



Идентификация технологических рисков при производстве сухих строительных смесей

В. И. Логанина¹ ✉, Т. В. Учаева¹, М. В. Зайцева²

¹ Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Пенза, ул. Германа Титова, 28, 440028, Российская Федерация

² Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова

Москва, Стремянный переулок, 36, 115054, Российская Федерация

✉ loganin@mail.ru



Аннотация. Технологические риски при производстве сухих строительных смесей могут приводить к появлению брака. Целью статьи являлась оценка таких рисков и управление ими для снижения процента брака готовой продукции. Рассмотрено влияние качества сырья и состояние технологического процесса производства на вероятность появления брака. Проанализированы сухие смеси CemPLAST, Бундес Короед Б2, Бундес Короед С3 предприятия New MIX (г. Пенза), для которых использовалось разное сырье – цемент Сенгилеевский ЦЕМ I 42.5Б и Haldenberg CEM I 42.5N. Установлено, что снижению риска появления брака сухих строительных смесей способствует применение в рецептуре цемента, характеризующегося меньшей вариативностью показателя активности. Показана обеспеченность качества сухих строительных смесей при различном соотношении среднеквадратичного отклонения в поле допуска. Приведены значения рисков производителя и потребителя в зависимости от состояния технологического процесса производства сухих строительных смесей при нестабильном и невоспроизводимом процессе – 0.195847 и 0.139404 соответственно. Разработана карта оценки рисков производства сухих строительных смесей, где каждый этап производства сухих строительных смесей проанализирован с точки зрения вероятности и тяжести последствий риска (оценивались по пятибалльной шкале), рассчитаны уровни рисков, а также предложены меры по управлению рисками. Установлено, что наибольшая тяжесть последствий связана с приемкой (высокая – 4 балла), дозированием (критическая – 5 баллов) и смешиванием компонентов (высокая – 4 балла). Количественная оценка значений уровней рисков для этих этапов составила от 8 до 10 (средний уровень).

Ключевые слова: сухие строительные смеси, вариативность технологического процесса, стабильность технологического процесса, воспроизводимость технологического процесса, карта оценки рисков, контрольные карты Шухарта

Для цитирования: Логанина В. И., Учаева Т. В., Зайцева М. В. Идентификация технологических рисков при производстве сухих строительных смесей. *Архитектура, строительство, транспорт*. 2026;6(1):92–103. <https://doi.org/10.31660/2782-232X-2026-1-92-103> EDN: JEUZJV

Identification of technological risks in the production of dry building mixtures

Valentina I. Loganina¹ ✉, Tatiana V. Uchaeva¹, Maria V. Zaytseva²

¹ Penza State University of Architecture and Construction
Penza, 28 German Titov St., 440028, Russian Federation
² Plekhanov Russian University of Economics
Moscow, 36 Stremyanny lane, 115054, Russian Federation

✉ loganin@mail.ru



Abstract. Technological risks during the production of dry building mixtures can lead to product defects. The purpose of this article is to assess and manage these risks to reduce the defect rate of finished products. We examine the influence of raw material quality and the state of the technological production process on the probability of defects. Dry mixtures CemPLAST, Bundes Koroed B2, and Bundes Koroed C3 from the New MIX company (Penza) were analyzed, using various raw materials: Sengileyskiy CEM I 42.5B and Haldenberg CEM I 42.5N cement. It was established, that using cement with lower variability in its activity index in the formulation contributes to reducing the risk of defective dry building mixtures. The quality assurance of dry mixtures with varying ratios of the mean square deviation within the tolerance field was demonstrated. The values for producer and consumer risks were calculated based on the technological process state during the production of dry building mixtures. For unstable and non-reproducible processes, these risks accounted for 0.195847 and 0.139404, respectively. A risk assessment map for the production of dry building mixtures was developed. Each stage of the production process was analyzed in terms of risk probability and severity of consequences (assessed on a five-point scale). Risk levels were calculated, and risk management measures were proposed. It was determined that the highest severity of consequences is associated with raw material acceptance (high – 4 points), dosing (critical – 5 points), and component mixing (high – 4 points). The quantitative assessment of risk levels for these stages ranged from 8 to 10, indicating an average level.

Keywords: dry mixtures, technological process variability, technological process stability, technological process reproducibility, risk assessment map, Shewhart control charts

For citation: Loganina V. I., Uchaeva T. V., Zaytseva M. V. Identification of technological risks in the production of dry building mixtures. *Architecture, Construction, Transport*. 2026;6(1):92–103. <https://doi.org/10.31660/2782-232X-2026-1-92-103>



1. Введение / Introduction

Повышение качества строительной продукции, в частности сухих строительных смесей (ССС), о которых пойдет речь в статье, представляет актуальную задачу современной строительной отрасли. Ключевым инструментом эффективного управления качеством строительной продукции выступает методика выявления вероятности различных дефектов и отказов продукции, что обеспечивает своевременное осуществление корректирующих и профилактических действий, направленных на снижение числа возникающих дефектов и вероятности отказа того или иного вида.

