

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2023, Том 15, № 5 / 2023, Vol. 15, Iss. 5 <https://esj.today/issue-5-2023.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/53SAVN523.pdf>

2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки)

2.1.7. Технология и организация строительства (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Беленцов, Ю. А. Возможность пропустить бракованные изделия из бетона с учетом точности контроля / Ю. А. Беленцов, Ш. М. Мамедов, Н. С. Воронцова, П. Н. Пачулия // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 5. — URL: <https://esj.today/PDF/53SAVN523.pdf>

For citation:

Belentsov Yu.A., Mamedov Sh.M., Vorontsova N.S., Pachuliia P.N. Possibility to skip defective concrete products, taking into account the accuracy of control. *The Eurasian Scientific Journal*. 2023; 15(5): 53SAVN523. Available at: <https://esj.today/PDF/53SAVN523.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

Беленцов Юрий Алексеевич

ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра»,
Санкт-Петербург, Россия
Научный сотрудник
Доктор технических наук, профессор
E-mail: belents@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7492-2161>

Мамедов Ширали Махаррам-оглы

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»,
Санкт-Петербург, Россия
Научный сотрудник
Кандидат экономических наук, доцент
E-mail: mamedov_am@bk.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0366-1085>

Воронцова Наталья Сергеевна

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»,
Санкт-Петербург, Россия
Научный сотрудник
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: vorontsovf.ns@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0081-4680>

Пачулия Павел Ниязович

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»,
Санкт-Петербург, Россия
Аспирант
E-mail: p.pachuliia@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2415-2087>

Возможность пропустить бракованные изделия из бетона с учетом точности контроля

Аннотация. В статье анализируются причины аварий зданий за несколько лет в РФ. На основании определения основных причин аварий определяется значимость точности контроля качества строительных конструкций, на примере точности контроля механических свойств. На основании методов математической статистики оценивается влияние погрешности методов

контроля на точность и качество строительных конструкций при соблюдении метрологических требований к процессу определения прочности в стандартных образцах. Авторами разрабатываются метрологические принципы совершенствования методов испытания и контроля качества современных бетонов и их влияние на надежность возводимых конструкций. Устанавливается зависимость точности измерения на качество контроля бетонных материалов и изделий разрушающими методами количество бракованных изделий. Авторами оценивается связь точности контроля качества бетона с вероятностью появления бракованных изделий.

В статье используется Байесова модель вероятности пропустить бракованное изделие при известной достоверности контроля и вероятности ошибки из-за погрешности измерения и испытания в процессе контроля. Рассчитывается дополнительная вероятность пропустить брак бетона при контроле по прочности в стандартных образцах разрушающим методом из-за несовершенства методов испытания. Оценивается «ненулевая вероятность» пропустить брак в процессе контроля прочности бетона, влияющая на уровень надежности, при соблюдении метрологических требований к испытанию.

Рассчитывается составляющая погрешности и точности контроля прочностных свойств бетона на надежность возводимых бетонных конструкций из-за возможности пропустить бракованные изделия и элементы конструкций. Рассчитана дополнительная вероятность брака из-за точности контроля прочностных свойств от общего количества отбракованных деталей.

Ключевые слова: погрешность контроля прочности бетона; полная вероятность брака бетона; точность контроля; расчет полной вероятности брака на основании Байесовой модели; влияние качества на триаду надежности; анализ причин аварий зданий; погрешность определения класса бетона; точность контроля; вероятность пропустить брак бетона в стандартных образцах

