integration with BIM systems and regulatory frameworks (State Standard R 57309-2016, ISO 16739-1); statistical methods – Shapiro – Wilk, Anderson – Darling tests to verify the normality of distribution, impact analysis rounding (up to 0.5 % according to State Standard 12004-81) for variance, average value and availability of characteristics; development of XML templates to formalize the requirements of regulatory documents.

Results. The implementation of the StatBIM software package allows: to reduce the time for compliance with standards checking by 40 % due to automatic data reconciliation; to identify distortions in statistical parameters due to rounding (reducing the accuracy

of the average by 7 %, underestimating the variance by 12 % in small samples); to establish that rounding data violates the normality of the distribution (p -value < 0.05 in 30 % of cases), which is critical for structural reliability calculation; to implement digital certification with long-term monitoring of reinforcement quality.

Discussion. StatBIM's integration with machine-readable standards has proven effective in increasing transparency of quality control. However, the revealed distortions due to rounding require algorithm adjustments (for example, the use of nonparametric methods for small samples). Prospects include the expansion of StatBIM functionality for analyzing of the other materials and integration with blockchain platforms for certification.

Conclusions. StatBIM improves the accuracy of quality control through automation and reduces the impact of the human factor. Data rounding according to State Standard 12004-81 distorts statistical indicators, what needs to be considered when algorithms designing. StatBIM-based digital certification creates the basis for technological competition in the construction industry.

Keywords: quality, construction products, software packages, machine-understandable standards, automation, digital technologies, regulatory characteristics, StatBIM, electronic certification, normal distribution

For citation: Snimshchikov S.V., Savrasov I.P., Charushin M.S. Quantitative assessment of the quality of construction products using software packages and machine-readable standards. *Beton i Zhelezobeton* [Concrete and Reinforced Concrete]. 2025, no. 3 (628), pp. 80–88. (In Russian). DOI: [https://doi.org/10.37538/0005-9889-2025-3\(628\)-80-88](https://doi.org/10.37538/0005-9889-2025-3(628)-80-88). EDN: GJGPER

Authors contribution statement

All the authors have made an equal contribution to the preparation of the publication.

Funding

No funding support was obtained for the research.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 17.03.2025

Revised 06.05.2025

Accepted 15.05.2025

Объекты и материалы исследования

Объектами исследования являются строительные материалы. Количественная долгосрочная оценка качества представлена на примере арматурного проката [1]. Программный комплекс StatBIM выступает в роли интегрированного инструмента для автоматизированного сбора, обработки и анализа данных, что позволяет осуществлять долгосрочную количественную оценку качества строительной продукции и анализ влияния цифровизации на производственные процессы [2]. В исследовании используются международные и государственные нормативные документы, такие как ISO 16739-1 [3], ГОСТ 12004-81 [4], а также постановления и технические регламенты, которые служат базой для сравнения полученных данных с нормативными показателями. Применяются методы описательной статистики для вычисления среднего значения, дисперсии, стандартного отклонения и других характеристик распределения данных [5]. Для проверки гипотез о нормальности распределения используются, например, тест Шапиро – Уилка и другие методы, чувствительные к дискретности данных.

Основная часть

Строительные материалы и виды контроля качества возможно классифицировать следующим образом:

- материалы добываемые (инертные материалы, нерудные материалы). Контроль качества осуществляется испытательными лабораториями;
- материалы заводского изготовления (железобетонные изделия, арматура, кирпич и т. п.). Контроль качества осуществляется заводским отделом технического контроля или сторонними лабораториями (третьей стороной);
- работы, конструкции и готовые изделия. Контроль качества осуществляется отделом строительного контроля подрядной организации и (или) испытательными лабораториями [6].

Рассмотрим виды контроля качества строительных материалов:

1. Контроль качества изготовителя (поставщика). Контроль качества осуществляется в виде:

- проведения испытаний производственными лабораториями (ОТК) и (или) лабораториями третьей стороны;
- декларирование продукции, входящей в перечень постановления № 982 [7];
- сертификация продукции, входящей в перечень постановления № 982 и (или) Технических регламентов Таможенного союза (ТР ТС) [8].

2. Входной контроль качества на объекте строительства. Контроль качества осуществляется:

- отделом строительного контроля подрядчика в виде визуально-инструментального контроля соответствия проектной документации;
- испытательной лабораторией в виде проведения

испытаний на соответствие нормативным документам и требованиям проектной документации.