В современной практике производства строительной продукции востребована стратегия предотвращения дефектов и брака, а не их точечного выявления и последующего исправления. Системы обеспечения качества строительной продукции включают кроме иных подходов и инструментов статистические методы контроля качества. Для любой производственной операции характерна определенная степень вариативности, которая обусловлена следующими группами причин: 1) случайными, то есть создающими естественный разброс результатов, и 2) специальными, зависящими от специфических факторов и способными значительно ухудшить качество строительной продукции. Выявление и осуществление контроля над специальными причинами приводит к достижению стабильного состояния производственного процесса и способствует повышению эффективности производства.

Состояние производственного процесса считается статистически неуправляемым, или нестабильным, если на него действуют одновременно случайные и особые причины. Согласно ГОСТ Р ИСО 22514-4-2021¹, стабильно контролируемым признается тот процесс, в котором устранены все особые причины вариаций и сохраняются только случайные колебания.

Требования к производству строительной продукции, соответствующей современным стандартам, содержатся в рекомендациях нормативного документа Р 50-601-20-91². Данные рекомендации по оценке точности и стабильности производственных процессов и оборудования служат руководством для производителей, стремящихся минимизировать производственные дефекты и повысить общую конкурентоспособность строительной продукции.

Производство ССС в силу вариаций параметров сырья, оборудования и т. д. и с учетом большого количества воздействующих на них факторов подвержено риску, то есть высока вероятность производства некачественной продукции³ [1–4]. Распространенными видами брака ССС являются комкование, расслоение, потеря адгезии, нестабильность свойств и т. д. Поэтому управление технологическими рисками является важным элементом в процессе управления качеством производства ССС.

Для получения качественной ССС необходимо, чтобы выполнялись следующие условия:

- процесс должен быть статистически стабильным;
- процесс должен быть воспроизводимым.

Если технологический процесс настроен правильно, то среднее значение показателя качества соответствует середине поля допуска. При этом в поле допуска находятся $\pm 3\sigma$ (среднеквадратическое отклонение), уровень брака при этом не превышает 0.27 % [5–8]. Однако практика показывает, что такое состояние не всегда обеспечивается, что приводит к риску появления бракованной продукции.

Технологические риски представляют собой риски выхода оборудования из строя, а также риски, возникающие из-за некачественного сырья и т. д. (рис. 1).

Цель исследования – оценить технологические риски при производстве ССС. В данной статье рассматривалось управление технологическими рисками с целью уменьшения процента брака. Исследовались потенциальные дефекты, причины их возникновения и последствия с целью разработки мероприятий для устранения или снижения вероятности их появления. Каждая операция при неправильном ее выполнении может влиять на показатели готовой продукции, рассматриваемые в данном исследовании как последствия отклонений. Последствия определялись на основе требований к ССС по следующим показателям: водоудерживающая способность, влажность ССС, прочность при сжатии, прочность сцепления.

¹ ГОСТ Р ИСО 22514-4-2021. Национальный стандарт Российской Федерации. Статистические методы. Управление процессами. Часть 4 = Statistical methods. Process management. Part 4. Process capability and performance estimation: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 сентября 2021 г. № 1019-ст: дата введения 01.01.2022. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200180978?ysclid=mmu5k8g3l169988295> (дата обращения: 11.01.2026).

² Р 50-601-20-91. Рекомендации по оценке точности и стабильности технологических процессов (Оборудования). Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт сертификации (ВНИИС) Госстандарта России; 1991. 31 с. URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293795/4293795181.pdf?ysclid=mmopr2i3vs43309978> (дата обращения: 15.01.2026).

³ Зайцева М. В. *Обеспечение качества известковых составов для отделки и реставрации стен зданий: дисс. канд. техн. наук*. Пенза; 2023. URL: https://pstu.ru/upload/files/2/file/Dissertaciya_Zayiceva_M.V..pdf

