

Научная статья
УДК 69.05
DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-5-670-682>
EDN: XZWDIR



ФАКТОРЫ РИСКА РЕСУРСОСНАБЖЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЕГО ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ

Аль-Мсари Ахмед Абдул Руда Ауда*, А. А. Руденко

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия

rudenkoa.a@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-2996-9785>

ahmed4_33@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8354-9661>
*ответственный автор

АННОТАЦИЯ

Введение. Возведение объектов капитального строительства является сложной организационно-технологической задачей, предусматривающей выполнение комплекса строительно-монтажных работ, а также организационно-технологическое взаимодействие всех участников строительства, в том числе с целью оперативного управления рисками, возникающими в процессе строительства с разной степенью интенсивности и опасности. **Материалы и методы.** Одно из основных условий обеспечения организационно-технологической надежности в строительной отрасли является полное и своевременное обеспечения всеми видами ресурсов, что на современном этапе является не всегда эффективно решаемой в полной мере научно-практической задачей ввиду высокого уровня различных рисков.

Результаты. Результаты неблагоприятных последствий рисков сказываются весьма негативно и существенно на таких вопросах строительства, как соблюдение сроков выполнения работ, оптимизация стоимости объекта на всех этапах его возведения, обеспечение заданного качества СМР. В этой связи обеспечение организационно-технологической надежности (ОТН) строительства на основе эффективной системы ресурсообеспечения с учетом рисков представляет собой актуальную и важную задачу.

Обсуждение и заключение. Учет влияния факторов ресурсоснабжения строительства имеет большое значение для учета риска и его последствий как количественной меры оценки негативного или благоприятного сценария хода строительства. Оценка различных факторов ресурсоснабжения позволит более точно оценивать организационно-технологическую надежность строительства.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: организационно-технологическая надежность, ресурсообеспечение, материально-техническое обеспечение, степень риска, критерии оценки технологических параметров строительства

Статья поступила в редакцию 11.09.2023; одобрена после рецензирования 16.10.2023; принята к публикации 24.10.2023.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах. Конфликт интересов отсутствует.

Для цитирования: Аль-Мсари Ахмед Абдул Руда Ауда, Руденко А. А. Факторы риска ресурсоснабжения строительства при обеспечении его организационно-технологической надежности // Вестник СибАДИ. 2023. Т. 20, № 5 (93). С. 670-682. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-5-670-682>

© Аль-Мсари Ахмед Абдул Руда Ауда, Руденко А. А., 2023



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

Origin article

DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-5-670-682>

EDN: XZWDIR

ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL RELIABILITY OF CONSTRUCTION IN IRAQ

Al-Msari Ahmed Abdul Ruda Awda*, Aleksandr A. Rudenko

St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

Saint Petersburg, Russia

rudenkoa.a@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-2996-9785>

ahmed4_33@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8354-9661>

*corresponding author

ABSTRACT

Introduction. The construction of capital construction facilities is a complex organizational and technological task, providing for the execution of a complex of construction and installation works, as well as organizational and technological interaction of all construction participants, including with the aim of prompt management of risks arising during construction with varying degrees of intensity and danger.

Materials and methods. One of the main conditions for ensuring organizational and technological reliability in the construction industry is the full and timely provision of all types of resources, which at the current stage is not always an effectively solved scientific and practical task, due to the high level of various risks.

Results. The results of the adverse consequences of the risks have a very negative and significant impact on such construction issues as compliance with the deadlines for the work, optimization of the cost of the facility at all stages of its construction, ensuring the specified quality of construction and installation. In this regard, ensuring organizational and technological reliability (OTR) of construction based on an effective resource support system, taking into account risks, is an urgent and important task.

Discussion and conclusion. Consideration of the impact of construction resource supply factors is important for taking into account the risk and its consequences, as a quantitative measure to assess the negative or favorable scenario of construction progress. Assessment of various factors of resource supply will make it possible to more accurately assess the organizational and technological reliability of construction.

KEYWORDS: organizational and technological reliability, resource supply, material and technical support, degree of risk, criteria for evaluating technological parameters of construction

The article was submitted 11.09.2023; approved after reviewing 16.10.2023; accepted for publication 24.10.2023.

The authors have read and approved the final manuscript.

Financial transparency: the authors have no financial interest in the presented materials or methods. There is no conflict of interest.

For citation. Al-Msari Ahmed Abdul Ruda Awda, Rudenko A. A. Organizational and technological reliability of construction in Iraq. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2023; 20 (5): 670-682. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-5-670-682>

© Al-Msari Ahmed Abdul Ruda Awda, Rudenko A. A., 2023



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

Строительство зданий – сложный технологический процесс, включающий комплекс строительно-монтажных работ, а также организационно-технологическое взаимодействие всех участников строительства, в том числе с целью оперативного управления рисками, возникающими в процессе строительства с разной степенью интенсивности и опасности¹.

Понятие риска в строительстве объективно связано с категорией «организационно-технологическая надежность» (ОТН), под которой понимается способность производственной системы, находящейся под воздействием неблагоприятных факторов, присущих строительству, обеспечить выполнение таких основных показателей как сроки, стоимость и качество строительства. И в данном контексте ресурсы, требуемые для возведения объекта, прямо влияют на обеспечение вышеуказанного.