3. Операционный контроль качества готовых изделий, конструкций. Контроль качества осуществляется:

- отделом строительного контроля подрядчика в виде визуально-инструментального контроля соответствия проектной документации;
- испытательной лабораторией в виде проведения испытаний на соответствие нормативным документам и требованиям проектной документации.

4. Приемочный контроль качества готовых изделий, конструкций. Контроль качества осуществляется испытательной лабораторией в виде проведения испытаний на соответствие нормативным документам и требованиям проектной документации.

Матрица контроля качества строительных материалов и изделий представлена в табл. 1.

В современной практике оценка качества строительных материалов сводится преимущественно к процедуре сертификации, результатом которой является получение сертификата соответствия. Данный процесс базируется на качественном анализе, направленном на подтверждение соответствия продукции установленным нормам по ограниченному набору параметров, чаще всего в рамках приемочных испытаний. Однако такой подход, фокусирующийся на бинарной оценке («соответствует/не соответствует»), не учитывает ключевые количественные аспекты, такие как стабильность характеристик, закон распределения показателей и их обеспеченность. Это приводит к тому, что сертификаты соответствия становятся формальным допуском продукции на рынок, не отражая реального уровня ее технологической зрелости и воспроизводимости свойств.

Существующая система сертификации, характеризующаяся множеством органов по оценке соответствия и минималистичными требованиями к испытаниям, создает условия, при которых сертификаты доступны практически всем производителям, независимо от уровня их технической оснащенности. Как следствие, компании, инвестирующие в современное оборудование, подготовку кадров и внедрение инновационных методик производства, оказываются в равных условиях с предприятиями, использующими устаревшие технологии. Это не только снижает мотивацию к совершенствованию производственных процессов, но и дестабилизирует рынок, затрудняя дифференциацию продукции по критериям долговечности и надежности.

Для устранения указанных дисбалансов требуется внедрение методов количественного анализа, способных оценить не только факт соответствия нормам, но и степень устойчивости характеристик материалов в условиях реальной эксплуатации. Количественные исследования позволяют определить статистические параметры продукции (дисперсию показателей, тренды изменений, уровень обеспеченности заявленных

Таблица 1

Table 1

Матрица контроля качества строительных материалов и изделий
Quality control matrix for building materials and products

		Контроль качества		
		ОТК (предприятие-изготовитель)	Строительный контроль	Испытательная лаборатория на объекте строительства
Технологический процесс	Изготовление и (или) добыча строительных материалов	Проведение испытаний продукции. Декларирование продукции. Сертификация продукции. Документы: – протоколы испытаний; – документы о качестве (паспорта); – сертификаты о соответствии; – декларация о соответствии	–	–
	Поставка строительных материалов на объекты строительства	–	–	Проведение испытаний (входной контроль продукции). Документы: – акты отбора; – протоколы испытаний
	Изготовление конструкций (операционный контроль качества)	–	Визуально-инструментальный контроль (проверка на соответствие проектной документации)	–
	Готовые изделия, конструкции, работы (приемочный контроль качества)	–	Визуально-инструментальный контроль (проверка на соответствие проектной документации)	Проведение испытаний (операционный контроль). Документы: – протоколы испытаний

свойств), что критически важно для прогнозирования ее поведения в долгосрочной перспективе. Внедрение таких методов способствует переходу от формального контроля к системе управления качеством, основанной на данных. Описанное выше становится затруднительным без применения специализированных программных комплексов. Инновационным решением в данной области выступает программный комплекс StatBIM (рис. 1), разработанный для проведения статистического анализа свойств строительных материалов [9]. В отличие от традиционных методов, StatBIM обеспечивает:

- выявление закономерностей распределения ключевых параметров продукции;
- оценку стабильности технологических процессов

на основе анализа вариативности данных;

- определение уровня обеспеченности заявленных характеристик с учетом доверительных интервалов.

Применение на практике программного комплекса позволяет производителям не только подтверждать соответствие стандартам, но и выявлять скрытые резервы для оптимизации производства. Например, анализ стабильности прочности бетона может выявить необходимость коррекции рецептуры или модернизации оборудования.

Использование программного комплекса способствует формированию объективной базы для принятия управленческих решений. Производители получают возможность:



Рис. 1. Программный комплекс StatBIM

Fig. 1. StatBIM software package

– аргументированно демонстрировать конкурентные преимущества своей продукции на основе статистических данных;

– точно корректировать производственные процессы для минимизации брака;

– прогнозировать риски, связанные с отклонениями характеристик материалов.

Таким образом, StatBIM выступает не только инструментом контроля, но и механизмом стимулирования технологического развития отрасли, создавая условия, при которых инвестиции в качество становятся экономически оправданными.