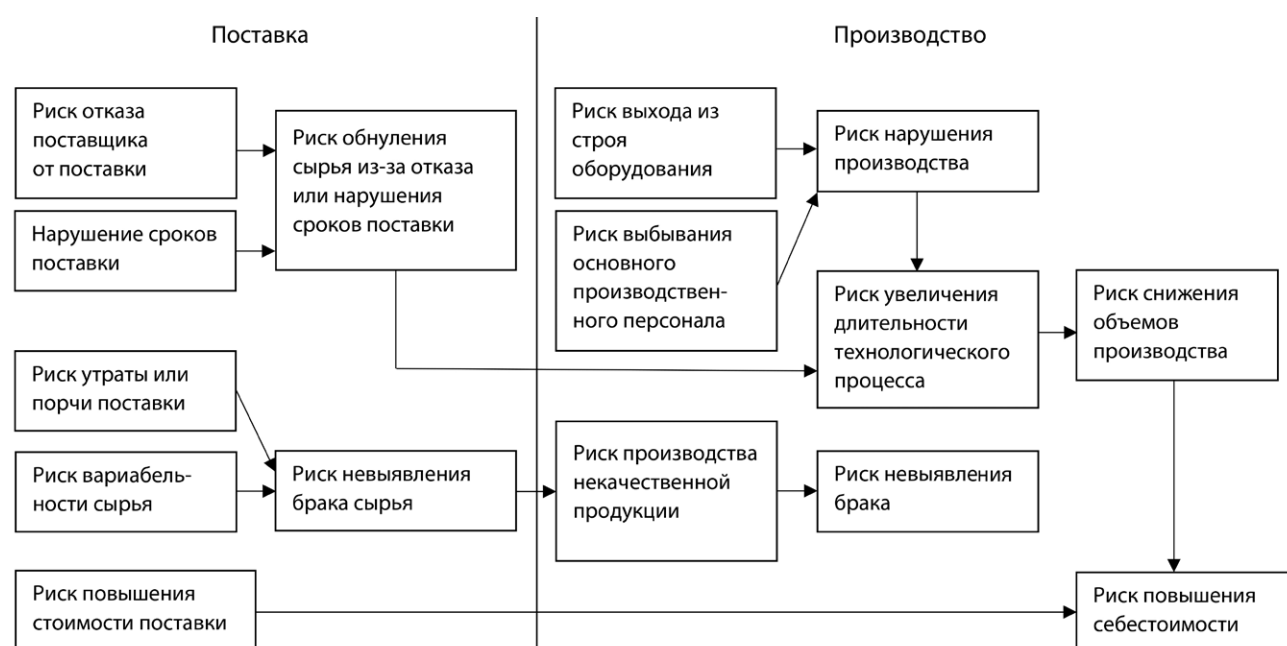


Рис. 1. Риски при производстве сухих строительных смесей в зависимости от качества сырья [9]

Fig. 1. Risks in the production of dry building mixtures depending on raw material quality [9]

2. Материалы и методы / Materials and methods

Проведен детальный анализ CCC, произведенных на предприятии New MIX (г. Пенза) согласно стандартам ГОСТ 33083–2014⁴ и ГОСТ 54358–2017⁵. Рассматривались образцы CemPLAST, Бундес Короед Б2 и Бундес Короед С3. В ходе испытаний изучалась зависимость вероятности появления дефектных партий от разновидности вяжущих веществ. В качестве основного вяжущего использовались марки цемента: Сенгилеевский ЦЕМ I 42.5Б (производитель – «Цемрос», р. п. Цемзавод) и Haldenberg CEM I 42.5N (производитель – HeidelbergCement Volga, г. Вольск). Минеральным наполнителем служил высококачественный кварцевый песок, добытый на месторождении в Пензенской области (с. Махалино).

Были рассчитаны значения среднеквадратического отклонения для показателей прочности при сжатии, влажности CCC, водоудерживающей способности растворной смеси по результатам 50 испытаний, взятых из журналов лаборатории предприятия New MIX за 6 месяцев работы.

⁴ ГОСТ 33083–2014. Межгосударственный стандарт. Смесей сухие строительные на цементном вяжущем для штукатурных работ. Технические условия = Dry building plaster cement binder mixes. Specifications: принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 14 ноября 2014 г. № 72-П); дата введения 07.01.2015 г. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200115737?ysclid=mmospeofsk107299217> (дата обращения: 15.01.2026).

⁵ ГОСТ 54358–2017. Национальный стандарт РФ. Составы декоративные штукатурные на цементном вяжущем для фасадных теплоизоляционных композиционных систем с наружными штукатурными слоями. Технические условия = Dry cement base decorative coats for facade's thermo insulation composite systems with external plaster lays. Specifications: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 ноября 2017 г. № 1810-ст; дата введения 01.09.2018 г. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200156898?ysclid=mmosvorxmp116398929> (дата обращения: 15.01.2026).

Вероятность появления риска (брака) рассчитывали по функции Лапласа⁶.

$$P\left(\frac{ВД - \bar{x}}{\sigma}\right) = 2\Phi(t) = \gamma, \quad (1)$$

$$P\left(\frac{\bar{x} - НД}{\sigma}\right) = 2\Phi(t) = \gamma,$$

где σ – среднеквадратическое отклонение;
 $ВД, НД$ – верхний и нижний пределы допуска.

Воспроизводимость процесса оценивали с помощью индексов воспроизводимости C_p и C_{pk} , которые вычисляются по формулам (2), (3) [10–12]

$$C_p = \frac{ВД - НД}{6\sigma}, \quad (2)$$

где C_p – индекс воспроизводимости технологического процесса;
 $ВД$ – верхний предел допуска;
 $НД$ – нижний предел допуска;
 σ – среднеквадратическое отклонение.

Если среднее значение показателя качества $\bar{x}$ не совпадает с серединой (m) поля допуска, индекс воспроизводимости рассчитывался по формулам:

$$C_{pk} = \frac{ВД - \bar{x}}{3\sigma}, \quad (3)$$

$$C_{pk} = \frac{\bar{x} - НД}{3\sigma}.$$

В соответствии с ГОСТ Р 50779.44-2001⁷, при $C_p > 1.33$ процесс считается воспроизводимым. При $C_p = 1.33-1.00$ технологический процесс требует внимательного наблюдения, при $C_p < 1.00$ процесс является невоспроизводимым.