Введение

Проблемы качества в строительной индустрии принципиально влияют на результативность эффективность развития научно-технического прогресса, поскольку строительные, монтажные риски являются неотъемлемой частью риск-ориентированного подхода и системы менеджмента качества любой отрасли. Строительные материалы вносят существенные изменения в совершенствование проектных решений и обеспеченности контроля качества строительной продукции. Причиной изменений является появление новых материалов и повышение эффективности традиционных материалов и конструкций. Например, средняя прочность бетона в середине XX века составляла 100 кгс/см^2 , а высокопрочным назывался бетон 300 кгс/см^2 и выше, для современных бетонов класс В 30–40 рядовые, а высокопрочные больше В80 и выше. Однако, с точки зрения контроля качества и метрологического обеспечения, сохраняются принципиальные подходы заложенные ранее. Надежность и риск-ориентированный подход закладывается в процессе развития нормативных документов в области строительства [1; 10; 11; 16]. Существующая система контроля при соблюдении всех требований не всегда обнаруживает брак из-за погрешностей измерений и испытаний и случайного характера процесса обеспечения качества [1–3]. Необходимо оценить вероятность пропуска материала с негарантированной прочностью при соблюдении требований нормативов. Последствия несоответствующего качества бетона разнообразны: от незначительных повреждений и трещин, приводящих снижению долговечности и надежности конструкций здания, до внезапного разрушения, приводящего к аварии зданий и гибели людей.

Существующая система контроля качества в строительстве и эксплуатации ежегодно допускает значительное количество аварий зданий. Причем количество аварийных ситуаций бетонных и железобетонных конструкций зданий в некоторые годы составляет более половины всех аварий. На рисунке 1, составленном автором, представлен анализ аварий зданий в РФ по видам зданий за 1999–2003 гг. [4; 5].

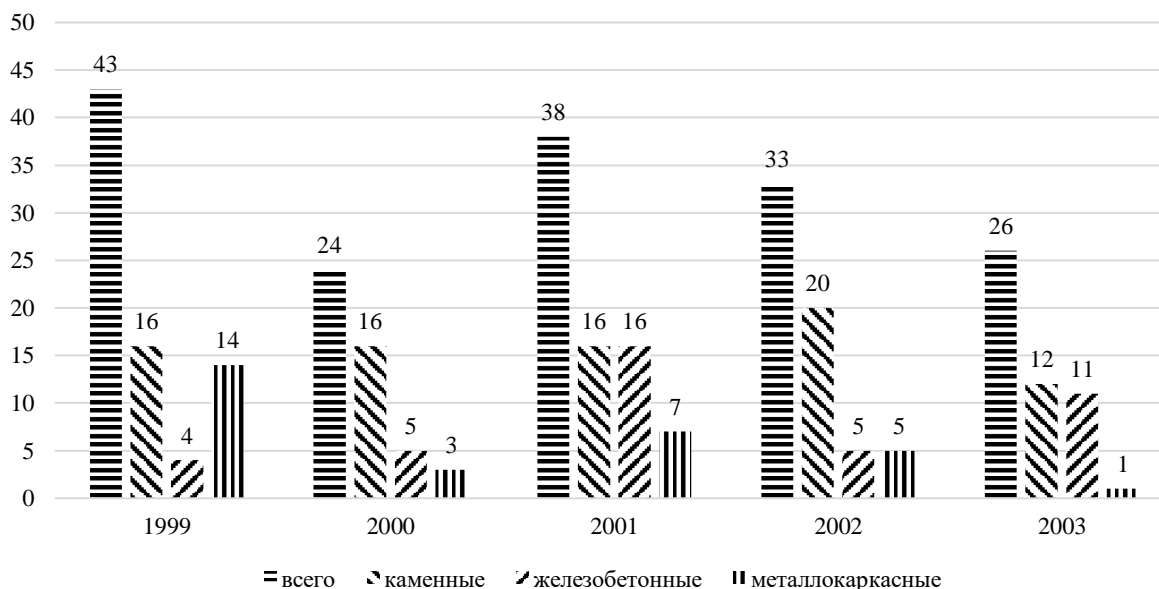


Рисунок 1. Аварии зданий и сооружений в различных конструктивных решениях, произошедшие за период 1999–2003 гг. (составлено автором)

