

DOI: 10.12737/article_5bf7e35fd74483.00537194

^{1,*}Воронков И.Е.¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

*E-mail: voronkovie@mgsu.ru

ВЕКТОР ГЛОБАЛЬНЫХ ПРИОРИТЕТОВ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ КАК ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ НАДЕЖНОСТИ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ УЧАСТНИКОВ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ

Аннотация. Стремление к повышению эффективности реализации инвестиционно-строительных проектов, совершенствованию действующих конкурсных процедур при отборе участников инвестиционно-строительных проектов, минимизации возможных рисков определяет необходимость разработки методологических основ оценки надёжности участников инвестиционно-строительных проектов как элементов организационной структуры. Данная работа является системным продолжением исследовательской работы в области изучения аппарата организационно-технологической надёжности, а также фундаментальных свойств организационной структуры, таких как устойчивость и стойкость. Одним из способов реализации механизма оценки надёжности участников инвестиционно-строительных проектов может быть признан комплексный многофакторный анализ деятельности строительных предприятий и организаций в установленном временном промежутке. Исходными данными для расчёта надёжности могут выступать относительные статистические и абсолютные экспертные показатели. Способом получения относительных статистических данных является сопоставление показателей деятельности конкретных предприятий со среднеотраслевыми, полученными из объективных источников – официальных публикаций Федеральной службы государственной статистики РФ. Абсолютные экспертные показатели могут быть получены по результатам экспертной оценки отдельных факторов деятельности исследуемых предприятий. В качестве инструмента системного подхода для обработки сформированного массива исходных статистических и экспертных данных рационально и обосновано использование метода анализа иерархий, позволяющего производить анализ большого количества показателей с учетом их различных весовых характеристик. Результатом применения для оценки надёжности участников инвестиционно-строительных проектов метода анализа иерархии является определение вектора глобальных приоритетов, являющегося в данном случае комплексным показателем уровня надёжности исследуемых предприятий относительно друг друга.

Ключевые слова: организационная структура, организационно-технологическая надёжность, метод анализа иерархий, инвестиционно-строительный проект, механизм оценки надёжности.

Введение. Существующие конкурсные процедуры, призванные повысить эффективность процессов отбора возможных участников инвестиционно-строительных проектов (ИСП) зачастую сводятся к довольно поверхностному анализу реальной эффективности функционирования участвующих в закупках, тендерах и аукционах предприятий и организаций.

Существенная концентрация механизмов проведения тендеров и аукционов на экономической составляющей, увязка целей и задач конкурсных процедур на минимизации стоимостных показателей проекта, приоритет предложений с минимальной стоимостью выполняемых работ зачастую обуславливают высокую вероятность наступления рискованных ситуаций [1] в процессе реализации ИСП.

В строительной промышленности, применительно ИСП наиболее характерными рисками считаются:

- риск несоблюдения ранее определенной сметной стоимости проекта;
- риск превышения установленных сроков реализации проекта;
- риск ненадлежащего качества выполняемых работ или несоблюдения технологий;

Одним из возможных путей решения возможных неблагоприятных исходов, а также минимизации рисков в строительном производстве может считаться инициация внедрения при проведении конкурсных процедур механизма оценки надёжности участников ИСП как элементов организационной структуры (ОС) [2].

Осуществляя отбор потенциальных участников ИСП не только на основании наиболее низкой предлагаемой цены в рамках аукциона или тендера, но и на основании глубокого структурного анализа широкого спектра показателей их деятельности [3] в определенном временном промежутке, становится возможным формирование организационной структуры ИСП из элементов с

достаточным уровнем собственной надежности, способных обеспечить достижение системой (организационной структурой ИСП) своей целевой функции с заданным качеством в статическом поле внешних воздействий при изменении ее внутренней среды [4].

Методология. Строение ОС ИСП можно представить в виде системы, состоящей из элементов, характеризующихся различным уровнем надежности и оказывающих взаимное влияние друг на друга посредством межэлементных связей. Взаимодействие элементов в рамках функционирования ОС при реализации ИСП сопровождается процессами закрепления и ослабления отдельных межэлементных связей, а также перераспределением между элементами задач и процессов, обеспечивающих как реализацию целевой функции системы, так и решение каждым элементом собственных задач.

Результатом использования несовершенных процедур организационного проектирования обуславливает невозможность успешной реализации ИСП с достижением его ключевых показателей, снижая его рентабельность. Реализуемые в настоящее время масштабные инвестиционные проекты в области атомной энергетики, предусматривающие многоуровневую взаимоувязку организационно-технологических и организационно-логистических процессов, распределенных между различными участниками ИСП, демонстрируют острую необходимость повышения эффективности процедур организационного проектирования [5].