3. Результаты и обсуждение / Results and discussion

Результаты расчета вероятности соответствия свойств CCC требованиям ГОСТ 33083–2014 и ГОСТ 54358–2017 приведены в таблицах 1 и 2.

В таблице 2 приведены значения вероятности появления дефектной CCC.

При анализе итогов проведенных экспериментов, представленных в таблице 2 и обработанных с использованием уравнения (1), установлено, что вид используемого цемента заметно влияет на вероятность получения качественной CCC. Показатели прочности на сжатие растворов CemPLAST демонстрируют повышенную дисперсию при применении цемента Haldenberg, значение стандарт-

⁶ Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Учебное пособие для вузов. Изд. 7-е, стер. Москва: Высшая школа; 1999. 479 с. URL: <https://djvu.online/file/USvZ4LTpcVgYW?ysclid=mmsspww4gm775578124> (дата обращения: 12.01.2026).

⁷ ГОСТ Р 50779.44-2001. Государственный стандарт РФ. Статистические методы. Показатели возможностей процессов. Основные методы расчета = Statistical methods. Process capability characteristics. Basic methods for calculation: принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 2 октября 2001 г. № 400-ст: дата введения 01.07.2002. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200026559?ysclid=mmssqzy36x833006009> (дата обращения: 12.01.2026).

Таблица 1. Вероятность получения качественной CCC
Table 1. Probability of obtaining quality dry building mixtures

Марка CCC	Среднее значение	Среднеквадратическое отклонение	Вероятность получения качественной CCC
Влажность, %			
СемPLAST	0.173375	0.008757	0.999999
	0.174	0.0098	0.999999
Бундес Короед Б2	0.173375	0.014142	0.999999
	0.174	0.0165	0.999999
Бундес Короед С3	0.0875	0.00494975	0.999999
	0.089	0.0057	0.999999
Прочность при сжатии, МПа			
СемPLAST	14.45625	1.8	0.999928
	14.3	2.1	0.99931
Бундес Короед Б2	13.175	2.3688	0.9099
	12.9	2.6	0.8665
Бундес Короед С3	11.025	2.156675	0.83056
	11.03	2.2	0.8212
Водоудерживающая способность, %			
СемPLAST	98.05	0.75	0.999999
	98.04	0.82	0.999999
Бундес Короед Б2	99.02	0.6272	0.999999
	98.9	0.71	0.999999
Бундес Короед С3	98.04	0.65	0.999999
	98.03	0.7	0.999999

Примечание: над чертой приведены статистические характеристики показателей качества и вероятность получения качественной CCC при применении Сенгилеевского цемента, под чертой – цемента Haldenberg.

Таблица 2. Вероятность получения дефектной CCC
Table 2. The probability of obtaining defective dry building mixtures

Вид отделочных смесей	Вероятность появления дефектной CCC
СемPLAST	0.00007
	0.00069
Бундес Короед Б2	0.09011
	0.13351
Бундес Короед С3	0.1615
	0.17881

Примечание: над чертой приведены значения вероятности появления дефектной CCC при применении Сенгилеевского цемента, под чертой – цемента Haldenberg.

ного отклонения достигает $\sigma = 2.1$ МПа. При использовании Сенгилеевского цемента аналогичный показатель ниже и равен 1.8 МПа. Такое отличие, вероятно, связано с колебаниями активности обоих видов цемента: стандартное отклонение активности Сенгилеевского цемента колеблется в пределах 4.1–5.2 МПа, а для цемента Haldenberg эта величина шире и равна 4.5–5.7 МПа. Расчеты показали высокую корреляцию между показателями вариабельности цемента и вероятностью выпуска бра-

кованных ССС. Вероятность получения некачественных ССС Бундес Короед Б2 при использовании Сенгилеевского цемента составляет 9.011 %, а при использовании цемента Haldenberg увеличивается до 13.351 %. Подобные тенденции наблюдаются и в образцах ССС Бундес Короед С3 и CemPLAST⁸.

Следует отметить, что фактором полученных различий в качестве описанных ССС может являться не только вариабельность активности используемого вяжущего, но и ряд других причин. Авторы статьи хотели акцентировать внимание читателей только на важности учета вариабельности показателей качества цемента при разработке рецептуры ССС. При разработке рецептур других ССС возможно проявление вариабельности не цемента, а – в большей степени – заполнителей и ряда других компонентов. Так, например, при производстве ССС CemPLAST вероятность появления дефектной продукции составляет всего лишь 0.007–0.069 %, что, видимо, является проявлением не столько вариабельности вяжущего, сколько проявлением эффекта добавок.

Таким образом, повышение качества ССС требует учета вариабельности характеристик исходных материалов при закупке сырья. Для дальнейшего улучшения качества целесообразно внедрение на предприятии методологии «шести сигм», которая предполагает значительное сужение поля допуска с $\pm 3\sigma$ до $\pm 6\sigma$, что достигается за счет сокращения стандартных отклонений [13–17].