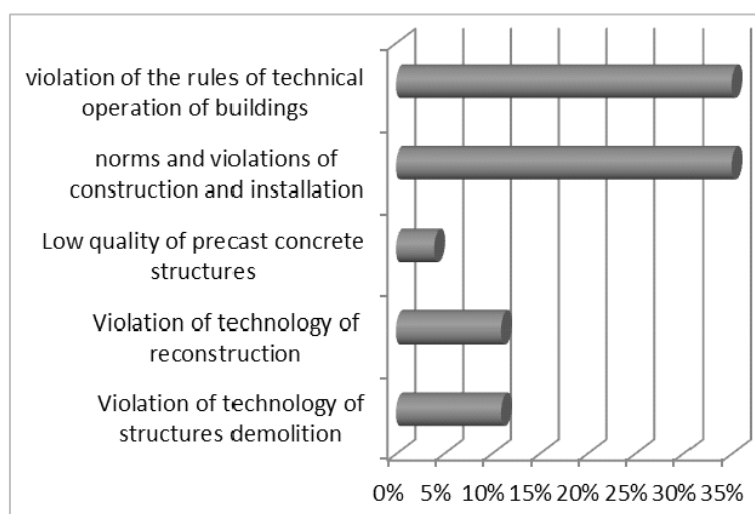


Рисунок 2. Причины разрушения основных видов конструкций [4]

Основные причины разрушения бетонных конструкций представлены на рисунке 2 [4]. Наиболее важными причинами разрушения оказываются ошибки строительства, отступление от нормативных документов и низкое качество сборных железобетонных элементов, что связано с несовершенством контроля качества, поскольку при правильной организации контроля качества ошибки должны своевременно устраняться. Более 40 % аварий зданий связаны с нарушениями или низким качеством строительных материалов и конструкций, что в принципе должно выявляться и компенсироваться современной системой контроля качества. Вероятность принятия брака в процессе контроля прочности бетона в стандартных образцах снижает качество и уровень надежности возводимых конструкций. Контроль качества — одна

важных составляющих триады надежности возводимых строительных конструкций (рис. 3). Уровень надежности закладывается при проектировании, обеспечивается в процессе возведения и поддерживается в процессе эксплуатации [6–9]. Европейские нормы требуют обеспечения надежности возводимых зданий и конструкций с высокой долей вероятности [10; 11]. Совершенствование методов контроля качества — источник первичной информации для принятия решения об обеспечении требуемого уровня надежности при проектировании, возведении и в процессе эксплуатации [12; 13]. Дальнейшее развитие невозможно без совершенствования методов расчета конструкций, основанных на вероятностных подходах [14; 15].



Рисунок 3. Принципиальная схема триады надежности в строительной индустрии (составлено автором)

Методология (методика) исследования

Оценка и анализ вероятности принятия брака при контроле качества бетонных материалов и изделий. Наиболее информативный, с точки зрения безопасности и надежности, показатель контроль прочности. Прочность бетона контролируется по результатам разрушающего испытаний в стандартных образцах с использованием требований, предъявляемых к классу бетона. Разрушающий метод контроля в стандартных образцах является наиболее точным. Рассмотрим вероятность возведения некачественных конструкций из бетона при соблюдении требований нормативных документов с использованием разрушающего контроля.

Для оценки вероятности прохождения брака из-за методических и метрологических проблем необходимо оценить влияние погрешности измерений при контроле прочности бетона в стандартных образцах существующими методами, сформировать физическую модель влияния основных факторов. Качество контроля во многом определяет совершенство и надежность возводимых конструкций. Класс бетона — гарантированная вероятность 95 % прочность бетона. Показатель напрямую связан с вероятностью отказа материала в конструкции, т. е. позволяет оценить безотказность и надежность бетонных и железобетонных конструкций.

Необходима вероятностная модель, которая позволит оценить вероятность пропустить брак возводимых конструкций, при обеспечении достоверности испытаний 0,95, соответствующих классу бетона, и допустимом предельном коэффициенте вариации 13 %. Даже при соблюдении процедур и метрологических параметров контроля качества бетона сохраняется «ненулевая» вероятность пропустить несоответствие заявленным требованиям по прочности бетона.