Одним из главных условий обеспечения организационно-технологической надежности является полное и своевременное обеспечения строительства всеми видами ресурсов, что на современном этапе является не всегда эффективно решаемой в полной мере научно-практической задачей. Это объясняется высоким уровнем различных рисков, их последствиями и не всегда точными способами прогнозирования. Результаты неблагоприятных последствий рисков сказываются весьма негативно и существенно на таких вопросах строительства, как соблюдение сроков выполнения работ, сохранение стоимости объекта на всех этапах его возведения, обеспечение заданного качества СМР. В этой связи обеспечения ОТН строительства на основе эффективной системы ресурсообеспечения с учетом рисков представляет собой актуальную и важную задачу.

Исходя из целей исследования, оценивая влияние трудовых, материальных, информационных, интеллектуальных, финансовых ресурсов, для оценки и обеспечения ОТН объекта строительства важным является [1, 2]:

- определение факторов, характеризующих эффективность поставки и использования ресурсов по каждому виду;

- анализ и принятие метода и алгоритма экспертной оценки по каждому ресурсу и выявление наиболее значимых факторов;

- оценка влияния факторов с использованием одного из методов математического анализа данных.

В качестве основного показателя ОТН во многих методиках применяют показатель вероятности реализации проекта в установленный срок. Хотя, по мнению автора, для более полной оценки ОТН следовало бы использовать и другие, такие как, например, стоимость и качество работ.

Причем, исходя из разного инструментария и получаемых результатов, на различных этапах жизненного цикла строительства объекта к определению ОТН соответственно следует подходить дифференцированно на этапе проектирования и строительства².

Практика показывает, что в основу разработки принципов и методов ОТН проектирования может быть заложен вероятностно-статистический подход, позволяющий одновременно учесть фактор неопределенности в достижении ОТН при приемлемой валидности результатов [2].

Таким образом, обеспечение заданного уровня ОТН может быть достигнуто на предварительном этапе правильным выбором технологии строительного процесса и высоким качеством проектных организационно-технологических решений (что достигается потенциалом и квалификацией проектной организации). Кроме того, качество принимаемых перед началом и в ходе строительства организационно-производственных решений существенным образом будет определяться правильным выбором стратегии производственной деятельности строительной организации при условии эффективности обеспечения и использования ресурсов [3, 4, 5]. Это может быть достигнуто высоким уровнем подготовки управленческо-производственного персонала организации и эффективностью систем обеспечения ресурсами.

Так как очевидным является факт зависимости между запланированным уровнем ОТН и эффективностью ресурсного обеспечения строительства.

¹ Андреев А.В., Яковлев В. В., Короткая Т. Ю. Теоретические основы надежности технических систем: учебное пособие. СПб.: Изд-во политехн. ун-та, 2018. 164 с.

² Руководство по управлению рисками. Изд. Комитета ПАРТАД по внутреннему контролю, внутреннему аудиту, управлению рисками. 2018 г.

Причем эффективность как показатель отношения результата к затратам должна исключать рост ресурсообеспечения больше нормативных значений, так как это приведет к увеличению затрат на хранение, арендную плату, складские расходы, охрану, убыль от хранения и т.п.³ [5].

Для каждого объекта и условий строительства следует выявлять количественный показатель ресурсообеспечения, когда затраты и длительность процесса занимают оптимальные значения. Уровень ОТН в таком случае будет определяться полнотой и своевременностью обеспечения ресурсами и эффективностью их использования. Так, например, отсутствие необходимого количества трудовых и технических (строительная техника, средства механизации) ресурсов приведет к снижению уровня ОТН [6].

Эффективность методов производства СМР и применения современных технологий будет также существенно влиять на уровень ОТН. Например, практика показывает, что применение отдельных, комбинированных и совмещенных методов производства работ должно быть дифференцированным в зависимости от конкретного случая, что несомненно приведет к повышению уровня ОТН [7, 8]. Результатом обеспечения ОТН становится уменьшение сроков и повышение качества строительства, а также улучшение экономических показателей строительного производства.

В этом смысле одним из главных показателей в системе управления ресурсами является объем ресурсов. При формировании запаса ресурсов в процессе строительства необходимо соблюдать следующие требования, которые должны повысить и ОТН:

- объемы запасов материальных средств должны быть на достаточном уровне для обеспечения бесперебойности строительного производства;

- необходимо максимально возможное сокращение объемов хранимых запасов;

- следует стремиться к минимизации суммарных затрат, связанных с созданием и хранением запасов на участке строительства.

Учитывая наличие значительного количества характеристик, по которым осуществляется оценка эффективности и надежности системы ресурсоснабжения и ОТН, предлагается разработать обобщенный критерий, учитывающий большую их часть [9, 10, 11]. Показатель организационно-технологической надежности как функция, зависящая от многих параметров случайных воздействий, может быть представлен несколькими состояниями, зависящими от ресурсообеспечения принятой технологии производства работ и организационных факторов строительства⁴.

С этой целью можно предложить использование общей методики интегральной оценки ОТН на базе функции желательности (desirability function) Харрингтона, или, как ее еще называют, «обобщенной функцией полезности» или «обобщенным критерием эффективности». В основе построения этой обобщенной функции лежит идея преобразования натуральных значений частных откликов в безразмерную шкалу желательности или предпочтительности. Назначение шкалы желательности – установление соответствия между различными параметрами. Здесь под физическими параметрами понимаются возможные отклики, характеризующие функционирование исследуемого объекта, а под психологическими параметрами понимаются субъективные оценки экспериментатора желательности (предпочтительности) того или иного значения отклика⁵.