В таблице 3 приведены значения рисков производителя и потребителя⁹ в зависимости от состояния технологического процесса производства ССС.

Таблица 3. Значения рисков производителя и потребителя в зависимости от состояния технологического процесса производства
Table 3. The values for producer and consumer risks depending on the technological process state

Показатели, характеризующие состояние процесса производства	Риск производителя, α	Риск потребителя, β
Средние значения показателей качества $\bar{x}$ находятся в середине поля допуска, при этом в поле допуска находятся $\pm 3\sigma$. Процесс стабилен и воспроизводим	0.017153	0.010452
Средние значения показателей качества $\bar{x}$ не находятся в середине поля допуска. Процесс невоспроизводим	0.193594	0.004304
В поле допуска не находятся $\pm 3\sigma$. Процесс невоспроизводим	0.112203	0.06964
Средние значения показателей качества $\bar{x}$ не находятся в середине поля допуска, при этом в поле допуска не находятся $\pm 3\sigma$. Процесс нестабилен и невоспроизводим	0.195847	0.139404

При нестабильном и невоспроизводимом процессе возрастает риск производителя и потребителя ССС, составляющий соответственно 19.5847 и 13.9404 %. Полученные результаты расчетов указывают на важность точной настройки технологического процесса производства. При стабильном и воспроизводимом процессе риск производителя составляет всего лишь 1.7 %, а риск потребителя – 1.0452 % (таблица 3).

⁸ Расчету вероятности получения качественной ССС было посвящено исследование: Логанина В. И., Куимова Е. И., Зайцева М. В., Галкина Д. К. Оценка качества сухих строительных смесей с учетом вариабельности сырья. *Региональная архитектура и строительство*. 2021;(3):74–77. URL: <https://www.elibrary.ru/mqyyfo>

В контексте настоящего исследования авторы посчитали необходимым привести часть данных.

⁹ Риск производителя означает, что годная продукция считается бракованной. Риск потребителя возникает, когда бракованная продукция выдается потребителю за годную.

Рассмотрим идентификацию технологических рисков, связанных с состоянием производства CCC, то есть со стабильностью и воспроизводимостью [18–24]. Методами идентификации рисков нестабильности и невоспроизводимости производственного процесса служат контрольные карты Шухарта и индексы воспроизводимости. Причины появления рисков и мероприятия по их снижению приведены в таблице 4 [9].

Таблица 4. Причины появления риска
Table 4. Reasons for the risk

Описание риска процесса производства CCC	Причины появления риска	Мероприятия по снижению риска	Результат
Риск нестабильности	- Изнаненность оборудования, - некондиция сырья, - низкая квалификация рабочих, - нарушение трудовой дисциплины	- Обучение персонала лаборатории методам построения контрольных карт Шухарта, расчета индексов воспроизводимости процесса производства CCC; - вмешательство в производственный процесс ИТР цеха или руководства предприятия в зависимости от состояния производственного процесса; - создание кружков качества на предприятии и обучение ИТР, руководства и рабочих статистическим методам управления качества	Снижение вероятности появления дефектной CCC
Риск невоспроизводимости			
Риск нестабильности и невоспроизводимости			

Последствия риска и его количественная оценка приведены в таблице 5.

Таблица 5. Последствия риска
Table 5. Risk consequences

Наименование риска	Последствия риска	Оценка, баллы
Риск поставки сырья несоответствующего качества	Качество сырья является важным показателем для производства CCC. Риск достаточно важен	4
Риск нарушения технологии производства	Нарушение режима технологического процесса приводит к снижению качества CCC. Риск достаточно важен	5
Риск производства некачественной продукции	Один из самых важных рисков. Приводит к снижению репутации предприятия. Риск достаточно важен	4
Риск низкой компетенции работающих	Приводит к снижению качества CCC. Риск достаточно важен или средне важен	3

В таблице 6 приведена карта оценки рисков качества CCC и предложены мероприятия по управлению рисками. Тяжесть последствий и вероятность появления риска считали по пятибалльной шкале (согласно рекомендациям, представленным в научно-технической литературе) с учетом мнения специалистов компании New MIX.

Уровень риска R рассчитывали по формуле: (4)

$$R = P \cdot S,$$

где P – вероятность появления риска;
 S – тяжесть последствий.

