



Критерии системы качества проектных организаций: модульный подход с учетом рисков

А.Ю. Самарин¹, А.Х. Байбури²✉

¹ООО «Априори-Строй», Челябинск, Россия

²Южно-Уральский государственный университет (НИУ), Челябинск, Россия

Аннотация. Цель исследования – разработка критериев системы качества проектной организации с применением модульного и риск-ориентированного подходов. Модульный подход позволяет оценить различные аспекты деятельности проектной организации, деконструируя их на отдельные модули, исходя из организационно-технической модели функционирования. Предложены модули кадрового потенциала, инженерно-технической обеспеченности и оценки качества проектной продукции. В каждом модуле оцениваются критерии с определенными коэффициентами весомости. Определение количественных показателей критериев производится экспертным методом, а назначение коэффициентов весомостей базируется на многокритериальном методе анализа иерархий (АНР). На примере модуля кадрового потенциала показано составление матрицы парных сравнений и расчеты индексов ее согласованности. Риск-ориентированный подход классифицирует проектные организации на три уровня в зависимости от комплексной оценки по трем модулям. Полученные численные значения факторов позволяют произвести ранжирование по степени значимости, и на основе этого разработать корректирующие мероприятия, направленные на улучшение проблемных областей деятельности проектной организации. Систематизированный перечень критериев вводит комплексный показатель системы качества предприятия, который может служить индикатором подготовленности проектировщиков к выполнению контрактов различного уровня с учетом возможных рисков ошибок. Результаты апробации показали, что модульный подход в управлении качеством позволяет не только повысить эффективность проектной организации, но и снизить риски, связанные с ошибками проектирования и строительства.

Ключевые слова: проектирование зданий и сооружений, управление рисками в строительстве, анализ видов и последствий отказов, приоритетное число риска.

Для цитирования: Самарин А.Ю., Байбури А.Х. Критерии системы качества проектных организаций: модульный подход с учетом рисков // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2025. Т. 15. № 3. С. 516–525. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2025-3-516-525>. EDN: YQQYKF.

Original article

Criteria of the quality system of design organizations: modular approach taking into account risks

Alexander Yu. Samarin¹, Albert Kh. Baiburin²✉

¹Apriori-Stroy LLC, Chelyabinsk, Russia

²South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

Abstract. The purpose of the research is to develop criteria for the quality system of a design organization using modular and risk-based approaches. The modular approach makes it possible to evaluate various aspects of the project organization's activities, deconstructing them into separate modules based on the organizational and technical model of functioning. Modules of human resources, engineering and technical support and evaluation of the quality of project products are proposed. In each

module, criteria with certain weight coefficients are evaluated. The quantitative indicators of the criteria are determined by an expert method, and the assignment of weighting coefficients is based on the multi-criteria hierarchy analysis (AHP) method. Using the personnel potential module as an example, the compilation of a matrix of paired comparisons and calculations of its consistency indices are shown. The risk-based approach classifies project organizations into three levels, depending on a comprehensive assessment in three modules. The numerical values of the factors obtained make it possible to make a ranking according to the degree of significance, and based on this, to develop corrective measures aimed at improving the problematic areas of the project organization. The systematized list of criteria introduces a comprehensive indicator of the enterprise's quality system, which can serve as an indicator of designers' readiness to perform various levels of contracts, taking into account possible error risks. The results of the testing showed that a modular approach to quality management allows not only to increase the efficiency of the design organization, but also to reduce the risks associated with design and construction errors.

Keywords: design of buildings and structures, risk management in construction, failure mode and effects analysis, risk priority number.

For citation: Samarina A.Yu., Baiburin A.Kh. Criteria of the quality system of design organizations: modular approach taking into account risks. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'* = *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2025;15(3):516-525. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2025-3-516-525>. EDN: YQQYKF.

ВВЕДЕНИЕ

Существующее положение в строительной отрасли характеризуется ростом требований к безопасности, экономичности и средовой устойчивости зданий. Многофакторность выбора решений и материалов обосновывает особое внимание к разработке проектной документации, как к иницилирующему этапу, критически влияющему на жизненный цикл объекта строительства. Дефекты проектирования, реализуя накопительный эффект негативных рисков, приводят к серьезным последствиям на этапах возведения и эксплуатации здания, что подтверждено исследованиями и статистическими данными [1–3]. Согласно исследованию Европейского комитета по стандартизации (CEN), около 20 % аварий в строительстве связаны с недостаточным качеством проектных решений [4]. Аналогичные исследования на территории Российской Федерации приводят данное значение в диапазоне от 10 до 35 % [5]. Верификации ошибок проектирования служат отлаженные процессы внутреннего контроля, независимой экспертизы и авторского надзора на этапах возведения объекта [6]. Тем не менее, на основании статистического анализа лишь 10 % объектов, при проведении экспертизы проектной документации не имели замечаний, а наиболее часто локализация дефектов относилась к вопросам конструирования (15 %), расчетной части (23 %) и оформления чертежей (24 %) [7]. Необходимость снижения рисков проектных ошибок актуализирует разработку критериев системы качества проектной организа-