Структура предлагаемой функции, представленная в таблице 1, основывается на существующей методике, предложенной американским ученым Харрингтоном в 1965 г.⁶

³ Современные проблемы строительной науки, техники и технологии / Н.В. Брайла, Ю.Г. Лазарев, М.А. Романович, Т.Л. Симанкина, А.В. Улыбин. СПб.: СПбПУ, 2017. 141 с.

⁴ Шприц М.Л. Система организационно-технологической надежности строительства многофункциональных комплексов: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.08. СПб., 2016.

⁵ Рынок строительства и недвижимости: стимулы отрасли на фоне кризиса – 2020. М.: Центр соц.-экономических исследований, 2020 г.

⁶ Early warning: How Iraq can adapt to climate change <https://ecfr.eu/profile/nussaibah-younis/> Policy Brief 19 July 2022.

Таблица 1

Шкала функции Харрингтона по переводу уровня достижения рассматриваемого свойства в безразмерные числовые коэффициенты
Источник: составлено авторами.

Table 1

The scale of the Harrington function for translating the level of achievement of the property in question into dimensionless numerical coefficients
Source: compiled by the authors.

Уровни достижения свойств	Предельные уровни
очень хорошо (++)	1,00--0,80
хорошо (+)	0,80--0,63
средне (0)	0,63--0,37
плохо (-)	0,37--0,20
очень плохо (--)	0,20--0,00

Для формирования единого критерия оценки эффективности применим следующую структуру показателей [9]. Она может быть сформулирована в следующем виде:

$$Y(X) = \prod_{i=1}^n h_i(X), \quad (1)$$

где $Y(X)$ – функция приоритетов;
 $h_i(X)$ – заданные показатели эффективности.

Таблица 2

Факторы риска по трудовым ресурсам
Источник: составлено авторами.

Table 2

Risk factors for human resources
Source: compiled by the authors.

№	Ресурс	Фактор	Описание риска по фактору	Источники риска по фактору
1	Рабочие, инженеры, управленцы	наличие персонала	нехватка персонала	недостаток финансовых средств, отсутствие кадров на рынке, ошибки планирования потребности в работниках нужной квалификации
2		наличие требуемой квалификации у работников	отсутствие квалификации вообще или требуемого уровня	чрезмерный уровень требований, низкий уровень зарплаты, срочность решения
3		компетентность	персонал не компетентен	нет выбора компетентных претендентов, не соразмерные требования
4		мотивированность	риск увольнения работников	нет понимания стратегии и своей роли в ней, нет целей и задач на уровне подразделений, нет системы вознаграждения, чрезмерный уровень ответственности и требований
5		надлежащее исполнение обязанностей	ненадлежащее исполнение обязанностей, совершение умышленных действий	недостаточная квалификация, халатность, преступный умысел
6		распределение обязанностей	чрезмерная зависимость от отдельных сотрудников	процесс передачи полномочий не развит
7		внутренние программы обучения персонала	существующие программы обучения сотрудников не соответствуют требованиям законов и нуждам организации	нет планового обучения, несвоевременное изменение программ обучения и подготовка методических материалов
8		превышение полномочий	превышение полномочий	недостаточная квалификация, халатность, преступный умысел

Таблица 3
Факторы риска по информационным ресурсам
Источник: составлено авторами.

Table 3
Risk factors for information resources
Source: compiled by the authors.

№	Ресурс	Фактор	Описание риска по фактору	Источники риска по фактору
1	Технологии строительства	организация работ	риск организационного сбоя в работе структур и подразделений	некомпетентность, халатность
2		управление технологией	риск нехватки информации для управленческого решения	неверно построена структура потоков информации
3		используемая технология	риск нехватки технологических ресурсов для принятия решения	технологии не соответствуют организации, законодательству
4		внедрение новых технологических решений	риск конфликта ПО и несовместимости технологий	решение о внедрении новой технологии без анализа имеемых технологий и конфликтов ПО
5		временные сроки внедрения новых технологий	риск временных задержек на обновление технологии	задержки в работе организаций, внедряющих новые технологические решения
6	Оборудование и ПО информационного ресурса	соответствие законодательств	риск неадаптированности технологий к изменениям законодательства	нет данных об изменениях законодательства, нет адаптации к изменениям
7		непрерывность информации	риск невозвратного сбоя ресурсов при ЧС	нет плана действий ЧС, плана восстановления функций после ЧС
8		устойчивость ПО	риск сбоя в работе ПО	сбои в энергообеспечении, преднамеренные действия, вредоносные программы, сбои ПО
9		устойчивость работы оборудования	риск сбоя оборудования	сбои в энергообеспечении, чрезмерные нагрузки, вредительство, износ
10	Информация	защищенность информации	утечка/потеря конфиденциальной информации	халатность, незащищенность ПО, несанкционированный доступ
11		разграничение информационных систем	риск несанкционированного доступа/неполучения необходимого доступа	нет регламента доступа, избыточные права доступа
12		целостность БД	риск нарушения целостности БД	ошибки, халатность, сбои
13		устойчивость информационного обеспечения	риски возникновения сбоев в передаче управляющих сигналов	ошибки сотрудников, несвоевременное уведомление, ошибки при передаче сигналов

При использовании ряда расходящихся между собой показателей ОТН результирующий критерий предполагается скомпоновать с такой структурой, чтобы он не позволял достичь допустимого решения в случае наличия одного и более отрицательного элемента [10]:

$$D = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n h_i}. \quad (2)$$

По итогам формируется матрица совпадения показателей эффективности ОТН данным

таблицы 1. Построение данной структуры ориентируем на достижение заданного значения ОТН [11].