Необходимо проанализировать влияние инструментальной, методологической и субъективной составляющей погрешности при оценке качества строительных материалов на примере класса по прочности бетона. Субъективная причина появления брака материалов в принятых в эксплуатацию конструкциях должна снижаться за счет повышения количества и

разнообразия измерительных, испытательных и контрольных операций, например, контроль прочности по альтернативным признакам, таким образом, снижая влияние человека на результат контроля, совершенствуя технологии и повышая степень автоматизации контроля и производства. Инструментальная причина снижает влияние за счет совершенствования средств измерения и контроля, совмещения контрольных и измерительных операций. Методологическая причина снижается за счет совершенствования принципов и методов измерения и контроля.

Влияние точности измерений, испытаний определяется нормированием нормативных документов. При оценке прочности нормируются результаты прямых измерений, участвующих в определении прочности в стандартных образцах (геометрические размеры и разрушающая сила) [15; 16]. Хотя для показателей прочности должна использоваться оценка погрешности, как для косвенного измерения:

- для измерения геометрических размеров допустима погрешность $\delta'_{a,b} = 1 \%$;
- для разрушающей силы $\delta_p = 0,5 \%$.

Предельная величина коэффициента вариации для бетона при определении класса прочности составляет по 13–15 %. При этом не учитывается, что составляющая погрешности косвенного метода измерения может составлять значительную величину. При испытании класса бетона в стандартных образцах размером 15×15×15 см погрешность косвенного метода при определении прочности составит:

$$\delta_R = \sqrt{\frac{P}{ba^2} \delta_a^2 + \frac{P}{ab^2} \delta_b^2 + \frac{1}{ab} \delta_p^2} = 0.071. \quad (1)$$

Расчеты показывают, что погрешность косвенного метода может достигать порядка 7 %. Дополнительная погрешность, не обнаружимая методом контроля, снижает достоверность контроля.

Исходными данными для оценки влияния погрешности на вероятность пропустить бракованный бетон при соблюдении метрологических характеристик являются:

$P = 0,95$ достоверность.

a, b — геометрические размеры образцов кубов или призм.

n — количество испытаний, достаточно велико и стремится к бесконечности, с учетом ежесерийного коэффициента вариаций бетона.

δ — погрешность контроля прочности бетона определена в оборотах и составляет, как для косвенного измерения при определении класса в стандартных образцах погрешность составляет 5–7 %.

Распределение плотности вероятностей показателей прочности — нормальное, относительное математического ожидания, которого будет равно средней величине прочности бетона. Класс бетона будет определяться в зависимости от средней прочности по результатам испытания, количеству испытаний и требуемой достоверности контроля:

$$B = \bar{R}(1 - tv), \quad (2)$$

где B — класс бетона; \bar{R} — средняя прочность по результатам испытания; t — коэффициент Стьюдента при одностороннем открытии интервала (P, n); v — коэффициент вариации предельный 0.13, показатель стабильности качества (процентов допустимых отклонений от среднего значения при контроле партии бетона).

Для оценки вероятности возможности при существующей схеме контроля необходимо создать вероятностную модель, которая позволит оценить влияние погрешности измерения на точность контроля.

Модель оценки вероятности пропустить бракованные изделия будет основываться на теореме Байеса, которая позволяет оценить вероятность события гипотезы — принятие бракованного изделия или материала при соблюдении достоверности и точности контроля:

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)}, \quad (3)$$

где $P(A)$ — априорная вероятность гипотезы A ; $P(A|B)$ — вероятность гипотезы A при наступлении события B (апостериорная вероятность); $P(B|A)$ — вероятность наступления события B при истинности гипотезы A ; $P(B)$ — полная вероятность наступления события B .

Гипотеза A — бетон соответствует качеству с достоверностью 95 %, т. е. в 95 % случаев коэффициент вариации v меньше 13 %, в 5 % случаев возможно превышение конфиидента вариации — бетон не соответствует требованиям качества.