Данные, приведенные в таблице 6, свидетельствуют, что наиболее значимыми являются риски, связанные с приемкой сырья, дозированием и смешиванием компонентов (риск нестабильности и невоспроизводимости процесса производства). Значение риска составляет $R = 8 - 10$. С целью повы-

Таблица 6. Карта оценки рисков производства ССС
Table 6. Risk assessment map for the production of dry building mixtures

Процесс / Этап	Риск (опасный фактор)	Вероятность P (баллы от 1 до 5)	Тяжесть S (баллы от 1 до 5)	Уровень риска ($R = P \cdot S$)	Меры по управлению риском / снижению риска
Приемка сырья	Поставка несоответствующего сырья	2 (редко)	4 (высокая)	8 (средний)	Входной контроль, аудит поставщиков
	Задержка сырья	2 (редко)	4 (высокая)	8 (средний)	Аудит поставщиков
Дозирование компонентов	Неверная дозировка	2 (возможно)	5 (критическая)	10 (средний)	Автоматизация дозирования, калибровка весов
Смешивание компонентов (риск нестабильности и невоспроизводимости процесса производства)	Несоблюдение режима смешивания	2 (редко)	4 (высокая)	8 (средний)	Установка автоматических датчиков
Упаковка	Неправильное дозирование смеси в упаковку	2 (редко)	2 (низкая)	4 (низкий)	Автоматизация дозирования, калибровка весов
	Повреждение упаковки	2 (редко)	2 (низкая)	4 (низкий)	Тестирование прочности упаковки

шения качества ССС руководству предприятия следует в первую очередь уделять внимание регулированию состояния производственного процесса, его стабильности и воспроизводимости.

4. Заключение / Conclusions

1. Оценены технологические риски при производстве сухих строительных смесей. Установлено, что наиболее значимыми являются риски, связанные с нестабильностью и невоспроизводимостью процесса производства.
2. При разработке рецептуры ССС с целью снижения рисков производства важно учитывать вариабельность показателей качества цемента. В данном исследовании рассмотрены сухие строительные смеси CemPLAST, Бундес Короед Б2, Бундес Короед С3, приведены значения рисков производителя и потребителя в зависимости от вида цемента и состояния технологического процесса производства. Так, например, для рассмотренной смеси Бундес Короед Б2 установлено, что снижению риска появления брака способствует применение вместо цемента Haldenberg Сенгилеевского цемента (в этом случае вероятность получения дефектной смеси снижается с 13.351 до 9.011 %). Однако при разработке рецептуры ССС необходимо учитывать, что фактором как улучшения, так и ухудшения качества продукции может являться не только качество используемого цемента, но также и качество других компонентов (заполнителей, добавок).
3. Разработана карта оценки рисков качества ССС с учетом вероятности и тяжести события (данные показатели оцениваются по пятибалльной шкале). Уровень риска для различных этапов производства ССС составил 8–10 баллов (средний). Для повышения качества ССС предпри-

ятию даны рекомендации по снижению рисков, заключающиеся в оценке и выборе сырья, характеризующегося минимальной вариабельностью показателей качества.

Полученные результаты исследований и расчетов позволят предприятиям выявить слабые места всех технологических операций и разработать комплекс мероприятий по устранению наиболее значительных недостатков производственного процесса.



Вклад авторов. Логанина В. И.: концепция исследования, развитие методологии, написание исходного текста, итоговые выводы. Зайцева М. В.: валидация результатов исследования и выводов. Учаева Т. В.: обработка экспериментальных данных.

Author contributions. Valentina I. Loganina: research concept, methodology development, writing the initial text, conclusions. Maria V. Zaytseva: validation of research results and conclusions. Tatiana V. Uchaeva: experimental data processing.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no relevant conflict of interest.

Список литературы

1. Фадеева Е. А., Родина К. А. Классификация и проблемы оценки рисков промышленного предприятия на примере производственных компаний. *Бизнес. Образование. Право*. 2018;(1):136–140. URL: <https://vestnik.volbi.ru/webarchive/142/yekonomicheskie-nauki/klassifikacija-i-problemy-ocenki-riskov-.html>
2. Понятова Н. В., Кабаненко М. Н. Формирование системы риск-менеджмента на предприятии. *Экономика и социум*. 2017;(1–2):374–379. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-sistemy-risk-menedzhmenta-na-predpriyatii-1/viewer>
3. Tanaka K., Akimoto H., Inoue M. Production risk management system with demand probability distribution. *Advanced Engineering Informatics*. 2012;26(1):46–54. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2011.07.002>
4. Зайцева М. В. Управление качеством процессов создания отделочных покрытий цементных бетонов. *Региональная архитектура и строительство*. 2021;(3):78–81. URL: <https://elibrary.ru/bizdtq>
5. Логанина В. И., Учаева Т. В. К вопросу о системе контроля качества на предприятиях стройиндустрии. *Региональная архитектура и строительство*. 2010;(1):31–33. URL: <https://elibrary.ru/mqpjxx>
6. Mukhtarova K. S., Kozhakhmetova A. K. Statistical methods as a tool of high-tech products quality management. *Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*. 2017;(3):243–250.
7. Коуден Д. Дж. *Статистические методы контроля качества*. Москва: Физматгиз; 1961. 623 с.
8. Adler Y., Shper V., Maksimova O. Assignable causes of variation and statistical models: another approach to an old topic. *Quality and Reliability Engineering International*. 2011;27(5):623–628. <https://doi.org/10.1002/qre.1207>
9. Логанина В. И., Учаева Т. В. Технологические риски производства строительных материалов, изделий и конструкций. *Вестник ПГУАС: Строительство, наука, образование*. 2021;(1):68–72. URL: <https://elibrary.ru/shbxse>
10. Шпер В. Л., Шереметьева С. А., Смелов В. Ю., Хунузиди Е. И. Контрольные карты Шухарта – простой, но не легкий для применения инструмент анализа данных. *Известия высших учебных заведений. Черная Металлургия*. 2024;67(1):121–131. <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2024-1-121-131>
11. Shper V., Adler Y. The importance of time order with Shewhart control charts. *Quality and Reliability Engineering International*. 2017;33(6):1169–1177. <https://doi.org/10.1002/qre.2185>
12. Shper V., Gracheva A. Simple Shewhart control charts: Are they really so simple? *International Journal of Industrial and Operations Research*. 2021;4(1):010. <http://doi.org/10.35840/2633-8947/6510>
13. Шиндовский Э., Шюрц О. *Статистические методы управления качеством*. Москва: Мир; 1976. 597 с.
14. Логанина В. И. К вопросу о регулировании технологических процессов производства бетона. *Известия вузов. Строительство*. 2009;(3–4):42–46. URL: <https://www izvuzstr.sibstrin.ru/fulltext/>
15. Илей Л. Методы Тагути – мысль, облаченная в систему. *Автомобильная промышленность США*. 1988;(2):20–22.
16. Учаева Т. В. Экономическая оценка качества процесса окрашивания строительных изделий и конструкций. *Региональная архитектура и строительство*. 2015;4:132–136. URL: <https://elibrary.ru/vhuisp>