Зависимость строительных процессов от факторов по видам поставляемых ресурсов (трудовым, информационным, материальным, финансовым и интеллектуальным) приведены в таблицах 2, 3, 4, 5, 6, а их соотношение с приведенной выше шкалой Харрингтона представлено в таблице 7.

Таблица 4
Факторы риска по финансовым ресурсам
Источник: составлено авторами.

Table 4
Risk factors for financial resources
Source: compiled by the authors.

№	Ресурс	Фактор	Описание риска по фактору	Источники риска по фактору
1	Финансирование строительства	своевременное кредитование	риск нехватки ресурсов	отсутствие средств, нет контроля за финансовыми потоками
2		своевременные выплаты по обязательствам	риск роста просроченной дебиторской задолженности	банкротство контрагента, несвоевременная оплата услуг клиентами
3		расчетно-кассовые операции	риск некорректности расчетно-кассовых операций с ущербом	ошибки, нет контроля финансовой дисциплины, нет мотивации
4	Валютные операции	валютные контракты	риск финансовых потерь при изменении курса валют	контракты в иностранной валюте, изменение курса валюты
5		валютные вложения	риск убытков при изменении курса валют	рост курса по отношению к иностранной валюте
6		реализация финансовых вложений	риск невозможности реализации финансового актива на рынке в заданный срок	отсутствие спроса на реализуемый актив, изменение рыночной ситуации
7	Выплата налога	расчеты платежей по налогам	при формировании налоговой отчетности организации возможны ошибки расчетов	ошибки персонала при расчетах налогооблагаемой базы и начислении налога
8		уплата налогов	риск задержки и неполной уплаты налогов	отсутствие финансов, сбои ПО, ошибки персонала

Таблица 5
Факторы риска по материальным ресурсам
Источник: составлено авторами.

Table 5
Risk factors for material resources
Source: compiled by the authors.

№	Ресурс	Фактор	Описание риска по фактору	Источники риска по фактору
1	Техническое оборудование	наличие необходимого оборудования	риск нехватки необходимого оборудования	недостаточность финансирования
2		возможность своевременного ТО оборудования	риск несвоевременного ТО оборудования и его выхода из строя	малая надежность, низкая квалификации, нехватка финансирования
3		возможность проведения ремонта оборудования в случае отказов	риск невозможности ремонта при сбое оборудования	износ, нет своевременной замены устаревшего оборудования, низкая квалификация, нехватка финансирования
4	Энергоносители	э/э требуемых параметров	риск отключения э/э, перепады напряжения	сбой в поставке э/э, нарушение проводки
5		вода требуемых параметров	риск отключения подачи воды/падение давления / ухудшение параметров воды	сбой в деятельности энергопоставляющей компании, нарушение системы подачи воды
6		наличие топлива для оборудования	риск остановки технического оборудования	сбой в деятельности топливопоставляющей компании
7	Строительные материалы	поставка стройматериалов	риск недопоставки строительных материалов	сбой в поставляющей компании, недостаточность финансирования
8		качество строительных материалов	риск поставки некачественных строительных материалов	сбой в поставляющей компании, низкое качество работы приемки, недостаточность финансирования

Таблица 6
Факторы риска по интеллектуальным ресурсам
Источник: составлено авторами.

Table 6
Risk factors for intellectual resources
Source: compiled by the authors.

№	Ресурс	Фактор	Описание риска по фактору	Источники риска по фактору
1	Изобретения и патенты	интеллектуальная собственность	риск несоблюдения условий договоров	неукомплектованность квалифицированным персоналом
2		патентное законодательство	риск конфликта правовых норм	неукомплектованность квалифицированным персоналом
3		реализация изобретений	риск конфликта правовых норм	неукомплектованность квалифицированным персоналом
4	Репутационные ресурсы	доверие к организации	риск падения доверия клиентов, контрагентов	негативные публикации о качестве услуг, устойчивости
5		согласованность строительства с органами власти	риск изменения политической ситуации	введение санкций, решения правительства (замораживание строительства и др.)
6		устойчивость	риск изменения бизнес - ситуации	новые требования, конкуренция
7		форс-мажорные риски природного характера	риск возникновения ЧС природного и техногенного характера	стихийные бедствия, (землетрясения), техногенные катастрофы
8		форс-мажорные риски социального характера	риск возникновения чрезвычайных ситуаций социального характера	военные действия, террористические акты

Таблица 7
Матрица соответствия показателей эффективности ресурсообеспечения по шкале функции желательности Харрингтона
Источник: составлено авторами.

Table 7
The matrix of compliance of resource efficiency indicators on the scale of the Harrington desirability function
Source: compiled by the authors.

Фактор	Пределы				
	1,00....0,80	0,80....0,63	0,63....0,37	0,37....0,20	0,20....0,00
	очень хорошо	хорошо	средне	плохо	очень плохо
А. Трудовые ресурсы					
а1 – их наличие	100–90%	90–80%	80–70%	70–60%	60–50%
а2 – программы обучения персонала	За лучшее значение принимаются максимальные затраты на обучение в течение периода				
	1000–900	900–800	800–700	700–600	600–500
а3 – компетентность персонала	Число работников, которые прошли ежегодную подготовку				
	Более 33%	От 28 до 33%	От 23 до 28%	От 18 до 23%	От 13 до 18%
а4 – мотивация персонала	Оцениваем по количеству увольнений за период в %				
	0–10	10–20	20–30	30–40	40–50
а5 – исполнение обязанностей	Оценку проводим по коэффициенту частоты травматизма на строительстве				
	0–0,2	0,2–0,4	0,4–0,6	0,6–0,8	0,8–1,0