ции, обеспечивающих определение и интерпретацию уровня качества и направленных на снижения вероятности возникновения негативных рисков путем проведения корректирующих мероприятий.

Достижение данной цели возможно при внедрении комплексного подхода к управлению качеством на всех этапах проектной деятельности, начиная с установления системных требований отбора подрядчика и заканчивая проектным сопровождением выполнения строительных работ, в том числе с применением риск-ориентированных подходов [8].

Методологические подходы Европейского Союза (ЕС) в разработке критериев качества проектной деятельности отражены в директивах и стандартах ЕС [9, 10] и нацелены на охват всего жизненного цикла объекта от начальной концепции до эксплуатации, что минимизирует риск дефектов, связанных с некачественным проектированием. Принятая в развитых странах категоризация объекта проектирования по ответственности определяет уровень внимания к нему органов государственного контроля и степень регулирующих мер. При этом внедрение технологий информационного моделирования зданий (BIM) позволяет не только улучшить качество проектной документации, но и снизить риски, связанные с координацией и корректировкой проектных решений на этапах возведения и эксплуатации зданий и сооружений [11].

Критерии качества проектных работ в строительной отрасли Российской Федерации установлены требованиями нормативно-

технической документации и федерального законодательства в области безопасности, надежности и долговечности строительных объектов. Ключевым регулятором является независимая экспертиза, определяющая их соответствие требованиям технических регламентов и исходных данных. Выявленные на этапе строительства и эксплуатации критические дефекты, как правило, приводят к необходимости повторной переработки проектных решений и росту затрат на устранение ошибок в процессе использования объекта. Анализируя методологические подходы отечественных и зарубежных государственных регуляторов, стоит отметить отсутствие на этапах контроля единой системы качественных показателей и учета рисков, позволяющей количественно и качественно оценивать уровень проектных решений экспертами в рамках единого подхода ко всем рассматриваемым объектам [12]. Данное условие фактически создает основание вольной интерпретации трактовок законодательства и строительных норм, что ведет к недостаточному уровню оценки и малой (мнимой) величине идентифицированных рисков.

МЕТОДЫ

Модульный подход в оценке проектной организации позволяет структурировать и детализировать критерии качества методами декомпозиции организационной управленческой модели, системного подхода и квалиметрии [13]. Проведенные научные исследования подчеркивают важность интеграции критериев качества проектной организации в единую систему с формированием комплексного показателя [2, 13]. Применение методов многофакторного анализа обосновывает актуальность критериев в контексте всего жизненного цикла объекта строительства [14, 15]. В исследовании [14] разработаны 26 критериев в отношении выбора проектных решений и материалов, влияющих на качественные характеристики средней устойчивости здания и его энергоэффективности.

Имплементация рассмотренных методологических основ в рамках разработки критериев на основании модульного подхода оценки качества проектной организации обоснована рядом основополагающих принципов: декомпозиция; системный подход; иерархичность и гибкость.

Декомпозиция

Разделение структуры процесса проектирования на отдельные модули, каждый из которых отвечает за определенный аспект деятельности проектной организации, что существенно упрощает процесс анализа и позво-

ляет более точно оценивать специфические параметры присущие отдельным критериям качества организационной и управленческой структуры.

Системный подход

Взаимосвязанность модулей и критериев качества обеспечивает комплексную оценку деятельности проектной организации с учетом факторов риска и операционной производительности. Комплексная оценка качества формируется на основе интегрального показателя, который учитывает весомость каждого критерия и модуля в целом, позволяя получить общую оценку с учетом всех аспектов деятельности и при этом определить эффективность работы по каждому аспекту деятельности.

Иерархичность и гибкость

Модули структурируются в системные иерархии, где общая оценка качества формируется на основе взвешенной оценки каждого модуля и входящих критериев. Возможность адаптации модульной структуры в зависимости от специфики организации и задач анализа делает подход универсальным для различных типов масштаба и сложности организационных систем.