17. Болдырев И. В., Селиванова Т. Я., Шевелева В. И. Управление рисками и возможностями в испытательной лаборатории. *Контроль качества продукции*. 2018;(12):4–12. URL: <https://elibrary.ru/vnjxhq>
18. Трофимов Д. П. Применение контрольных карт Шухарта для контроля качества выполнения свайных работ. *Молодой ученый*. 2022;(31):41–44. URL: <https://moluch.ru/archive/426/94340>
19. Asbjørnslett B. E. Assess the vulnerability of your production system. *Production Planning & Control*. 1999;10(3):219–229. URL: https://www.researchgate.net/publication/245310099_Assess_the_vulnerability_of_your_production_system
20. Tanaka K., Akimoto H., Inoue M. Production risk management system with demand probability distribution. *Advanced Engineering Informatics*. 2012;26(1):46–54. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2011.07.002>
21. Бакашин П. Е. Сопоставление формального и рационального подходов в риск-менеджменте на промышленных предприятиях. *Евразийский союз ученых*. 2015;(5–1):23–25. URL: <https://www.elibrary.ru/wzuxhh>
22. Тимофеева Е. М., Тимофеева А. С. Совершенствование системы управления производственными затратами металлургического предприятия. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2015;(3–2):250–252. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=6524>
23. Приходько Р. В., Кочегарова Т. С. Методы управления рисками в металлургической промышленности. *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент*. 2014;(3):463–475. URL: https://economics.ihbt.ifmo.ru/ru/article/10549/metody_upravleniya_riskami_v_metallurgicheskoy_promyshlennosti.htm
24. Henschel Th., Durst S. Risk management in Scottish, Chinese and German small and medium-sized enterprises: A country comparison. *International Journal of Entrepreneurship and Small Business*. 2016;29(1):112–132. <https://doi.org/10.1504/IJESB.2016.078048>

References

1. Fadeeva E. A., Rodina Ch. A. The classification and problems of risk assessment of industrial enterprises on the example of the production companies. *Business. Education. Law*. 2018;(1):136–140. (In Russ.) URL: <https://vestnik.volbi.ru/webarchive/142/yekonomicheskie-nauki/klassifikacija-i-problemy-ocenki-riskov-.html>
2. Ponyatova N. V., Kabanenko M. N. Formation of system of a risk management at the enterprise. *Economy and Society*. 2017;(1–2):374–379. (In Russ.) URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-sistemy-risk-menedzhmenta-na-predpriyatii-1/viewer>
3. Tanaka K., Akimoto H., Inoue M. Production risk management system with demand probability distribution. *Advanced Engineering Informatics*. 2012;26(1):46–54. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2011.07.002>
4. Zaytseva M. V. Quality management of the processes of cement concrete finishing coatings production. *Regional Architecture and Engineering*. 2021;(3):78–81. (In Russ.) URL: <https://elibrary.ru/bizdtq>
5. Loganina V. I., Uchaeva T. V. To the problem of quality control system on the industrial enterprises. *Regional Architecture and Engineering*. 2010;(1):31–33. (In Russ.) URL: <https://elibrary.ru/mqpjxx>
6. Mukhtarova K. S., Kozhakhmetova A. K. Statistical methods as a tool of high-tech products quality management. *Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*. 2017;(3):243–250.
7. Cowden D. J. *Statistical methods in quality control*. Prentice-Hall; 1957.
8. Adler Y., Shper V., Maksimova O. Assignable causes of variation and statistical models: another approach to an old topic. *Quality and Reliability Engineering International*. 2011;27(5):623–628. <https://doi.org/10.1002/qre.1207>
9. Loganina V. I., Uchaeva T. V. Technological risks of building materials production, products and structures. *PGUAS Bulletin: construction, science and education*. 2021;(1):68–72. (In Russ.) URL: <https://elibrary.ru/shbxse>
10. Shper V. L., Sheremetyeva S. A., Smelov V. Yu., Khunuzidi E. I. Shewhart control charts – A simple but not easy tool for data analysis. *Izvestiya. Ferrous Metallurgy*. 2024;67(1):121–131. <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2024-1-121-131>
11. Shper V., Adler Y. The importance of time order with Shewhart control charts. *Quality and Reliability Engineering International*. 2017;33(6):1169–1177. <https://doi.org/10.1002/qre.2185>
12. Shper V., Gracheva A. Simple Shewhart control charts: Are they really so simple? *International Journal of Industrial and Operations Research*. 2021;4(1):010. <http://doi.org/10.35840/2633-8947/6510>
13. Schindowski E., Schürz O. *Statistische Qualitätskontrolle*. Berlin: Veb Verlag Technik; 1974. 636 p. (In Germ.).
14. Loganina V. I. To the question on regulation of technological. Processes of manufacture of concrete. *News of higher educational institutions. Construction*. 2009;(3–4):42–46. (In Russ.) URL: <https://www.izvuzstr.sibstrin.ru/fulltext/>