Фактор	Пределы				
	1,00....0,80	0,80....0,63	0,63....0,37	0,37....0,20	0,20....0,00
	очень хорошо	хорошо	средне	плохо	очень плохо
В. Информационные ресурсы					
Используемая технология (b1)	Оценивается ГОСТ Р ИСО серии 9000, адаптированный к строительной отрасли				
	Более 0,91	0,91–0,88	0,87–0,82	0,82–0,78	Менее 0,78
Внедрение новых технологий (b2)	Оценивается на основе результатов экспертного оценивания инноваций				
	Более 1,5	1,5–1	1–0,8	0,8–0,5	Менее 0,5
Устойчивость работы ПО (b3)	Оцениваем по вероятности безотказной работы ПО за заданное время [2]				
	1–0,95	0,95–0,90	0,90–0,85	0,85–0,80	Менее 0,80
Устойчивость оборудования (b4)	Оцениваем по вероятности безотказной работы оборудования за заданное время [2]				
	1–0,95	0,95–0,90	0,90–0,85	0,85–0,80	Менее 0,80
Защищенность информации (b5)	Оцениваем по уязвимости хоста				
	Менее 0,80	0,85–0,80	0,90–0,85	0,95–0,90	1–0,95
С. Материальные ресурсы					
Оборудование (c1)	100–95%	95–90%	90–85%	85–80%	Менее 80%
Электроэнергия (c2)	Параметром оценки надежности системы является вероятность безотказной работы				
	100–95%	95–90%	90–85%	85–80%	Менее 80%
Вода требуемых параметров (c3)	Параметром оценки надежности является вероятность безотказной работы				
	100–95%	95–90%	90–85%	85–80%	Менее 80%
Топливо (c4)	100–95%	95–90%	90–85%	85–80%	Менее 80%
Материалы (c5)	100–95%	95–90%	90–85%	85–80%	Менее 80%
D. Финансовые ресурсы					
Кредитование (d1)	100–95%	95–90%	90–85%	85–80%	Менее 80%
Выплаты (d2)	100–95%	95–90%	90–85%	85–80%	Менее 80%
Расчеты (d3)	100–95%	95–90%	90–85%	85–80%	Менее 80%
Валютные контракты (d4)	Оцениваем по стабильности курса национальной валюты				
	100–95%	95–90%	90–85%	85–80%	Менее 80%
Валютные вложения (d5)	Оцениваем по уровню инфляции в год				
	Менее 1%	2–7%	8–14%	15–20%	Более 20%
Е. Интеллектуальные ресурсы					
Интеллектуальная собственность (e1)	15%	12%	9%	6%	3%
Доверие (e2)	100–95%	95–90%	90–85%	85–80%	Менее 80%
Согласование строительства (e3)	Сдача объекта в эксплуатацию	Сопровождение строительства	Проектной документации	Изыскательские работы	Исходная документация
Устойчивость (e4)	1	0,8	0,6	0,4	Менее 0,2
Поддержка в случае форс-мажорных рисков (e5)	Льготная ипотечная программа	Доступные банковские кредиты	Мораторий на финансовые санкции	Мораторий на обращение в суд за сбой сроков	Мораторий на взыскание убытков

Таким образом, в качестве инструмента определения уровня ОТН применялся вероятностно-статистический подход, что объяснялось наличием факторов неопределенности и риска в процессе обеспечения ОТН [12,13,14].

Для примера практической оценки влияния ресурсообеспечения строительства на ОТН рассмотрим постройку здания, осуществляемую в три этапа. В течение времени строи-

тельства численные значения показателей эффективности ресурсообеспечения будут изменяться в соответствии с влиянием внешних случайных факторов, а также вследствие реализации принимаемых управленческих решений. Данные значения по каждому показателю на трех этапах строительства представлены в таблице 8.

Переведя представленные в таблице 8 значения показателей в масштаб шкалы функции желательности Харрингтона (с использованием таблицы 7) и построив диаграмму, отражающую влияние изменения характера ресурсообеспечения на ОТН строительства, мы

можем выявить наиболее проблемные (критические) направления работы для принятия соответствующих корректирующих управленческих решений. Диаграмма влияния ресурсообеспечения на ОТН здания на трех этапах его строительства представлена на рисунке.

Таблица 8
Значения показателей эффективности по этапам строительства здания
Источник: составлено авторами.

Table 8
Values of performance indicators by stages of building construction
Source: compiled by the authors.

Показатель	a1	a2	a3	a4	a5	b1	b2	b3	b4	b5	c1	c2	c3
Этап 1	75%	750	29%	35%	0,1	0,85	1,2	0,82	0,97	0,7	87%	87%	92%
Этап 2	85%	750	35%	25%	0,3	0,9	0,7	0,96	0,86	0,83	97%	97%	87%
Этап 3	85%	850	35%	10%	0,5	0,84	1,3	0,83	0,96	0,87	92%	78%	97%
Показатель	c4	c5	d1	d2	d3	d4	d5	e1	e2	e3	e4	e5	
Этап 1	72%	97%	87%	82%	97%	81%	13%	12%	86%	0,715	0,6	0,715	
Этап 2	87%	94%	82%	96%	96%	88%	13%	12%	81%	0,715	0,8	0,715	
Этап 3	88%	86%	92%	94%	86%	89%	13%	15%	96%	0,715	0,6	0,715	