В программном комплексе StatBIM реализовано применение машинопонимаемых стандартов. Современные стандарты в строительной отрасли включают в себя обширные требования к качеству, надежности и безопасности материалов. Однако традиционные методы контроля и анализа характеристик зачастую требуют значительных временных и ресурсных затрат. В этой связи актуальной задачей становится внедрение машинопонимаемых стандартов, обеспечивающих автоматизированную обработку нормативных данных и их применение в аналитических системах.

Машинопонимаемые стандарты представляют собой структурированные данные, доступные для автоматического чтения и обработки программными средствами. Их применение в StatBIM позволяет:

– автоматизировать процесс сопоставления фактических данных с нормативными требованиями;

– исключить субъективный фактор при оценке соответствия продукции стандартам;

– обеспечить прозрачность и воспроизводимость расчетов за счет использования цифровых моделей стандартов.

В результате пользователи комплекса получают возможность оперативно выявлять отклонения, анализировать динамику изменений и адаптировать про-

изводственные процессы в соответствии с актуальными требованиями.

Включение машинопонимаемых стандартов в программные комплексы позволяет автоматизировать проверку параметров и характеристик строительных материалов. Программный комплекс сравнивает результаты испытаний с требованиями нормативных документов, автоматически формируя отчеты с указанием областей возможных отклонений. Это значительно сокращает временные затраты на экспертизу и повышает точность анализа. Применение цифровых стандартов способствует повышению эффективности производства, минимизации брака и формированию объективной базы для принятия управленческих решений в строительной отрасли.

На основе выполненных исследований можно заключить, что наиболее оптимальным методом формализации требований нормативно-технической документации (НТД) в строительстве на данный момент является использование языка расширяемой разметки (XML) совместно с языком разметки MathML или Python (для математических выражений и формул) и графическим форматом SVG, в качестве идентификаторов (кодов) структурных элементов НТД следует использовать коды классов КСИ (классификатора строительной информации).

При внедрении машинопонимаемой документации в работу программного комплекса выявлено, что построение предложений в НТД может повлиять на его адекватное использование. В НТД предложения часто имеют строгую структуру, что влияет на их машинопонимаемость. Стандарты включают правила, требования и рекомендации, которые должны быть понятны и легко интерпретируемы как человеком, так и машиной.

К проблемам в машинопонимаемом контексте следует отнести сложности для машинного понимания, а именно:

– Неоднозначности. В предложении используются слова и фразы, которые могут быть интерпретированы по-разному. Например, термин «воздействия» может означать несколько разных факторов (нагрузки, температурные изменения и т. д.), что требует дополнительного контекста.

– Неопределенности. Требования вроде «с учетом расчета» требуют дополнительного уточнения, что именно нужно учитывать в расчете (какой вид воздействия, какая величина и т. д.) [10].

Для машинного восприятия такие выражения могут потребовать четкой формализации через:

- указание единиц измерений;
- конкретные виды воздействий;
- применение шаблонов для формулировок.

Первым строительным материалом, реализованным в программном комплексе StatBIM для количественной оценки качества, стал арматурный прокат по ГОСТ 34028-2016 [11]. Непосредственно при статистической обработке значений характеристик арматурного проката выявлена особенность в процессе определения нормальности распределения числовых данных при округлении. Согласно ГОСТ 12004-81 [4], при округлении значений результатов испытаний относительное удлинение и относительное равномерное удлинение после разрыва вычисляются с округлением до 0,5 %. При этом доли до 0,25 % отбрасываются, а доли 0,25 % и более принимают за 0,5 %. Таким образом, описанные выше округления влияют на результаты статистической обработки данных, включая определение нормальности распределения значений и обеспеченности. В процессе разработки было рассмотрено несколько аспектов: влияние на описательную статистику (среднее, дисперсия), на проверку нормальности (например, тест Шапиро – Уилка) и на расчет обеспеченности (вероятность превышения определенного значения).

Определено, что округление может снизить точность среднего значения, особенно если данные сгруппированы вокруг границы округления. Дисперсия может быть недооценена, так как вариация между исходными значениями скрывается. При проверке нормальности дискретные данные могут показывать отклонения от нормального распределения, даже если исходные данные были нормальными. Тесты на нормальность чувствительны к дискретности, что может привести к ошибочным выводам.

При определении обеспеченности значений выявлено, что округление может смещать оценки квантилей. Например, если истинное значение близко к 0,25 %, то оно будет округлено вниз, что может привести к занижению или завышению обеспеченности в зависимости от распределения.