Гипотеза B — вероятность проявления погрешности измерения, испытаний или случайного, локального дефекта структуры. Графическое представление представлено на рисунке 4.

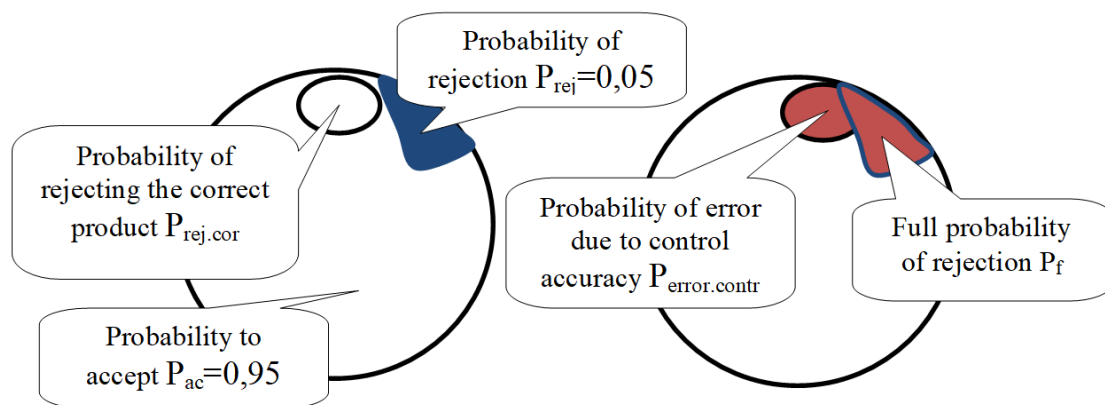


Рисунок 4. Графическое представление вероятности необнаруженного брака бетона из-за погрешности испытаний (составлено автором)

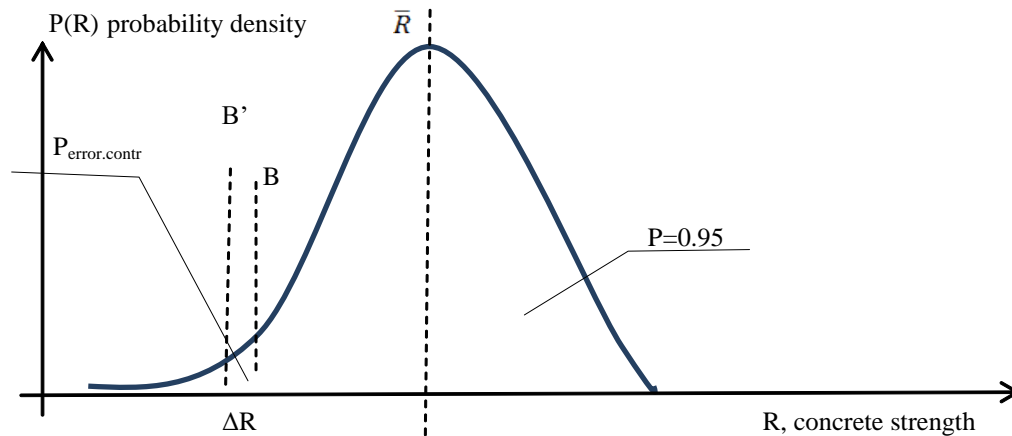
Оценим дополнительную вероятность пропустить брак из-за возможного локального дефекта, равного по объему отобранной для контроля серии. Партия бетона, из которой отобраны образцы, принимается 50 м^3 .

Вероятность непопадания локального дефекта в отобранную партию составит величину соотношения объемных частей и характеризует вероятность случайного характера распределения локальных дефектов в структуре бетона.

Вероятность события составит величину, равную зависимости объема партии контроля к объему партии принимаемой продукции. При использовании стандартного испытания для контроля класса бетона отбираем 12 образцов размером $150 \times 150 \times 150 \text{ мм}$ от общего объема партии протяженной во времени.

$$P_{л.д} = \frac{V_{cont}}{V_{batch}} = 8,1 \times 10^{-4}, \quad (4)$$

где V_{cont} — объем отобранных для контроля образцов; V_{batch} — объем партии бетона.