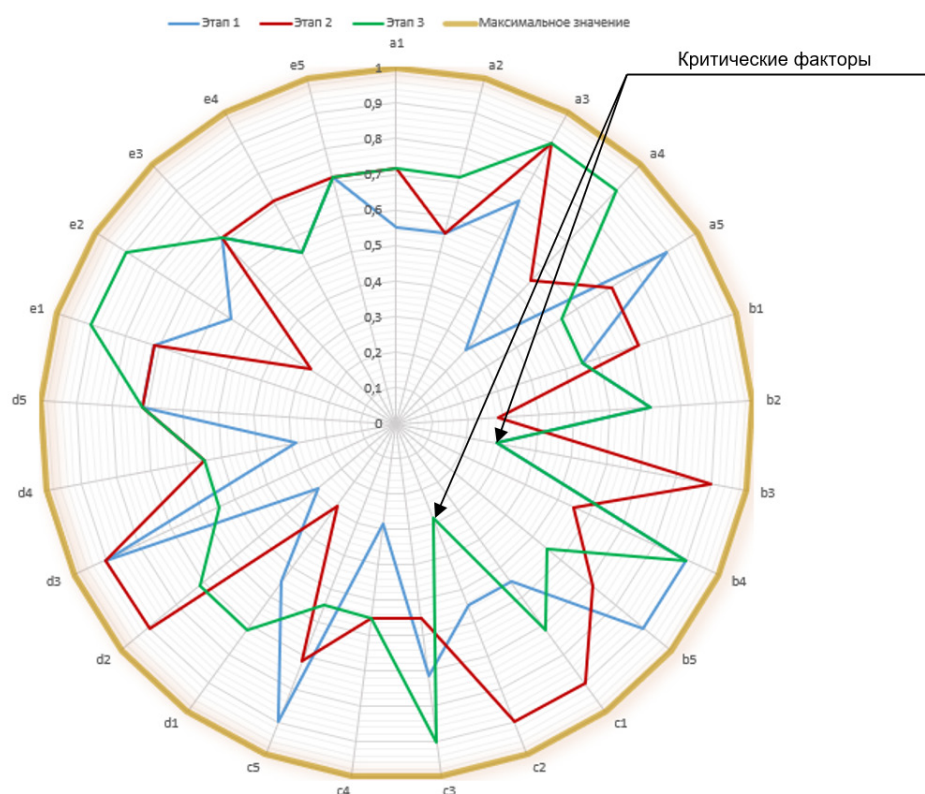


Рисунок – Диаграмма влияния ресурсообеспечения на ОТН здания на этапах его строительства
Источник: составлено авторами.

Figure – Diagram of the impact of resource supply on the OTR of a building at the stages of its construction
Source: compiled by the authors.

a1 – наличие трудовых ресурсов, a2 – программы обучения персонала, a3 – компетенция персонала, a4 – мотивация персонала, a5 – исполнение обязанностей, b1 – используемая технология, b2 – внедрение новых технологий, b3 – устойчивость работы ПО, b4 – надёжность оборудования, b5 – защищённость информации, c1 – наличие необходимого оборудования, c2 – снабжение строительства электроэнергией, c3 – снабжение строительства водой, c4 – снабжение строительства топливом, c5 – снабжение строительства материалами, d1 – своевременное кредитование строительства, d2 – своевременные выплаты по обязательствам организации, d3 – своевременное проведение расчётно-кассовых операций, d4 – валютные финансовые контракты, d5 – валютные финансовые вложения, e1 – договора на использование интеллектуальной собственности, e2 – доверие к организации у клиентов контрагентов, e3 – согласование строительства с органами власти, e4 – устойчивость бизнес-ситуации в отрасли, e5 – поддержка строительства в случае форс-мажорных рисков.

Отнесение того или иного фактора к критическому базируется на двух его характеристиках:

- устойчивый негативный градиент фактора на рассматриваемых этапах строительства;
- его минимальное значение на последнем рассматриваемом этапе.

Анализируя представленную диаграмму, можно отметить, что по представленному здесь строительству критическими факторами будут: устойчивость работы программного обеспечения (b3) и снабжение строительства электроэнергией (c2). Менее критичны, но требуют повышенного внимания: надлежащее исполнение обязанностей персоналом (a5), защищённость информации (b5), своевременное проведение расчётно-кассовых операций (d3), поставка строительных материалов (c5), устойчивость бизнес-ситуации в отрасли (e4).

Выявленный градиент состояния указанных критических факторов позволяет осуществить прогноз падения ОТН строительства в течение времени, примерно соответствующего продолжительности оцениваемых в работе периодов строительства. Можно ожидать сбой в работе программного обеспечения, а также срыв поставки электроэнергии, что в сумме с

большой долей вероятности приведет к следующим результатам:

- рост сроков строительства на период восстановления работоспособности программного обеспечения и электроснабжения, а также ликвидации последствий сбоя функционирования данных видов ресурсообеспечения, которые трудно прогнозируемы;

- рост стоимости строительства ввиду потребности замены программного обеспечения, а также вышедшего из строя электрооборудования;

- качество строительства, вероятно, не изменится ввиду отсутствия непосредственного влияния на него указанных факторов. Присутствующее же косвенное влияние легко купируется за счет продолжительных сроков строительства.

Выполненный анализ взаимовлияния факторов по видам потребляемых при строительстве ресурсов позволяет методом экспертных оценок получить интервальные значения по каждому фактору. Представленные интервальные значения (см. таблицу 7) определяют распределение факторов по видам ресурсов строительства и позволяют осуществить оценку организационно-технологической надёжности процесса с учетом рисков ресурсообеспечения⁷.