Разработка критериев качества для оценки проектной организации является ключевым этапом, определяющим объективность всей системы оценки.

Использование методологических основ системного подхода и многокритериального анализа [14] позволяют выявить критерии качества в условиях множественных целей и ограничений, характерных для процесса проектирования.

Примененный в формировании показателей и весомости метод анализа иерархий (АНР), предложенный Томасом Саати [16], определяет реализацию принципа ранжирования на основе сравнительных оценок, что позволяет структурировать сложные задачи, такие как оценка качества проектной организации, на иерархические уровни, упрощая процесс оценки и выбора оптимальных решений.

Анализ требований государственных стандартов, профессиональных и отраслевых стандартов, научных исследований и практических данных послужило основой формирования перечня релевантных и измеримых критериев качества, отражающих наиболее ответственные сферы проектной деятельности.

Реализация методологического подхода АНР заключается в четком определении цели, в данном случае, это формирование показателей качества для оценки проектной органи-

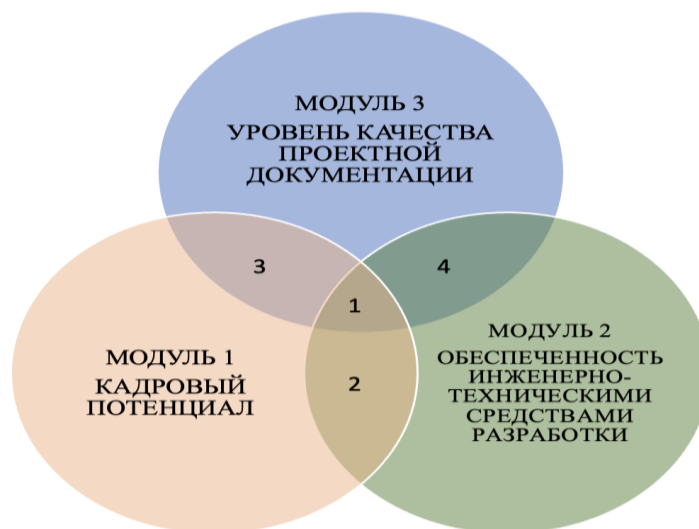
зации и формировании иерархической структуры, которая делится на несколько уровней.

Первый уровень определяет цель, заключенную в ранжировании критериев качества, на втором уровне анализируются основные модули оценки и на третьем уровне – крите-

рии качества для каждого модуля.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результатом анализа структур проектных организаций выделены три ключевых модуля, которые охватывают наиболее важные аспекты технологического процесса (рисунок).



Взаимосвязь модулей оценки проектной организации
Interrelation of modules for design organization assessment

Модуль кадрового потенциала определяет уровень используемых трудовых ресурсов, что является основой успешного выполнения проектных задач. Модуль инженерно-технической обеспеченности обосновывает зависимость уровня качества от степени технической оснащённости, информационной безопасности и мобильности компании. Модулем уровня качества проектов оценивается соответствие выпускаемой документации нормативным и иным требованиям.

На основе взаимосвязей между исследуемыми модулями, предложена типология проектных организаций, характеризующихся различным уровнем качества и величиной рисков, что позволяет их классифицировать и разработать соответствующие стратегии управления (табл. 1). Исследуемая типология позволяет выделить организации по уровню системы качества и присутствию рисков, что важно для разработки стратегии управления качеством и рисками и принятия решения о привлечении компании к конкурсным процедурам на исполнение контрактов проектных работ. Если для организаций высокого уровня основное внимание должно быть направлено на поддержании стандартов и адаптацию к внешним изменениям, то организации среднего уровня должны концентрироваться на улучшении внутренних процессов и внедрении

современных технологий. Низкокачественные показатели требуют кардинальных изменений в подходах к управлению качеством и модернизации всех аспектов проектной деятельности, возможности таких организаций на отраслевом рынке должны быть серьезно ограничены в части доступа к конкурентным конкурсным процедурам. При разработке и оценке критериев качества модуля кадрового потенциала K_1 методом анализа иерархий (АНР) произведено парное сравнение исследуемых показателей, каждому из которых присвоено кодированное значение. Принятые к анализу критерии по модулю K_1 (табл. 2): уровень аттестации (1.1), профессиональное совершенство (1.2), квалификация (1.3), уровень коллективного опыта (1.4), технологии информационного моделирования (BIM) (1.5), научный потенциал (1.6), стабильность инженерного состава (1.7), удовлетворенность сотрудников (1.8), уровень командной слаженности (1.9). Нормализация значений матрицы производится через отношение суммированного значения столбцов к количеству исследуемых критериев:

$$K_i = W_i / W_{i+1,n}, \quad (1)$$

где K_i – кодированное значение i -критерия; W_i – балл приоритета показателя; n – число оцениваемых критериев.