$\Delta R = \delta \bar{R}$ — Ошибка измерения прочности; B' — предельная величина прочности, соответствующая классу бетона с учетом погрешности измерения

Рисунок 5. Графическое представление вероятности ошибки при определении прочности из-за неточности измерения (составлено автором)

На графике приведен показатель ошибки измерения и испытания прочности при соответствующей гарантированной вероятности 0,95 (для класса бетона). Необходимо оценить вероятность попадания величины прочности в диапазонах, соответствующих искажению показателя соответствующего класса бетона, то есть сдвинутый участок между B' и B на рисунке 5.

При нормальном распределении функция плотности вероятности равна отказу:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right). \quad (5)$$

где μ — математическое ожидание (среднее значение), медиана и мода распределения; σ — среднеквадратическое отклонение распределения.

Вероятность попадания в интервал составит

$$P(x_1 < X < x_2) = F(x_2) - F(x_1) = \int_{x_1}^{x_2} f(x) dx = F\left(\frac{x_2 - M_x}{\sigma_x}\right) - F\left(\frac{x_1 - M_x}{\sigma_x}\right). \quad (6)$$

Вероятность попадания значения прочности в интервал $B' - B$ определим, как разницу между вероятностью попадания значения в интервал от $B' - \infty$ и $B = \infty$ ($P_B = 0,95$).

Вероятность попадания в интервал $B' - \infty$ составит:

$$F_{0B'} = \frac{\bar{R}(1 - t_{\nu} - \delta_{изм}) - \bar{R}}{\bar{R}\nu}. \quad (7)$$

$$P_{B'\infty} = F_{0B'} - F_{0B} = 0,982. \quad (8)$$

Результаты и обсуждение

Рассмотренные выше материалы, позволяют оценить вероятность пропустить ошибку из-за несовершенной методики и погрешности испытания составит:

$$P_{\text{error.contr}} = P_{B'\infty} - P_{B\infty} = 0,982 - 0,95 = 0,032.$$

То есть, вероятность пропустить брак за счёт погрешности измерения при нормальном законе распределения составит 3,2 %.

Суммарная вероятность пропустить брак из-за погрешности измерения или локального дефекта структуры составит:

$$P_f = P_{\text{error.contr}} + P_{\text{rej}} - P_{\text{rej.cor}}, \quad (9)$$

где $P_{\text{rej.cor}}$ — вероятность отбраковать хорошее изделие или материал мала по сравнению с остальными; P_f — вероятность обнаружимого и не обнаружимого брака; $P_{\text{error.contr}}$ — вероятность принять брак из-за погрешности измерения.

$$P_f = \frac{0,05 \times 0,9672 + 0,95 \times 0,0328}{1} = 0,0792\%. \quad (10)$$

Вероятность пропустить брак из-за несовершенного контроля составит 7,9 % от общего количества изделий или материалы.

Оценим событие, когда вероятно попустить бракованное изделие или материал от общего количества непринятых (5 %) при точности измерения 3,2 % и неполного охвата партии контроля 0,08 %.

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)} = 0,0328 \times 0,95 / (0,0328 \times 0,95 + 0,05 \times 0,9672) = 0,39, \quad (11)$$

где $P(A)$ — вероятность принять изделие или материал 95 %; $P(A|B)$ — вероятность пропустить брак с учетом точности контроля и достоверности испытания; $P(B|A)$ — вероятность пропустить брак из-за погрешности измерения, испытания и локального дефекта $3,2 + 0,08 = 3,28$; $P(B)$ — полная вероятность ошибки из-за неточности измерения.

