УДК 691 DOI: 10.22227/1997-0935.2017.10.1125-1131

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ С УЧЕТОМ ДОСТОВЕРНОСТИ КОНТРОЛЯ

В.И. Логанина, Е.И. Куимова, А.Д. Рыжов
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства (ПГУАС), 440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, д. 28

Нормативные документы по контролю качества показателей сухих строительных смесей (ССС) не отражают показателей достоверности контроля, что повышает риск изготовителя и потребителя.
Предмет исследования: изучение достоверности контроля качества ССС при контроле шести показателей (плотность, подвижность, водоудерживающая способность, прочность на сжатие, водопоглощение при капиллярном подсосе, прочность сцепления).
Цели: вычислить ошибки первого и второго рода по каждому из параметров измерения, риски производителя и потребителя, а также достоверности контроля в зависимости от количества контролируемых параметров при различном их сочетании.
Материалы и методы: в качестве примера ССС взят легкий штукатурный раствор плотностью менее 1300 кг/м^3.
Результаты: установлено, что риски производителя и потребителя уменьшаются при уменьшении среднеквадратического отклонения (СКО) погрешности. Показано, что при контроле всех шести параметров качества ССС достоверность контроля составляет P = 0,96…0,98 в зависимости от СКО погрешности измерения. Если при приемо-сдаточных испытаниях каждой партии ССС не контролируется прочность сцепления затвердевшего раствора с основанием, достоверность контроля составляет P = 0,82…0,83, что значительно ниже допускаемого значения.
Выводы: предложено показатель прочности сцепления включить в приемо-сдаточные испытания при контроле каждой партии ССС.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: достоверность контроля, риски производителя и потребителя, погрешность измерения

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Логанина В.И., Куимова Е.И., Рыжов А.Д. Определение количества показателей качества сухих строительных смесей с учетом достоверности контроля // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. Вып. 10 (109). С. 1125–1131.

DETERMINATION OF THE NUMBER OF DRY BUILDING MIXES QUALITY INDICATORS BASED ON RELIABILITY OF CONTROL

V.I. Loganina, E.I. Kuimova, A.D. Ryzhov
Penza State University of Architecture and Construction, 28 Titova str., Penza, 440028, Russian Federation

Normative documents for quality control of dry building mixtures (DBM) do not reflect the reliability of control, which increases the risk for manufacturer and consumer.
Subject: studying the reliability of DBM quality control with the control of six parameters (density, mobility, water retention, compressive strength, water absorption with capillary suction, adhesion strength).
Research objectives: estimate errors of the first and second kind for each of the measurement parameters, risks for manufacturer and consumer, and also the reliability of control as a function of the number of controlled parameters used in various combinations.
Materials and methods: a light stucco solution with a density of less than 1300 kg/m^3 is taken as an example of DBM.
Results: it has been established that the values of producer and consumer risks decrease with a decrease in the root-mean-square deviation (RMSD) of the error. It is shown that when controlling all six quality parameters of the DBM, the reliability of the control is P = 0.96…0.98, depending on the value of the root-mean-square deviation of the measurement error. If the strength of adhesion of the solidified solution to the substrate is not controlled during the acceptance tests of each batch of DBM, the reliability of the control is P = 0.82…0.83, which is significantly lower than the allowable value.
Conclusions: the index of adhesion strength is proposed to be included in the acceptance tests during the control of each batch of DBM.

KEY WORDS: reliability of control, manufacturer and consumer risks, measurement error

FOR CITATION: Loganina V.I., Kuimova E.I., Ryzhov A.D. Opredelenie kolichestva pokazateley kachestva sukhikh stroitel'nykh smesey s uchetom dostovernosti kontrolya [Determination of the Number of Dry Building Mixes Quality Indicators Based on Reliability of Control]. Vestnik MGSU [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2017, vol. 12, issue 10 (109), pp. 1125–1131.

© В.И. Логанина, Е.И. Куимова, А.Д. Рыжов

ВВЕДЕНИЕ

Имеющиеся нормативные документы по контролю качества показателей сухих строительных смесей (ССС) не отражают показатели достоверности контроля, что повышает риск изготовителя и потребителя. Так, в соответствии с ГОСТ 31357-2013[1] такие показатели, как прочность на растяжение при изгибе, прочность сцепления с основанием и водопоглощение затвердевшего раствора определяют не при приемо-сдаточных испытаниях каждой партии смеси, а при периодических испытаниях в сроки, согласованные с потребителем, но не реже одного раза в месяц. Поэтому получаемая в результате контроля качества каждой партии ССС информация содержит неопределенность [1–7].