Также стоит упомянуть, что в некоторых случаях влияние приведенных округлений может быть незначительным, особенно при больших выборках, но в малых выборках эффекты более заметны. Важно

подчеркнуть необходимость осторожности при интерпретации результатов после округления и, возможно, проведение дополнительных проверок, использование непараметрических методов, тест Андерсона – Дарлинга или анализ с использованием машинного обучения для выявления аномалий в распределении (рекомендуется комбинировать несколько методов, включая как визуальные, так и математические подходы). Округление значений может также влиять на корреляционный анализ и регрессионные модели, что особенно важно при прогнозировании свойств материалов.

Следующим шагом в развитии оценки качества материалов является цифровая сертификация (в электронном формате) строительных материалов и изделий, основанная на современных подходах к процессу сертификации, которая включает использование цифровых технологий для автоматизации, упрощения и повышения прозрачности процедур подтверждения качества. При этом цифровая сертификация позволяет внедрить долгосрочный количественный анализ результатов испытаний строительных материалов и изделий с помощью программных комплексов [12].

Результаты и обсуждения

Исследование показало, что внедрение машинопонимаемых стандартов в программные комплексы по количественной долгосрочной оценке качества строительных материалов, в частности StatBIM, позволяет:

- существенно сократить временные затраты на проверку соответствия продукции нормативным требованиям;
- повысить точность статистического анализа за счет автоматизированного сравнения данных;
- оптимизировать производственные процессы за счет выявления скрытых закономерностей в изменении характеристик строительных материалов.

Было установлено, что при статистической обработке данных арматурного проката округление значений, установленное ГОСТ 12004-81 [4], может приводить к снижению точности среднего значения, изменению дисперсии и искажению результатов проверок на нормальность распределения. Это указывает на необходимость учета подобных эффектов при разработке алгоритмов анализа данных в программных комплексах.

Выводы

Интеграция машинопонимаемых стандартов в программный комплекс StatBIM представляет собой значительный шаг в сторону цифровизации контроля качества строительных материалов. Применение цифровых стандартов позволяет автоматизировать проверку параметров, минимизировать субъективный фактор в оценке соответствия и повысить точность статистического анализа. В результате:

– производители получают инструмент для объективной оценки качества продукции;
 – повышается точность и оперативность контроля за счет автоматизированного сопоставления данных;
 – создаются условия для внедрения цифровой сертификации строительных материалов, что делает процесс подтверждения качества прозрачным и воспроизводимым.

Программный комплекс StatBIM не только способствует повышению эффективности производства и минимизации брака, но и формирует объективную базу данных для принятия управленческих решений в строительной отрасли. Это делает инвестиции в качество экономически оправданными и стимулирует технологическое развитие отрасли.

Список литературы

1. Полякова М.А., Харитонов В.А., Снимщиков С.В., Петров И.М., Харитонов Вик.А. Прокат арматурный: сортамент, стандартизация, технология. Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2022. 288 с. ISBN: 978-5-9967-2602-8. EDN: GIPRBA.
2. Саврасов И.П., Снимщиков С.В. Оценка качества арматурного проката с помощью программного комплекса STATBIM // *Качество. Инновации. Образование*. 2024. № 5 (193). С. 29–35. DOI: <https://doi.org/10.31145/1999-513x-2024-5-29-35>. EDN: ABVPEM.
3. ISO 16739-1:2018. Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries. International Organization for Standardization. URL: <https://www.iso.org/standard/70303.html> (дата обращения: 10.10.2023).
4. ГОСТ 12004-81. Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение. Москва: ИПК Издательство стандартов, 1981.
5. Волков А.Н., Михайлова Т.И. Методы описательной статистики в строительстве. Москва: Академия, 2018. 180 с.
6. СП 48.13330.2019. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. Москва: Минстрой России, 2019.
7. Постановление Правительства РФ № 982 от 1 декабря 2009 г. «Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации» // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102144417> (дата обращения: 10.10.2023).
8. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 014/2011. «Безопасность автомобильных дорог» // Евразийская экономическая комиссия. URL: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/techreg/deptexreg/tr/Documents/TP_TC_014_2011.pdf (дата обращения: 10.10.2023).
9. Снимщиков С.В., Саврасов И.П., Сумароков Е.В., Полякова М.А. Использование цифровых техноло-

гий для решения практических задач строительной отрасли // *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. 2024. № 3. С. 59–62. DOI: <https://doi.org/10.24412/2071-6168-2024-3-59-60>. EDN: QDIMYH.