Таблица 1. Классификация проектных организаций: модульный подход

Table 1. Classification of project organizations: a modular approach

Уровень организации	Качественные показатели	Уровень рисков
Высокий уровень (поз. 1 рис. 1)	- высокий уровень профессионализма и квалификации; - стабильность кадрового состава; - интегрирование BIM среды; - адаптивность и мобильность рабочих мест; - высокий уровень оперативного контроля	Низкие, связанные с внешними факторами, такими как изменения в нормативной базе или экономическая нестабильность
Средний уровень (поз. 3, 4 рис. 1)	- средний уровень профессионализма и квалификации; - малая интеграция BIM среды при достаточном уровне технического оснащения; - ограниченная мобильность рабочих мест; - неразвита система электронного документооборота	Средние с локализацией во внутренних процессах, таких как текучесть кадров, недостаточная интеграция современных технологий или неэффективный операционный контроль качества
Низкий уровень (поз. 2 рис. 1)	- низкий уровень профессионализма и квалификации; - высокая текучесть и неудовлетворенность кадрового состава; - устаревшее оборудование и средства проектирования; - неразвита информационная среда компании	Высокие риски, связанные с низким качеством выполнения проектов, возможными сбоями в техническом обеспечении и кадровыми проблемами

Таблица 2. Матрица парных сравнений критериев по модулю кадровый потенциал

Table 2. A matrix of paired comparisons of criteria modulo human potential

K_1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.8
1.1	1	3	5	3	7	5	4	6	4
1.2	1/3	1	3	2	5	3	3	4	3
1.3	1/5	1/3	1	1/2	3	2	2	3	2
1.4	1/3	1/2	2	1	4	2	3	3	3
1.5	1/7	1/5	1/3	1/4	1	1/2	1/2	2	1
1.6	1/5	1/3	1/2	1/2	2	1	2	2	3
1.7	1/4	1/3	1/2	1/3	2	1/2	1	3	2
1.8	1/6	1/4	1/3	1/3	1/2	1/2	1/3	1	2
1.9	1/4	1/3	1/2	1/3	1	1/3	1/2	1/2	1

Вес каждого критерия исчисляется средним арифметическим строк нормализованной матрицы (табл. 3):

$$P_i = [1 \times (W_1/W_2) \times \dots \times (W_i/W_n)] / n, \quad (2)$$

где P_i – весомость критерия качества по модулю; K_i – кодированное значение i -критерия; W_i – балл приоритета показателя; n – число оцениваемых критериев.

Таблица 3. Весомость критериев по модулю кадрового потенциала

Table 3. The weight of criteria modulo human potential

K_1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.8
W	0,328	0,191	0,102	0,121	0,035	0,063	0,080	0,035	0,045

Аналогично были построены матрицы парных сравнений по остальным модулям. Согласованность матриц парных сравнений проверялась индексами согласованности (CI) и случайного индекса (RI). Индекс CI определен как отклонение от согласованности, где значение CI , близкое к нулю, указывает на высо-

кую согласованность и рассчитывается по формуле:

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1), \quad (3)$$

где CI – индекс согласованности; λ_{\max} – максимальное собственное значение матриц; n – число критериев.

Величина отношения согласованности CR рассчитывается как отношение:

$$CR = CI / RI, \quad (4)$$

где CR – отношение согласованности; CI – индекс согласованности; RI – случайное согласованное индексное значение размерности матрицы (табличное значение).

Для матрицы размером 9×9 индекс $RI = 1,45$. Для рассматриваемого случая $\lambda_{\max} = 9,35$, таким образом $CI = 0,043$, $CR = 0,03$. При величине $CR < 0,1$ считается, что матрица согласована достаточно хорошо, что обеспечивает заданные погрешности определения численных величин весомостей.

Аналогичным способом были рассчитаны показатели по модулям уровня инженерно-технической обеспеченности проектной организации (K_2) и оценки качества проектов (K_3).

Сводная таблица весомости критериев по каждому модулю получена переранжированием показателей, исходя из определенных величин весомостей критериев в каждом модуле (табл. 4). Проведенный анализ критериев качества проектной документации развивает положения научных работ данной тематики.