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В работах [8–10] есть примеры расчета достоверности контроля качества бетонных изделий в зависимости от состояния производственного процесса — его стабильности и воспроизводимости.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для решения задач определения количества основных характеристик качества ССС при контроле рассчитаем достоверность контроля как функцию количества контролируемых параметров [11–14]. В ГОСТ Р 8.563–2009[2] целесообразно нормировать комплексный показатель $P_д$ как наиболее простой и наглядный. Эту величину нужно нормировать на уровне действующего ГОСТ 8.051– 81[3] ($P_д \geq 0{,}95$).

Приведем пример расчета достоверности контроля качества ССС. В качестве примера был взят легкий штукатурный раствор плотностью менее 1300 кг/м^3 в соответствии с классификацией ГОСТ 33083-2014[4].

Оценка достоверности контроля качества была проведена по следующим показателям:

- плотность;
- подвижность;
- водоудерживающая способность;
- прочность на сжатие;
- водопоглощение при капиллярном подсосе;
- прочность сцепления.

Контролируемые параметры являются нормально распределенными случайными величинами с математическим ожиданием, совпадающим с номинальным значением и заданным средним квадратическим отклонением σ. Предельно допустимое отклонение от номинального значения ±3σ.

Достоверность контроля $P_д$ вычисляли по формуле [15–18]

$$P_д = 1 - \alpha - \beta, \quad (1)$$

где α — ошибка первого рода (риск изготовителя — вероятность того, что работоспособный объект признан негодным, т.е. вероятность, характеризующая среднюю долю негодных изделий среди всех признанных в результате контроля годными); β — ошибка второго рода (риск потребителя — вероятность того, что неработоспособный объект признан годным, т.е. вероятность, характеризующая среднюю долю ошибочно забракованных, но фактически годных изделий от общего числа поступивших на контроль изделий).

Представим измеренное значение параметра X_i в виде обобщенной модели

$$X = U + \varepsilon U + \Delta + y, \quad (2)$$

где U — истинное значение; ε — мультипликативная случайная погрешность; Δ — систематическая погрешность; y — аддитивная случайная погрешность.

Обозначим как Y суммарную погрешность $Y = X - U$. Плотность вероятности $f(Y)$ определяется как свертка плотностей ε, Δ, y при условии их статистической независимости. Если $f(\varepsilon)$ и $f(y)$ имеют нормальное распределение с нулевыми средними, то плотность $f(Y)$ также будет гауссовой с математическим ожиданием $\mu = U + \Delta$.

При известной плотности суммарной аддитивной погрешности условная (апостериорная) плотность вероятности измеренного параметра

$$f(X/U) = f(X - U) = f(Y). \quad (3)$$

Совместная плотность истинного и измеренного значений параметра

$$f(X,U) = f(U) \cdot f(X - U) = f(U) \cdot f(Y), \quad (4)$$

где $f(U)$ — априорная плотность вероятности параметра.

Совместная плотность вероятности позволяет определить вероятности α и β ошибок первого и второго рода при контроле параметра X_i для предельной ошибки в интервале $[a,b]$

$$\alpha_i = \int_a^b f(U) \cdot \left[\int_{-\infty}^{a} f(Y)dX + \int_b^{\infty} f(Y)dX \right] dU; \quad (5)$$

[1] ГОСТ 31357-2013 Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Общие технические условия.

[2] ГОСТ Р 8.563-2009 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Методики (методы) измерений.

[3] ГОСТ 8.051–81 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм.

[4] ГОСТ 33083-2014 Смеси сухие строительные на цементном вяжущем для штукатурных работ. Технические условия.

$$\beta_i = \int_{-\infty}^{a} f(U) \cdot \left[\int_{a}^{b} f(Y)dX \right] dU$$
$$+ \int_{b}^{\infty} f(Y) \cdot \left[\int_{a}^{b} f(Y)dX \right] dU.$$

Если из n параметров контролируются k, то получаем следующие выражения для рисков α и β:

$$\alpha(k) = 1 - \prod_{i=1}^{k} (1 - \alpha_i), \quad (6)$$
$$\beta(k) = 1 - \prod_{i=1}^{k} (1 - \beta_i).$$

При этом вероятность брака для n-k и неконтролируемых параметров

$$P_b(n-k) = 1 - \prod_{i=n-k}^{n} (1 - P_{bi}), \quad (7)$$
$$P_{bi} = \int_{-\infty}^{a} f(U)dU + \int_{b}^{\infty} f(U)dU.$$

Риск заказчика включает в себя и вероятность β(k) и вероятность брака по неконтролируемым параметрам.