Таким образом, одним из главных условий обеспечения ОТН строительства выступает его ресурсное обеспечение, где наиболее значимым является обеспечение трудовыми, финансовыми и материальными ресурсами. Кроме этого, важным будет не только процесс обеспечения, но и производственного их использования, что и определяет эффективность производственной деятельности строительной организации в целом и уровень ОТН строительства. Анализ факторов, влияющих на ОТН строительства, свидетельствующий о необходимости правильного расчета и рационального использования различных видов ресурсов при календарном планировании строительного производства с учетом вероятностной продолжительности работ, норм расхода, запасов и своевременности доставки. С учетом этого и должен производиться расчет эффективности показателей ресурсообеспечения строительства и уровня его ОТН.

⁷ Методы оценки риска. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010 – 2011, М.: СТАНДАРТИНФОРМ, 2012.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ рисков факторов ресурсоснабжения в исследовании проводился с учетом необходимости обеспечения главных показателей ОТН строительства (сроков строительства, качества работ и затрат). В соответствии с этим в качестве требований к системе ресурсообеспечения в исследовании приняты следующие:

- объёмы запасов материальных средств должны быть на достаточном уровне для обеспечения бесперебойности строительного производства;

- необходимо максимально возможное сокращение объемов хранимых запасов;

- следует стремиться к минимизации суммарных затрат, связанных с созданием и хранением запасов на участке строительства.

2. Несмотря на то, что строительный процесс требует поставок всех базовых типов ресурсов (финансовых, материальных, информационных, интеллектуальных, трудовых), в рамках проведенного исследования на основе предложенной методики было установлено, что критическими точками (направлениями) в ресурсоснабжении будут: несвоевременность расчетов за ресурсы, нестабильность функционирования информационной системы ресурсоснабжения, низкая эффективность в связи с использованием морально и физически устаревших технологий и оборудования, низкая мотивация сотрудников и деловая репутация снабжающих организаций, а за последний год – сложность расчетов по валютным контрактам.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бартова Л.В., Бушмакина Н.В., Петухова Е.О. Водоснабжение и водоотведение многофункциональных комплексов // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2019. № 2. С. 95–105.

2. Борисюк Н.К., Смотрица О.С. К вопросу функционирования предприятия в нестабильной внешней среде // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2022. № 2. С. 24–30, <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2022-2-24>.

3. Белов Д.Б., Игнатьев А.А., Соловьев С.И. Проблема погрешности измерений при коммерческом учете ресурса // Методы оценки соответствия. 2012. № 9. С. 20–24.

4. Белов Д.Б., Соловьев С.И. Определение значимости различий в результатах наблюдений объемов потребленного и поставленного ресурса статистическими методами // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 11. Тула: Изд-во ТулГУ. 2013. С. 110–115.

5. Белов Д.Б., Соловьев С.И. Применение регрессионного анализа для исследования процесса поставки и потребления энергетического ресурса // Известия ТулГУ. Технические науки. 2014. Вып. 11. Ч. 1. С. 354–361. <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-regressionnogo-analiza-dlya-issledovaniya-protssessa-postavki-i-potrebleniya-energeticheskogo-resursa>.

6. Зеленцов Л. Б. Реализация строительных проектов изменяемого функционального назначения // Строительное производство. 2021. № 2. С. 26–32. https://doi.org/10.54950/26585340_2021_2_26.

7. Даулетбаев Р.Б., Вовк Б.В. Надежность строительных конструкций зданий и сооружений в процессе их эксплуатации // Инновации и инвестиции. 2019. № 5. С. 173–177.

8. Кузовкова Т.А., Кузовков Д.В., Кузовков А.Д. Экспертно-квалиметрический метод интегральной оценки эффективности инновационных проектов и применения новых технологий // Системы управления, связи и безопасности. 2016. №3. С. 23–28.

9. Маркин В.С., Мизя М.С. Управленческие методы минимизации рисков инвестиционно-строительных проектов в условиях неопределенности // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. 2020. № 4 (36). С. 52 – 57. <https://doi.org/10.24411/2225-8264-2020-10067>.

10. Лебедев В.М. Организационно-технологическая надежность управляющих систем строительства // Вестник МГСУ. 2008. № 4. Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsionno-tehnologicheskaya-nadezhnost-upravlyayuschih-sistem-stroitelstva-1> (дата обращения: 27.12.2022).

11. FalahKhalaf Ali Alrubaie The identity of the economic system in Iraq between the rentier state and the developmental state February 2021 // Future Journal of Pharmaceutical Sciences. 484(2019):12–38.

12. Oparina L. A. Application of information modelling technologies for construction time management // Smart Composite in Construction. 2021. Vol. 2. № 2. Pp. 48 – 55. https://doi.org/10.52957/27821919_2021_2_48.

13. O'Neill C., Gopaldasani V., Coman R. (2022) Factors that influence the effective use of safe work method statements for high-risk construction work in Australia - A literature review. Safety Science. Vol. 147, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105628>.

14. Vivek A., Rao H. (2022) Identification and analysing of risk factors affecting cost of construction projects. // International Conference on Latest Developments in Materials & Manufacturing. Vol. 60, Part 3, Pp. 1696 – 1701, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.12.228>.