В ранее представленных трудах [17, 18] определение показателей аналогично базируется на принципах экспертного подхода, при этом отсутствие имплементации принципов модульного подхода не позволяет в полной мере отразить их взаимосвязь в организационной проектной деятельности, учитывая оценку параметров технологического процесса и роль участников в создании интеллектуального продукта.

Научными работами [2, 19] предложены вариации комплексного подхода к оценке качества строительства и определения единичных показателей. Необходимость анализа критериев качества, исходя из их согласованности с наблюдаемым уровнем дефектности проектной документации и строительства и присущими рисками, отражена в трудах зарубежных ученых [8, 11, 20].

Предложенная методика углубляет и расширяет описанные подходы в части проектных работ, как основополагающего начального процесса жизненного цикла строительного объекта. Известно, что в процентном отношении возможность повышения эффективности продукции на стадиях жизненного цикла составляет: на стадии НИОКР и проектирования – 75 %, подготовки производства – 19 %, тогда как на стадии производства – лишь 6 % [21].

Ошибки проектирования являются источником значительных ущербов на стадии реализации и использования продукции [22, 23].

Результаты проведенного анализа весомости модулей интерпретируют модуль оценки качества проектов как наиболее значимый (весомость 0,5).

Модуль включает ключевые критерии, такие как уровень бездефектности, использование BIM-среды проектирования, система внутреннего контроля документации, и другие, что подчеркивает важность высококачественной проектной документации в строительной сфере.

Кадровый потенциал имеет существенное значение (весомость 0,3). Здесь наиболее весомым критерием является аттестация персонала, что свидетельствует о важности профессиональной квалификации и сертификации сотрудников для успешного выполнения проектов.

Модуль инженерно-технической обеспеченности проектной организации получил наименьший вес 0,2, вместе с тем, критерии, связанные с технической оснащенностью и современными средствами проектирования, остаются важными для обеспечения конкурентоспособности и эффективности организации.

При апробации методики были получены конкретные значения оценок по модулям. Далее корреляционным анализом определялись наиболее связанные показатели модулей, а корреляция оценивалась при помощи критериев Спирмена (ρ_{xy}) и Кендалла (τ_{xy}).

Обнаруженные корреляции обосновывают повышенное внимание к зависимым критериям при определении риска в области проектных работ и разработке ряда корректирующих мер и управленческих решений.

В результате анализа определены наиболее согласованные критерии уровня аттестации и профессионального совершенства ($\rho_{xy} = 0,9$, $\tau_{xy} = 0,8$) по модулю кадрового потенциала; оснащенности техническими средствами и уровня современного программного обеспечения ($\rho_{xy} = 0,75$, $\tau_{xy} = 0,70$) по модулю инженерно-технической обеспеченности; бездефектности проектирования и внутреннего контроля разработки проектной документации ($\rho_{xy} = 0,82$, $\tau_{xy} = 0,76$). Степень связанности показателей отражает актуальные особенности современных подходов к проектированию в отрасли и специфику деятельности проектных организаций.

Таблица 4. Структура и весомости критериев модульной системы оценки
Table 4. The structure and weight of the criteria of the modular assessment system

Наименование критерия	Весомость
1. Модуль кадрового потенциала	0,30
1.1. Уровень аттестации персонала	0,328
1.2. Профессиональное совершенство	0,191
1.3. Объем коллективного опыта	0,121
1.4. Уровень квалификации работников	0,102
1.5. Стабильность инженерного состава	0,080
1.6. Научный потенциал организации	0,063
1.7. Степень командной слаженности	0,045
1.8. Технологии информационного моделирования (BIM)	0,035
1.9. Удовлетворенность сотрудников	0,035
2. Модуль инженерно-технической обеспеченности	0,20
2.1. Оснащенность техническими средствами	0,359
2.2. Мобильность рабочих мест	0,188
2.3. Современное программное обеспечение	0,134
2.4. Информационная доступность	0,092
2.5. Система электронного документооборота	0,090
2.6. Информационная надежность и безопасность	0,075
2.7. Уровень системы облачных решений и удаленного доступа	0,062
3. Модуль оценки качества проектов	0,50
3.1. Бездефектность проектирования	0,223
3.1. Внутренний контроль разработки проектной документации	0,127
3.1. Цифровизация BIM-среды проектирования	0,095
3.1. Операционная эффективность	0,072
3.1. Соответствие требованиям исходной документации	0,081
3.1. Регламентация документооборота и нормоконтроля	0,075
3.1. Эффективность исполнения договорных обязательств	0,069
3.1. Эстетическое и функциональное качество проектных решений	0,065
3.1. Уровень наукоемкости методов и проектной продукции	0,064
3.1. Риск-ориентированный подход	0,051
3.1. Экологическая устойчивость и энергоэффективность инженерных решений	0,043
3.1. Применение подходов жизненного цикла и адаптивности в проектных решениях	0,035