Предположим, что показатели качества находятся в поле допуска, среднее значение совпадает с серединой поля допуска, в поле допуска укладываются шесть значений среднеквадратического отклонения (шесть сигм). Были вычислены ошибки первого и второго рода по каждому из параметров измерения [19, 20]. В дальнейшем расчете считаем распределение систематической погрешности измерений равномерным в интервале $\pm\frac{\Delta}{2}$, распределение случайной погрешности — нормальное с нулевым средним и среднеквадратичным отклонением (СКО) $k \cdot \frac{\Delta}{2}$, $k = 0{,}05; 0{,}1$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты вычислений приведены в табл. 1, 2. В табл. 2. приведены значения риска производителя и потребителя, а также достоверности контроля в зависимости от количества контролируемых параметров при различном их сочетании.

Анализ данных табл. 1 свидетельствует, что при контроле всех шести параметров качества ССС достоверность контроля составляет P = 0,96…0,98, риск производителя α = 0,006759469…0,014858218, риск потребителя β = 0,007880069…0,022369576 в зависимости от значения СКО погрешности. При контроле только четырех параметров качества ССС, исключая два показателя, достоверность контроля выше допускаемого значения, равного $P_д$ = 0,95, за исключением седьмого варианта, когда не контролируется прочность сцепления. В этом случае достоверность контроля составляет P = 0,82…0,83, что значительно ниже допускаемого значения. Из этого следует, что показатель прочности сцепления должен быть включен в приемо-сдаточные испытания при контроле каждой партии ССС.

Данные, приведенные в табл. 1, 2, свидетельствуют, что значения рисков производителя и по-

Табл. 1. Достоверность контроля качества ССС при контроле шести показателей качества

Контролируемые показатели	Номинальное значение (среднее)	СКО измерения	Допуск		Погрешность Δ	Среднее погрешности	Риск производителя α_i	Риск заказчика β_i
Подвижность	10	0,666	8	12	2	0	0,00016/0,00038	0,00011/0,0002
Водоудерживающая способность	96,5	0,707	95	98	1,5	0	0,00191/0,00411	0,00166/0,0031
Водопоглощение	0,2	0,05	0	0,4	0,2	0	0,00001/0,00001	0,00001/0,00001
Прочность сцепления	0,48	0,104	0,3	0,6	0,3	0	0,00436/0,00899	0,00411/0,00797
Плотность готового раствора	900	133,33	500	1300	400	0	0,000031/0,00072	0,00023/0,00041
Прочность при сжатии	3,75	0,416	2,5	5	1,25	0	0,0003/0,00071	0,00023/0,0004

Примечание. Над чертой приведены значения риска производителя и заказчика при k = 0,05, под чертой — при k = 0,1

Табл. 2. Достоверность контроля качества ССС в зависимости от вида контролируемых и неконтролируемых параметров

Контролируемые показатели	Неконтролируемые показатели	Риск производителя α, %	Риск заказчика β, %	Риск заказчика β с учетом $P_{бр}$	Достоверность*
Первый вариант					
Подвижность	Плотность готового раствора	0,0643/0,01344	0,0742/0,02198	0,01278/0,02734	0,98/0,96
Водоудерживающая способность	Прочность при сжатии				
Водопоглощение					
Прочность сцепления					
Второй вариант					
Подвижность	Водопоглощение	0,00645/0,01414	0,00764/0,02197	0,01036/0,02469	0,98/0,96
Водоудерживающая способность	Прочность при сжатии				
Прочность сцепления					
Плотность готового раствора					
Третий вариант					
Водоудерживающая способность	Подвижность	0,0063/0,01378	0,00765/0,02198	0,01148/0,02581	0,98/0,96
Водопоглощение	Прочность при сжатии				
Прочность сцепления					
Плотность готового раствора					
Четвертый вариант					
Подвижность	Водопоглощение	0,0067/0,014	0,00764/0,02236	0,01041/0,02513	0,98/0,96
Водоудерживающая способность	Плотность готового раствора				
Прочность сцепления					
Прочность при сжатии					
Пятый вариант					
Водоудерживающая способность	Подвижность	0,00657/0,01377	0,00765/0,02237	0,01153/0,02625	0,98/0,96
Водопоглощение	Плотность готового раствора				
Прочность сцепления					
Прочность при сжатии					
Шестой вариант					
Водоудерживающая способность	Подвижность	0,00659/0,01447	0,00787/0,02236	0,0091/0,02359	0,98/0,96
Прочность сцепления	Водопоглощение				
Плотность готового раствора					
Прочность при сжатии					
Седьмой вариант					
Водоудерживающая способность	Прочность сцепления	0,00241/0,00592	0,00379/0,00659	0,16979/0,17262	0,83/0,82
Подвижность					
Плотность готового раствора					
Прочность при сжатии					
Водопоглощение					