15. Ilei L. Taguchi methods are a thought put in a system. *Automotive Industry in the United States*. 1988;(2):20–22.
16. Uchaeva T. V. Economic evaluation the quality of dyeing building products and designs. *Regional Architecture and Engineering*. 2015;4:132–136. (In Russ.) URL: <https://elibrary.ru/vhuisp>
17. Boldyrev I. V., Selivanova T. Ya., Sheveleva V. I. Risk and opportunity management in the testing laboratory. *Production Quality Control*. 2018;(12):4–12. (In Russ.) URL: <https://elibrary.ru/vnjxhq>
18. Trofimov D. P. The use of Shewhart control charts for quality control of pile work. *Molodoy uchenyy*. 2022;(31):41–44. (In Russ.) URL: <https://moluch.ru/archive/426/94340>
19. Asbjørnslett B. E. Assess the vulnerability of your production system. *Production Planning & Control*. 1999;10(3):219–229. URL: https://www.researchgate.net/publication/245310099_Assess_the_vulnerability_of_your_production_system
20. Tanaka K., Akimoto H., Inoue M. Production risk management system with demand probability distribution. *Advanced Engineering Informatics*. 2012;26(1):46–54. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2011.07.002>
21. Bakashin P. E. Comparison of formal and rational approaches in risk management at industrial enterprises. *Eurasian Union of Scientists*. 2015;(5–1):23–25. (In Russ.) URL: <https://www.elibrary.ru/wzuxhh>
22. Timofeeva E. M., Timofeeva A. S. Improvement of the management system of productive costs at an iron and steel plant. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2015;(3–2):250–252. (In Russ.) URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=6524>
23. Prikhodko R. V., Kochegarova T. S. Methods of risk management in metallurgical industry. *Scientific Journal NRU ITMO. Series "Economics and Environmental Management"*. 2014;(3):463–475. URL: https://economics.iibt.ifmo.ru/ru/article/10549/metody_upravleniya_riskami_v_metallurgicheskoy_promyshlennosti.htm
24. Henschel Th., Durst S. Risk management in Scottish, Chinese and German small and medium-sized enterprises: A country comparison. *International Journal of Entrepreneurship and Small Business*. 2016;29(1):112–132. <https://doi.org/10.1504/IJESB.2016.078048>



Информация об авторах

Логанина Валентина Ивановна, д-р техн. наук, профессор, заведующая кафедрой управления качеством, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза, Российская Федерация

loganin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7532-0074>

Учаева Татьяна Владимировна, канд. экон. наук, доцент кафедры экономики, организации и управления предприятиями, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза, Российская Федерация

uchaevatv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3792-4720>

Зайцева Мария Владимировна, канд. техн. наук, доцент кафедры международного бизнеса, Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, Москва, Российская Федерация

zajc@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8222-7879>

Information about authors

Valentina I. Loganina, Dr. Sci. (Engineering), Professor, Head of the Department of Quality Management, Penza State University of Architecture and Construction, Penza, Russian Federation

loganin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7532-0074>

Tatiana V. Uchaeva, Cand. Sci. (Economics), Associate Professor in the Department of Economics, Organization and Management of Enterprises, Penza State University of Architecture and Construction, Penza, Russian Federation

uchaevatv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3792-4720>

Maria V. Zaytseva, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor in the Department of International Business, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russian Federation

zajc@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8222-7879>

Получена 02 февраля 2026 г., одобрена 11 марта 2026 г., принята к публикации 20 марта 2026 г.

Received 02 February, Approved 11 March 2026, Accepted for publication 20 March 2026