Примечание: частные коэффициенты весомости приведены в пределах модуля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенная система критериев служит основанием для модульной оценки уровня качества проектных организаций и принятия корректирующих воздействий в рамках организационного процесса. Методика позволяет оценивать систему качества проектной организации путем суммирования взвешенных оценок по всем критериям и идентифицировать критические области, требующие улучшения. Систематизированный перечень критериев позволяет ввести комплексный показатель системы качества предприятия, который может служить индикатором подготовленности проектировщиков к выполнению контрактов различного уровня с учетом возможных рисков ошибок.

Результаты анализа критериев деятельности проектной организации позволяют не только определить сильные и слабые стороны

текущей системы управления предприятием, но и разработать конкретные меры по ее совершенствованию. В частности, по результатам оценки организаций-представителей было рекомендовано:

- усилить внутренний контроль проектной документации и процессов в рамках модуля оценки качества проектов;
- внедрить и поддерживать высокие стандарты профессиональной подготовки и сертификации кадров;
- повысить уровень инженерно-технической обеспеченности организации, особенно в части современных средств проектирования и информационной безопасности.

Эти меры позволят значительно снизить риски и повысить общую конкурентоспособность проектной организации на рынке. Внедрение методов оценки качества и управления рисками в проектных организациях является

необходимым условием для повышения надежности и безопасности строительных объектов.

Как показывает апробация, применение модульной методики позволяет оптимизировать и структурировать количественные и ка-

чественные критерии, что является основанием для совершенствования системы качества и планирования корректирующих мероприятий в структуре проектных компаний на основании операционного анализа процессов разработки проектной документации.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Байбури А.Х., Стоякин И.В. Аварии зданий и сооружений (уроки строительных аварий). Челябинск: Цицеро, 2019. 124 с.
2. Байбури А.Х. Обеспечение качества и безопасности возводимых гражданских зданий. М.: Изд-во АСВ, 2015. 336 с.
3. Лапина А.П., Пономаренко А.В., Шенцова К.В., Котесова А.А. Анализ причин аварий на разных этапах жизненного цикла объекта строительства // Строительные материалы и изделия. 2019. Т. 2. № 2. С. 17–22. EDN: WRKZYЕ.
4. Перельмутер А.В. Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций. М.: Изд-во АСВ, 2007. 256 с.
5. Акрстиний В.А., Жарков Д.А. Анализ реализуемых методов строительно-технической экспертизы проектной документации // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 2019. № 4-2. С. 1–16. EDN: XKLZBS.
6. Самофалов М., Папинигис В. Качество конструкторской проектной документации с точки зрения технической экспертизы в Литве // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 2. С. 4–11. EDN: LRPZYQ.
7. Yijie Wang, Linzao Hou, Mian Li, Ruixiang Zheng A Novel Fire Risk Assessment Approach for Large-Scale Commercial and High-Rise Buildings Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) and Coupling Revision // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021. Vol. 18. Iss. 13. P. 1–30. <https://doi.org/10.3390/ijerph18137187>.
8. Tabejamaat S., Ahmadi H., Barmayehvar B. Boosting Large-Scale Construction Project Risk Management: Application of the Impact of Building Information Modeling, Knowledge Management, and Sustainable Practices for Optimal Productivity // Energy Science & Engineering. 2024. Vol. 12. Iss. 5. P. 2284–2296. <https://doi.org/10.1002/ese3.1746>.
9. Rachmadhani M.M., Immawan T., Mansur A., Choi W. Risk Management Framework Design Based on ISO 31000 and SCOR Model // Spektrum Industri. 2023. Vol. 21. Iss. 1. P. 41–51. <https://doi.org/10.12928/si.v21i1.93>.
10. Азгальдов Г.Г. Квалиметрия в архитектурно-строительном проектировании. М.: Стройиздат, 1989. 272 с.
11. Theilig K., Lourenzo B., Reitberger R., Lang W. Life Cycle Assessment and Multi-Criteria Decision-Making for Sustainable Building Parts: Criteria, Methods, and Application // The International Journal of Life Cycle Assessment. 2024. Vol. 29. P. 1965–1991. <https://doi.org/10.1007/s11367-024-02331-9>.
12. Selleck R., Hassall M., Cattani M. Determining the Reliability of Critical Controls in Construction Projects // Safety. 2022. Vol. 8. Iss. 3. P. 1–23. <https://doi.org/10.3390/safety8030064>.
13. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 278 с.
14. Голубова О.С. Показатели оценки качества проектно-сметной документации в строительстве // Актуальные вопросы экономики строительства и городского хозяйства: доклады международной науч.-практ. конф. (г. Минск, 13–14 мая 2014 г.). Минск, 2014. С. 55–65.
15. Алиулова В.А., Петрученко М.В. Оценка качества проектной документации повторного использования // Вестник МГСУ. 2021. Т. 16. № 6. С. 730–740. <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2021.6.730-740>. EDN: WGMNRP.
16. Сборщиков С.Б., Бахус Е.Е. Многофакторная параметрическая модель эффективности организационных решений по обеспечению качества строительства // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 12. С. 60–67. EDN: YTWAAХ.
17. Tuhacek M., Svoboda P. Quality of Project Documentation // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 471. Iss. 5. P. 1–6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/471/5/052012>.
18. Лихолетов В.В. Значимость теории ошибок для инженерного дела и развития отечественного инженерного образования // Инженерное образование. 2024. № 35. С. 158–180. https://doi.org/10.54835/18102883_2024_35_15. EDN: ARJPOF.
19. Mingke Zhou, Yuegang Tang, Huai Jin, Bo Zhang, Xuewen Sang A BIM-Based Identification and Classification Method of Environmental Risks in the Design of Beijing Subway // Journal of Civil Engineering and Management. 2021. Vol. 27. Iss. 7. P. 500–514. <https://doi.org/10.3846/jcem.2021.15602>.