Примечание. Над чертой приведены значения достоверности, риска производителя и заказчика при $k = 0,05$, под чертой — при $k = 0,1$

требителя уменьшаются при уменьшении СКО погрешности. Так, при СКО, равном $0,05\frac{\Delta}{2}$, риск производителя составляет 0,00241, а при $0,1\frac{\Delta}{2}$ — 0,00592. Достоверность контроля при уменьшении СКО увеличивается.

ВЫВОДЫ

Выявлено, что показатель прочности сцепления должен быть включен в приемо-сдаточные испытания при контроле каждой партии ССС. Предлагаемый подход к условиям приемки партии ССС позволит повысить качество ССС, снизить издержки заказчика и производителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Маевский С.М.* Относительная достоверность — объективная оценка качества контроля // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. 2010. № 2. С. 24–27.

2. *Данилевич С.Б.* О легитимизации показателей достоверности результатов контроля и испытаний продукции // Компетентность. 2012. № 6 (97). С. 49–51.

3. *Маевский С.М.* Анализ достоверности контроля // Методы и приборы контроля качества. 2005. № 13. С. 29–32.

4. *Данилевич С.Б.* О показателях качества допускового контроля // Методы оценки соответствия. 2013. № 12. С. 20–21.

5. *Гринюк О.Н., Алексашина О.В.* Методы оценки контроля качества продукции и технологического процесса // Вестник Международной академии системных исследований. Информатика, Экология, Экономика. 2016. № 1. С. 124–130.

6. *Данилевич С.Б., Данилевич К.С.* Многопараметрический контроль качества // Методы менеджмента качества. 2002. № 12. С. 22–25.

7. *Гродзенский С.Я., Гродзенский Я.С., Полякова Ю.С.* Количественная оценка параметров качества продукции с использованием современных инструментов контроля // Метрология. 2012. № 4. С. 36–41.

8. *Логанина В.И., Круглова А.Н.* К вопросу о достоверности контроля при производстве бетона // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2011. № 4. С. 32–34.

9. *Брагинская Т.А., Орехво В.А.* Контроль и испытания как формы оценки качества продукции // Вестник Волжской Государственной академии водного транспорта. 2015. № 43. С. 69–75.

10. *Логанина В.И., Круглова А.Н.* Достоверность контроля качества строительных материалов и изделий // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. № 2. С. 16–18.

11. *Рубичев Н.А., Фрумкин В.Д.* Достоверность допускового контроля качества. М. : Изд-во стандартов, 1990. 171 с.

12. *Данилевич С.Б.* О показателях качества допускового контроля // Методы оценки соответствия. 2013. № 12. С. 20–21.

13. *Левин Б.Р.* Теоретические основы статистической радиотехники. М. : Радио и связь, 1965. Кн. 1. 752 с.

14. *Серых В.И., Порватов С.П., Сединин В.И.* Многопараметрический контроль продукции: достоверность и затраты // Методы менеджмента качества. 2010. № 5. С. 48–52.

15. *Фролов В.Я., Стаднюк В.В.* Экспериментальное определение оценки достоверности контроля изделий // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. 2011. № 53. С. 118–121.

16. *Соловьева Т.М.* Об оценке эффективности методик выборочного контроля качества продукции // Компетентность. 2012. № 4 (95). С. 42–43.

17. *Митрейкин Н.А., Озерский А.И.* Надежность и испытания РРК. М. : Радио и связь, 1981. 1271 с.