Выводы

Можно сделать вывод, что учет точности методики и погрешности контроля приведет к дополнительной вероятности пропустить некачественный бетон в процессе контроля качества в стандартных образцах. При соблюдении метрологических требований дополнительная вероятность составит порядка 39 % от количества (отбракованных) непринятых изделий или материалов. А общая вероятность проявления бракованной продукции составит порядка 7,9 %. Отказы в процессе эксплуатации бетонных конструкций могут сочетать в себе различные диапазоны последствий от незначительных повреждений, снижения долговечности и надежности, дополнительных требований по ремонту и осмотрам с высокой долей вероятностью для своевременного обнаружения дефектов до полного разрушения конструкции с малой вероятностью. Разрушение бетона возможно при неблагоприятном стечении обстоятельств учитывающих в расчетах по предельным состояниям, то есть максимальной нагрузке, значительным климатическим воздействиям, неудачной эксплуатационной ситуации неправильного ремонта и технического обслуживания. Необходимо развивать совершенствовать систему контроля качества и повышать точность контроля качества в строительстве на основе современных представлений теории вероятности и надежность ориентированного подхода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Loganina V., Fediuk R., Vatin N. Completeness of ceramic bricks' quality control. August 2020. IOP Conference Series Materials Science and Engineering 896:012001. DOI: 10.1088/1757-899X/896/1/012001.

2. Ulybin, A.V., Puzanov, A.V. About test methods of corrosion state of reinforced concrete structures / *Applied Mechanics and Materials*, 2014, 578-579, стр. 981–986. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.578-579.981.
3. Ucer, D., Ulybin, A., Zubkov, S., Elias-Ozkan, S.T. Analysis on the mechanical properties of historical brick masonry after machinery demolition. *Construction and Building Materials*, 2018, 161, стр. 186–195. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2017.11.090.
4. Lesovik V.S., Belentsov Y.A., Klementyeva A.A., Elistratkin M.Y. Transition to the Assessment of the Brickwork Quality in Terms of Compressive Strength Class. *Lecture Notes in Civil Engineering*, 2021, 147, pp. 131–137. DOI: 10.1007/978-3-030-68984-1_20.
5. Belentsov Yu.A., Smirnova O.M., Kazanskaya L.F. Improvement of competitive edge of precast reinforced concrete by increasing the reliability level and quality control. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Volume 666, Quality Management and Reliability of Technical Systems 20–21 June 2019, St Petersburg, Russian Federation. doi: 10.1088/1757-899X/666/1/012037.
6. Tolstoy A., Lesovik V., Glagolev E., Zagorodnik L. The Law of Similarity and Designing High-Performance Composites In book: 14th International Congress for Applied Mineralogy (ICAM2019) August 2019 (pp. 395–398) DOI: 10.1007/978-3-030-22974-0_96.
7. Rzhanitsyin, A.R. *Teoriya rascheta stroitelnykh konstruktsiy na nadezhnost* [The theory of calculation of building structures reliability]. Moscow: Stroyizdat. 1978. 239 p.
8. Indeykin, A.V., Chizhov, S.V., Shestakova, E.B., Antonyuk, A.A., Kulagin, N.I., Smirnov, V.N., Karpov, V.V., Golitsynsky, D.M. Approximated methods of estimation of the reliability of framed railway structures of railway bridges. *Magazine of Civil Engineering*. 2017. No. 75(7). Pp. 150–160. doi: 10.18720/MCE.75.15. (In Russ.) 2017. No 7(75). C. 150–160. doi: 10.18720/MCE.75.15.
9. O.V. Mkrtycheva, G.A. Dzhinchvelashvilia, M.S. Busalova. Assessing the reliability of a multi-storey monolithic concrete building with a Base. *Procedia Engineering* 111 (2015) 550–555 doi.org/10.1016/j.proeng.2015.07.041.
10. Handbook 2 reliability backgrounds partnership. development of skills facilitating implementation of Eurocodes. Leonardo da Vinci Pilot Project, 2005, CZ/02/B/F/PP-134007. Prague, p. 254.
11. EN 1990:2002+A1. Eurocode. Basis of structural design. *Civil Engineering*, 144 p.
12. Yu.A. Belentsov, O.M. Smirnova Influence of acceptable defects on decrease of reliability level of reinforced concrete structures. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)* November 2018, Volume 9, Issue 11, pp. 2999–3005.
13. Tao Y.R., Cao L., Cheng G.Q., Huang Zh.H. Safety analysis of structures with probability and evidence theory // *International Journal of Steel Structures*. 2016. Vol. 16. No 2. Pp. 289–298.
14. Krasnoshchekov Y.V. Safety of reinforced concrete bridges with spans structures. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2018; 15(6): 922–932. (In Russ.). doi.org/10.26518/2071-7296-2018-6-922-932.