20. Seoung-Wook Whang, Sohrab Donyavi, Roger Flanagan, Sangyong Kim Contractor-Led Design Risk Management in International Large Project: Korean Contractor's Perspective // Journal of Asian Architecture and Building Engineering. 2023. Vol. 22. Iss. 3. P. 1387–1398. <https://doi.org/10.1080/13467581.2022.2085718>.

REFERENCES

1. Baiburin A.Kh., Stoyakin I.V. *Accidents of Buildings and Structures (Lessons From Construction Accidents)*. Chelyabinsk: Tsitsero, 2019. 124 p. (In Russ.).
2. Baiburin A.Kh. *Ensuring The Quality and Safety of Erected Civil Buildings*. Moscow: ASV Publishing House, 2015. 336 p. (In Russ.).
3. Lapina A.P., Ponomarenko A.V., Shentsova K.V., Kotesova A.A. Analysis of the Causes of Accidents at Different Stages of Life Cycle of The Construction Object. *Stroitelnye materialy i izdeliya*. 2019;2(2):17-22. (In Russ.). EDN: WRKZYE.
4. Perelmutter A.V. *Selected Problems of Reliability and Safety of Building Structures*. Moscow: ASV Publishing House, 2007. 256 p. (In Russ.).
5. Akristiniy V.A., Zharkov D.A. Analysis of Implemented Methods of Construction and Technical Expertise of Project Documentation. *International Journal of Applied Sciences and Technology Integral*. 2019;4-2:1-16. (In Russ.). EDN: XKLZBS.
6. Samofalov M., Papinigis V. Quality of Design Documentation from the Point of View of Technical Expertise in Lithuania. *Magazine of Civil Engineering*. 2010;2:4-11. (In Russ.). EDN: LRPZYQ.
7. Yijie Wang, Linzao Hou, Mian Li, Ruixiang Zheng A Novel Fire Risk Assessment Approach for Large-Scale Commercial and High-Rise Buildings Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) and Coupling Revision. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(13):1-30. <https://doi.org/10.3390/ijerph18137187>.
8. Tabejamaat S., Ahmadi H., Barmayehvar B. Boosting Large-Scale Construction Project Risk Management: Application of the Impact of Building Information Modeling, Knowledge Management, and Sustainable Practices for Optimal Productivity. *Energy Science & Engineering*. 2024;12(5):2284-2296. <https://doi.org/10.1002/ese3.1746>.
9. Rachmadhani M.M., Immawan T., Mansur A., Choi W. Risk Management Framework Design Based on ISO 31000 and SCOR Model. *Spektrum Industri*. 2023;21(1):41-51. <https://doi.org/10.12928/si.v21i1.93>.
10. Azgaldov G.G. *Qualimetry in Architectural and Construction Design*. Moscow: Stroyizdat, 1989. 272 p. (In Russ.).
11. Theilig K., Lourenço B., Reitberger R., Lang W. Life Cycle Assessment and Multi-Criteria Decision-Making for Sustainable Building Parts: Criteria, Methods, and Application. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 2024;29:1965-1991. <https://doi.org/10.1007/s11367-024-02331-9>.
12. Selleck R., Hassall M., Cattani M. Determining the Reliability of Critical Controls in Construction Projects. *Safety*. 2022;8(3):1-23. (In Russ.). <https://doi.org/10.3390/safety8030064>.
13. Saati T. *Decision Making. Hierarchy Process Analysis*. Moscow: Radio and Communications, 1993. 278 p. (In Russ.).
14. Golubova O.S. Indicators for Assessing the Quality of Design and Estimate Documentation in Construction. In: *Aktualnye voprosy ekonomiki stroitel'stva i gorodskogo khozyaistva: doklady mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii = Current Issues in Construction Economics and Urban Management: Reports of The International Scientific and Practical Conference*. 13–14 May 2014, Minsk. Minsk; 2014. p. 55–65. (In Russ.).