18. *Тавер Е.И.* Подтверждение соответствия качества // Контроль качества продукции. 2012. № 7. С. 30–37.

19. *Loganina V.I.* The issue of quality control dry mixes // Ponte Journal. 2016. Vol. 72. Issue 12. Pp. 424–427.

20. *Атанов А.Н.* Стандартные образцы как основа метрологического обеспечения контроля безопасности и качества продукции // Контроль качества продукции. 2014. № 12. С. 27–31.

Поступила в редакцию 10 января 2017 г.
Принята в доработанном виде 4 июля 2017 г.
Одобрена для публикации 25 сентября 2017 г.

Об авторах: **Логанина Валентина Ивановна** — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой управления качеством и технологии строительного производства, **Пензенский государственный университет архитектуры и строительства (ПГУАС)**, 440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, д. 28, loganin@mail.ru. ORCID 0000-0001-7532-0074; ResearcherID: N-5558-2015;

Куимова Елена Ивановна — кандидат технических наук, доцент кафедры математики и математического моделирования, **Пензенский государственный университет архитектуры и строительства (ПГУАС)**, 440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, д. 28, lena-kui@mail.ru;

Рыжов Антон Дмитриевич — аспирант кафедры управления качеством и технологии строительного производства, **Пензенский государственный университет архитектуры и строительства (ПГУАС)**, 440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, д. 28, penza48@yandex.ru. ORCID 0000-0003-4861-7352.

REFERENCES

1. Maevskiy S.M. Otnositel'naya dostovernost' — ob"ektivnaya otsenka kachestva kontrolya [Relative Reliability is an Objective Assessment of the Quality of Control]. *Tekhnicheskaya diagnostika i nerazrushayushchiy kontrol'* [Technical Diagnostics and Non-Destructive Testing]. 2010, no. 2, pp. 24–27. (In Russian)

2. Danilevich S.B. O legitimizatsii pokazateley dostovernosti rezul'tatov kontrolya i ispytaniy produktsii [On the Legitimization of Indicators of Reliability of the Results of Control and Testing of Products]. *Kompetentnost'* [Competence]. 2012, no. 6 (97), pp. 49–51. (In Russian)

3. Maevskiy S.M. Analiz dostovernosti kontrolya [Analysis of the Reliability of Control]. *Metody i pribory kontrolya kachestva* [Methods and Devices of Quality Control]. 2005, no. 13, pp. 29–32. (In Russian)

4. Danilevich S.B. O pokazatelyakh kachestva dopuskovogo kontrolya [On Indicators of Quality of the Admission Control]. *Metody otsenki sootvetstviya* [Methods and Devices of the Quality Control]. 2013, no. 12, pp. 20–21. (In Russian)

5. Grinyuk O.N., Aleksashina O.V. Metody otsenki kontrolya kachestva produktsii i tekhnologicheskogo protsessa [Methods for Assessing the Quality Control of Products and Processes]. *Vestnik Mezhdunarodnoy akademii sistemnykh issledovaniy. Informatika, Ekologiya, Ekonomika* [Bulletin of the International Academy of System Studies. Informatics, Ecology, Economics]. 2016, no. 1, pp. 124–130. (In Russian)

6. Danilevich S.B. Danilevich K.S. Mnogoparametricheskiy kontrol' kachestva [Multiparametric Quality Control]. *Metody menedzhmenta kachestva* [Methods of Quality Management]. 2002, no. 12, pp. 22–25. (In Russian)

7. Grodzenskiy S.Ya., Grodzenskiy Ya.S., Polyakova Yu.S. Kolichestvennaya otsenka parametrov kachestva produktsii s ispol'zovaniem sovremennykh instrumentov kontrolya [Quantitative Assessment of the Quality Parameters of Products Using Modern Control Tools]. *Metrologiya* [Metrology]. 2012, no. 4, pp. 36–41. (In Russian)

8. Loganina V.I., Kruglova A.N. K voprosu o dostovernosti kontrolya pri proizvodstve betona [Revising the Question of the Reliability of Control in the Concrete Production]. *Vestnik BGTU im. V.G. Shukhova* [Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov]. 2011, no. 4, pp. 32–34. (In Russian)