15. Pichugin S.F. Reliability estimation of industrial building structures. Magazine of civil engineering. 2018, 7(83), pp: 24–37. doi: 10.18720/MCE.83.3.
16. Lantukh-Lyashchenko A.I. Eurocode Reliability Concept. // Bridges and tunnels: theory, research, practice, 2014. № 6, P. 79–88.
17. Беленцов Ю.А., Харитонов А.М., Тихонов Ю.М. Оценка методов контроля прочности бетона по критерию надежности возводимых конструкций. Научно-технический журнал «Вестник гражданских инженеров» Декабрь 2017. № 6(65). Стр. 147–151.
18. Марчюкайтис Г.В., Йонайтис Б.Б., Валивонис Ю.С., Гнип И.Я. Оценка прочности и деформативности каменной кладки при сжатии согласно СНиП II-22-81 и Eurocode 6. Строительные материалы № 11. Ноябрь, 2004, стр. 48–49.
19. Turkstar C. Theory and Structural Design: Study No. 2 / C. Turkstra // University of Waterloo, Solid Mechanics Division, Canada, 1972 г., 124 p.
20. Аварии зданий и сооружений на территории Российской Федерации в 2003 году. — М., ФЦК, 2004 г.

Belentsov Yuri Alekseevich

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University
E-mail: belents@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7492-2161>

Mamedov Shirali Makharram-ogly

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, Russia
E-mail: mamedov_am@bk.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0366-1085>

Vorontsova Natalia Sergeevna

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, Russia
E-mail: vorontsovf.ns@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0081-4680>

Pachuliia Pavel Niyazovich

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, Russia
E-mail: p.pachuliia@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2415-2087>

Possibility to skip defective concrete products, taking into account the accuracy of control

Abstract. The article analyzes the causes of building accidents over several years in the Russian Federation. Based on the determination of the main causes of accidents, the importance of the accuracy of quality control of building structures is determined, using the example of the accuracy of control of mechanical properties. Based on the methods of mathematical statistics, the influence of the error of control methods on the accuracy and quality of building structures is estimated, subject to the metrological requirements for the strength determination process in standard samples. The authors develop metrological principles for improving the methods of testing and quality control of modern concrete and their impact on the reliability of structures under construction. The dependence of the measurement accuracy on the quality of control of concrete materials and products by destructive methods on the number of defective products is established. The authors assess the relationship between the accuracy of concrete quality control and the probability of defective products.

The article uses a Bayesian model of the probability of missing a defective product with a known reliability of control and the probability of error due to measurement and testing errors during the control process. The additional probability of missing concrete defects during strength control in standard samples by the destructive method is calculated due to imperfection of test methods. The «non-zero probability» of missing a defect in the process of concrete strength control is estimated, which affects the level of reliability, subject to the metrological requirements for the test.

The component of the error and accuracy of the control of the strength properties of concrete is calculated for the reliability of the concrete structures being erected due to the possibility of missing defective products and structural elements, an additional probability of marriage is calculated due to the accuracy of the control of strength properties from the total number of rejected parts.

Keywords: the error of concrete strength control; the full probability of concrete defects; control accuracy; calculation of the full probability of marriage based on the Bayesian model; the effect of quality on the triad of reliability; analysis of the causes of building accidents; the error of determining the concrete class; control accuracy; the probability of missing concrete defects in standard samples