15. Aliulova V.A., Petrochenko M.V. The Quality Assessment of Reusable Project Documentation. *Monthly Journal on Construction and Architecture*. 2021;16(6):730-740. (In Russ.). <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2021.6.730-740>. EDN: WGMNRP.
16. Sborshikov S.S., Bahus E.E. Multifactorial Parametric Model of Efficiency of Organizational Solutions for Ensuring the Construction Quality. *Industrial and Civil Engineering*. 2018;12:60-67. (In Russ.). EDN: YTWAAX.
17. Tuhacek M., Svoboda P. Quality of Project Documentation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2019;471(5):1-6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/471/5/052012>.
18. Likholetov V.V. Significance of Error Theories for Engineering and Development of Domestic Engineering Education. *Inzhenernoe obrazovanie*. 2024;35:158-180. (In Russ.). https://doi.org/10.54835/18102883_2024_35_15. EDN: ARJPOF.
19. Mingke Zhou, Yuegang Tang, Huai Jin, Bo Zhang, Xuewen Sang A BIM-Based Identification and Classification Method of Environmental Risks in the Design of Beijing Subway. *Journal of Civil Engineering and Management*. 2021;27(7):500-514. <https://doi.org/10.3846/jcem.2021.15602>.

20. Seoung-Wook Whang, Sohrab Donyavi, Roger Flanagan, Sangyong Kim Contractor-Led Design Risk Management in International Large Project: Korean Contractor's Perspective. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*. 2023;22(3):1387-1398. <https://doi.org/10.1080/13467581.2022.2085718>.

Информация об авторах

Самарин Александр Юрьевич,
генеральный директор ООО «Априори-Строй»,
454091, Челябинск, ул. Российская, 224,
Россия,
e-mail: director@apriory-stroy.ru
<https://orcid.org/0009-0009-9313-7244>
Author ID: 1261518

Байбури́н Альберт Халитович,
д.т.н., профессор кафедры
строительного производства и теории
сооружений,
Южно-Уральский государственный университет
(НИУ),
советник РААСН,
454080, Челябинск, пр. Ленина, 76, Россия,
✉e-mail: abayburin@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7432-5671>
Author ID: 266980

Information about the authors

Alexandr Yu. Samarin,
General Director of Apriory-Stroy LLC,
224 Rossiyskaya St., Chelyabinsk, 454091,
Russia,
e-mail: director@apriory-stroy.ru
<https://orcid.org/0009-0009-9313-7244>
Author ID: 1261518

Albert Kh. Baiburin,
Dr. Sci. (Eng.), Professor of the Department
of Building Technologies and Structural
Engineering,
South Ural State University,
Advisor to the RAACS,
Lenin Ave. 76, Chelyabinsk, 454080,
Russia,
✉e-mail: abayburin@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7432-5671>
Author ID: 266980

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад
в подготовку публикации.

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта
интересов.

Все авторы прочитали и одобрили
окончательный вариант рукописи.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests
regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and
approved by all the co-authors.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 26.03.2025.
Одобрена после рецензирования 25.04.2025.
Принята к публикации 28.04.2025.

Information about the article

The article was submitted 26.03.2025.
Approved after reviewing 25.04.2025.
Accepted for publication 28.04.2025.