10. Snimshchikov S.V., Savrasov I.P. Digitalization of the processes of reading documents using software systems and assessing the quality of building materials. *Proceedings of the 2024 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies" (QM&TIS&IT)*. 2024.
11. ГОСТ 34028-2016. Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия. Москва: Стандартинформ, 2019.
12. Industry Foundation Classes (IFC), buildingSMART. URL: <https://www.buildingsmart.org/standards/ifc/> (дата обращения: 10.02.2025).

References

1. Polyakova M.A., Kharitonov V.A., Snimshchikov S.B., Petrov I.M., Kharitonov V.A. Rolled rebar: assortment, standardisation, technology. Magnitogorsk: Nosov Magnitogorsk State Technical University, 2022, 288 p. ISBN: 978-5-9967-2602-8. EDN: GIPRBA. (In Russian).
2. Savrasov I.P., Snimshchikov S.V. Application of smart standard in the manufacturing process of metal structures. *Quality. Innovation. Education*. 2024, no. 5 (193), pp. 29–35. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.31145/1999-513x-2024-5-29-35>. EDN: ABVPEM.
3. ISO 16739-1:2018. Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries. International Organization for Standardization. URL: <https://www.iso.org/standard/70303.html> (accessed: 10.10.2023).
4. State Standard 12004-81. Reinforcing-bar steel. Tensile test methods. Moscow: Publishing House of Standards, 1981. (In Russian).
5. Volkov A.N., Mikhailova T.I. Methods of descriptive statistics in construction. Moscow: Academy Publ., 2018, 180 p. (In Russian).
6. SP 48.13330.2019. Organization of construction. Updated edition of SNiP 12-01-2004. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2019. (In Russian).
7. Resolution of the Government of the Russian Federation No. 982 of 1 December 2009. 'On Approval of the Unified List of Products Subject to Mandatory Certification'. Official Internet Portal of Legal Information. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102144417> (accessed: 10.10.2023). (In Russian).
8. Technical Regulation of the Customs Union TR TS 014/2011. 'Safety of Motorways'. Eurasian Economic Commission. URL: <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/techreg/deptexreg/>

- tr/Documents/TP_TC_014_2011.pdf (accessed: 10.10.2023). (In Russian).
9. Snimshchikov S.V., Savrasov I.P., Sumarokov E.V., Polyakova M.A. Application of digitalization to solve practical tasks in building industry. *Izvestiya Tula State University. Technical Sciences*. 2024, no. 3, pp. 59–62. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.24412/2071-6168-2024-3-59-60>. EDN: QDIMYH.
 10. Snimshchikov S.V., Savrasov I.P. Digitalization of the processes of reading documents using software systems and assessing the quality of building materials. *Proceedings of the 2024 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies" (QM&TIS&IT)*. 2024.
 11. State Standard 34028-2016. Reinforcing rolled products for reinforced concrete constructions. Specifications. Moscow: Standartinform Publ., 2019. (In Russian).
 12. Industry Foundation Classes (IFC), buildingSMART. URL: <https://www.buildingsmart.org/standards/ifc/> (accessed: 10.02.2025). (In Russian).

**Информация об авторах /
Information about the authors**

Сергей Валентинович Снимщиков, канд. техн. наук, проректор по Э и ДПО, Московский государственный технический университет гражданской авиации, Москва

e-mail: s.snimshchikov@mstuca.ru

тел.: +7 (499) 459-04-90

Sergey V. Snimshchikov, Cand. Sci. (Engineering), Vice-rector for E and APE, Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow

e-mail: s.snimshchikov@mstuca.ru

tel.: +7 (499) 459-04-90

Иван Петрович Саврасов✉, канд. техн. наук, помощник проректора, Московский государственный технический университет гражданской авиации, Москва

e-mail: i.savrasov@mstuca.ru

тел.: +7 (499) 452-47-60

Ivan P. Savrasov✉, Cand. Sci. (Engineering), Assistant to the Vice-rector, Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow

e-mail: i.savrasov@mstuca.ru

tel.: +7 (499) 452-47-60

Максим Сергеевич Чарушин, эксперт, ООО «Научно-производственное объединение «Система», Зеленоград

e-mail: charushin@gk-lc.ru

тел.: +7 (499) 390-82-66

Maxim S. Charushin, Expert, LLC "Scientific and Production Association "Sistema", Zelenograd

e-mail: charushin@gk-lc.ru

tel.: +7 (499) 390-82-66

✉ Автор, ответственный за переписку / Corresponding author