REFERENCES

1. Bartova L. V., Bushmakina N. V., Petuhova E. O. Vodosnabzhenie i vodootvedenie mnogo-funkcional'nyh kompleksov [Water supply and drainage of multifunctional complexes]. Vestnik PNIPU. Stroitel'stvo i arhitektura. 2019; 2: 95 – 105. (in Russ.)

2. Borisyuk, N. K., Smotrina, O. S. (2022) [Enterprise survival in an unstable environment]. *Intel-лект. Innovatsii. Investitsii* [Intellect. Innovations. Investments]. Vol. 2, pp. 24–30. (in Russ.) <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2022-2-24>

3. Belov D. B., Ignat'ev A. A., Solov'ev S. I. Problema pogreshnosti izmerenij pri kommercheskom uchete resursa [The problem of measurement error in commercial accounting of the resource]. *Metody ocenki sootvetstvija*. 2012; 9: 20–24. (in Russ.)

4. Belov D. B., Solov'ev S. I. Opredelenie znachimosti razlichij v rezul'tatah nabljudenij ob'emov potrebnogo i postavlennogo resursa statisticheskimi metodami [Determining the significance of differences in the results of observations of the volumes of consumed and supplied resources by statistical methods]. *Izvestija TulGU. Tehnicheskie nauki*. Vyp. 11. Tula: Izd-vo TulGU. 2013:110–115. (in Russ.)

5. Belov D. B., Solov'ev S. I. Primenenie regressionnogo analiza dlja issledovaniya processa postavki i potreblenija jenergeticheskogo resursa [Application of regression analysis to study the process of supply and consumption of energy resources]. *Izvestija TulGU. Tehnicheskie nauki*. 2014; Vyp. 11. Ch. 1: 354–361. (in Russ.) <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-regressionnogo-analiza-dlya-issledovaniya-protsesta-postavki-i-potrebleniya-energeticheskogo-resursa>.

6. Zelencov L. B. Realizacija stroitel'nyh projektov izmenjaemogo funkcional'nogo naznachenija [Implementation of construction projects of a variable functional purpose]. *Stroitel'noe proizvodstvo*. 2021; 2: 26 – 32. (in Russ.) https://doi.org/10.54950/26585340_2021_2_26. EDN: BZKXLZ

7. Dauletbaev R. B., Vovk B. V. Nadezhnost' stroitel'nyh konstrukcij zdanij i sooruzhenij v processe ih jekspluatcii [Reliability of building structures of buildings and structures during their operation]. *Innovacii i investicii*. 2019; 5:173–177. (in Russ.)

8. Kuzovkova T.A., Kuzovkov D.V., Kuzovkov A.D. Jekspertno-kvalimetricheskij metod integral'noj ocenki jeffektivnosti innovacionnyh projektov i primeneniya novyh tehnologij [Expert and qualimetric method for integral assessment of efficiency of innovative projects and application of new technologies]. *Sistemy upravlenija, svjazi i bezopasnosti*. 2016; 3: 23–28. (in Russ.)

9. Markin V.S., Mizya M.S. Management methods for minimizing the risks of investment and construction projects under uncertainty. *Herald of Siberian Institute of Business and Information Technologies*. 2020;(4): 52-57. (In Russ.) <https://doi.org/10.24411/2225-8264-2020-10067>

10. Lebedev V. M. Organizacionno-tehnologicheskaja nadezhnost' upravljajushih sistem stroitel'stva [Organizational and technological reliability

ty of construction control systems]. *Vestnik MGSU*. 2008; 4. Available at: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsionno-tehnologicheskaja-nadezhnost-upravlyajushih-sistem-stroitelstva-1> (assessed: 27.12.2022).

11. Falah Khalaf Ali Alrubaie The identity of the economic system in Iraq between the rentier state and the developmental state February 2021. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*. 484(2019):12–38.

12. Oparina L. A. Application of information modelling technologies for construction time management. *Smart Composite in Construction*. 2021. Vol. 2. № 2. Rr. 48 – 55. https://doi.org/10.52957/27821919_2021_2_48. EDN: KNJPXR.

13. O'Neill C., Gopaldasani V., Coman R. (2022) Factors that influence the effective use of safe work method statements for high-risk construction work in Australia - A literature review. *Safety Science*. Vol. 147, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105628>.

14. Vivek A., Rao H. (2022) Identification and analysing of risk factors affecting cost of construction projects. *International Conference on Latest Developments in Materials & Manufacturing*. Vol. 60, Part 3, Pr. 1696 – 1701, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.12.228>.

ВКЛАД СОАВТОРОВ

Аль-Мсари Ахмед Абдул Руда Ауда Подготовка остальных частей статьи и оформление статьи.

Руденко А. А. Разработка системы показателей устойчивого развития Ресурсообеспечения и влияния на ОТН здания на этапах его строительства. Общее редактирование.

COAUTHORS' CONTRIBUTION

Al-Msari Ahmed Abdul Ruda Awda Preparation of the other parts of the article and the layout of the article.

Aleksandr A. Rudenko. Development of a system of indicators for the sustainable development of resource supply and the impact on OTR of a building at the stages of its construction. General editing.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Аль-Мсари Ахмед Абдул Руда Ауда – аспирант.
Руденко Александр Алексеевич – д-р экон. наук, канд. техн. наук, проф., проф. кафедры «Организация строительства», SPIN-код: 6922-0113.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Al-Msari Ahmed Abdul Ruda Awda – Postgraduate student.

Aleksander A. Rudenko – Dr. of Sci., Cand. of Sci., Professor of the Construction Management Department, Professor, SPIN-код: 6922-0113.