9. Braginskaya T.A., Orekhvo V.A. Kontrol' i ispytaniya kak formy otsenki kachestva produktsii [Control and Tests as a Form of Assessing the Quality of Products]. *Vestnik Volzhskoy Gosudarstvennoy akademii vodnogo transporta* [Bulletin of the Volga State Academy of Water Transport.]. 2015, no. 43, pp. 69–75. (In Russian)

10. Loganina V.I., Kruglova A.N. Dostovernost' kontrolya kachestva stroitel'nykh materialov i izdeliy [Reliability of Quality Control of Building Materials and Products]. *Vestnik BGTU im. V.G. Shukhova* [Bulletin of BSTU. named after V.G. Shukhov]. 2014, no. 2, pp. 16–18. (In Russian)

11. Rubichev N.A., Frumkin V.D. *Dostovernost' dopuskovogo kontrolya kachestva* [Reliability of the Quality Range Verification]. Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 1990, 171 p. (In Russian)

12. Danilevich S.B. O pokazatelyakh kachestva dopuskovogo kontrolya [On the Indicators of Quality of the Admission Control]. *Metody otsenki sootvetstviya* [Methods of an Estimation of Conformity]. 2013, no. 12, pp. 20–21. (In Russian)

13. Levin B.R. *Teoreticheskie osnovy statisticheskoy radiotekhniki* [Theoretical Bases of Statistical Radio Engineering]. Moscow, Sovetskoe radio Publ., 1965, vol. 1, 752 p. (In Russian)

14. Serykh V.I., Porovatov S.P., Sedinin V.I. Mnogoparametricheskiy kontrol' produktsii: dostovernost' i zatraty [Multiparameter Control of Products: Reliability and Costs]. *Metody menedzhmenta kachestva* [Methods of Quality Management]. 2010, no. 5, pp. 48–52. (In Russian)

15. Frolov V.Ya., Stadnyuk V.V. Eksperimental'noe opredelenie otsenki dostovernosti kontrolya izdeliy [Experimental Determination of the Evaluation of the Reliability of Product Control]. *Vestnik Khar'kovskogo natsional'nogo avtomobil'no-dorozhnogo universiteta* [Bulletin of Kharkov National Automobile and Highway University]. 2011, no. 53, pp. 118–121. (In Russian)

16. Solov'eva T.M. Ob otsenke effektivnosti metodik vyborochnogo kontrolya kachestva produktsii [On the Estimation of Efficiency of Methods of Selective Quality Assurance of Production]. *Kompetentnost'* [Competence]. 2012, no. 4 (95), pp. 42–43. (In Russian)

17. Mitreykin N.A., Ozerskiy A.I. *Nadezhnost' i ispytaniya RRK* [Reliability and Testing of X-ray Logging]. Moscow, Radio i svyaz Publ., 1981, 1271 p. (In Russian)

18. Taver E.I. Podtverzhdenie sootvetstviya kachestva [Confirmation of Quality Conformity]. *Kontrol' kachestva produktsii* [Quality Control of Products]. 2012, no. 7, pp. 30–37. (In Russian)

19. Loganina V.I. The Issue of Quality Control Dry Mixes. *Ponte Journal*. 2016, vol. 72, issue 12, pp. 424–427.

20. Atanov A.N. Standartnye obraztsy kak osnova metrologicheskogo obespecheniya kontrolya bezopasnosti i kachestva produktsii [Standard Samples as a Basis for Metrological Control of Safety and Quality of Products]. *Kontrol' kachestva produktsii* [Quality Control of Products]. 2014, no. 12, pp. 27–31. (In Russian)

Received January 10, 2017.
Accepted in revised form July 4, 2017.
Approved for publication September 25, 2017.

About the authors: **Loganina Valentina Ivanovna** — Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Management of the Quality and Technology of Building Production, **Penza State University of Architecture and Construction**, 28 Titova str., Penza, 440028, Russian Federation; loganin@mail.ru. ORCID 0000-0001-7532-0074; ResearcherID: N-5558-2015;

Kuimova Elena Ivanovna — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Deaprtement of Mathematics and Mathematical Modeling, **Penza State University of Architecture and Construction**, 28 Titova str., Penza, 440028, Russian Federation; lena-kui@mail.ru;

Ryzhov Anton Dmitrievich — Graduate Student of the Department Quality Management and Technology of Building Production, **Penza State University of Architecture and Construction**, 28 Titova str., Penza, 440028, Russian Federation; penza48@yandex.ru. ORCID 0000-0003-4861-7352.