Данная необходимость существенно возрастает по мере усложнения проекта и в ряде случаев обуславливается технологическими особенностями реализации проекта. Применительно к атомной отрасли таким технологическим аспектом может считаться объем и степень предмонтажного укрупнения строительных конструкций и оборудования, а также полномасштабное применение гибридно-блочного метода монтажа элементов конструкций и оборудования АЭС [6].

Многообразие возможных форм ОС, специфика поведения ОС в условиях изменения как ее внутренней среды, так и внешних условий, стремление к минимизации рисков обусловили необходимость разработки уникальных механизмов оценки и управления такими фундаментальными свойствами систем, как стойкость и устойчивость [7]. Следующим логичным этапом развития научных подходов к изучению закономерностей функционирования сложных человеко-машинных систем, какой по праву может считаться ОС ИСП, является изучение фундаментального свойства надежности.

Выполняемая научная работа является системным продолжением развития аппарата организационно-технологической надежности [8], разработке различных аспектов которого посвящены труды представителей научной школы НИУ МГСУ, профессоров: А.А. Гусакова, А.В. Гинзбурга, А.А. Лапидуса. Начиная со второй половины XX века аппарат ОТН системно развивался, были заложены основы имитационного, графического моделирования строительных систем, изучались отдельные аспекты ОТН:

- ОТН механизации строительства [9];
- ОТН заводского производства железобетонных изделий для крупнопанельных зданий [10];
- ОТН продолжительности строительства [11];
- ОТН материально-технического обеспечения строительства [12];
- ОТН стоимостных показателей строительства [13].
- организационно-технологический показатель (ОТП) строительного проекта;

Используя системный подход [14], как основополагающий инструмент проектирования ОС строительных предприятий актуально и научно обосновано в контексте развития аппарата ОТН перейти к разработке методологических основ оценки надежности участников ИСП как элементов ОС.

Основная часть. Теоретически механизм оценки надёжности участников ИСП как элементов ОС можно представить как задачу многофакторного анализа деятельности исследуемых предприятий в определённом временном промежутке. В работах [3,4] был разработан исходный перечень факторов, характеризующих деятельность предприятий, классифицированный на четыре смысловые группы [4].

Первоначально предполагалось осуществить сопоставление показателей данных факторов, полученных из ранее заполняемых исследуемыми предприятиями форм статистических наблюдений со среднеотраслевыми значениями, определенными по результатам обработки материалов официальных публикаций Федерального службы государственной статистики РФ. Однако, верификация исходного перечня факторов, осуществляемая относительно трех определяющих критериев [3], выявила невозможности использования исключительно статистического анализа и обусловила необходимость экспертной оценки части факторов. Данное обстоятельство потребовало деления четырех групп факторов на статистические и экспертные блоки [15]. Итоговый перечень факторов приведен ниже (табл. 1)

Таблица 1

Факторы деятельности предприятия, подлежащие статистической и экспертной оценке

№	Наименование <i>i</i> -го фактора	Значение <i>i</i> -го фактора
Экспертный блок		
Группа факторов, характеризующих организационную структуру предприятия		
1.	Наличие выраженных управляющей и исполнительской систем.	\dot{b}_i
2.	Наличие системы обратной связи.	
3.	Наличие системы определений рассогласования текущих параметров к программным.	
4.	Система выработки управляющих воздействий.	
5.	Система контроля управляющих воздействий.	
6.	Отсутствие дублирующих звеньев управления.	
7.	Наличие информационной системы.	
Производственно-технологическая группа		
1.	Наличие современных производственных технологий.	\dot{c}_i
2.	Гибкость производственного процесса	
3.	Применение современных материалов.	
4.	Современная энергетическая инфраструктура	
5.	Использование результатов НИОКР, реновация основных фондов.	
6.	Наличие производственных лабораторий и исследовательских подразделений.	
Финансово-экономическая группа		
1.	Доля собственных активов в общей сумме средств предприятия.	\dot{d}_i
2.	Отношение кредиторской задолженности предприятия к общей сумме обязательств предприятия.	
3.	Отношение собственных оборотных средств к общей сумме всех средств предприятия.	
4.	Коэффициент текущей ликвидности предприятия.	
5.	Запасы предприятия в целях обеспеченности;	
6.	Удельный вес вложений предприятия в производственные активы.	
Социально-трудовая группа		
1.	Система материальной заинтересованности в итогах труда работников предприятия.	\dot{f}_i
2.	Связь оплаты труда с качеством труда.	
3.	Развитие рационализаторства и изобретательства.	
4.	Материальное и моральное поощрение передовиков производства.	
5.	Наличие творческих конкурсов по профессии.	
6.	Система социальной защиты работников предприятия.	
7.	Доля участия предприятия в решении социальных проблем работников.	
8.	Социально-производственная репутация предприятия.	
Статистический блок		
Производственно-технологическая группа		
1.	Удельный вес полностью изношенных машин и оборудования	\dot{g}_i
2.	Удельный вес строительных машин с истекшим сроком службы в общем числе машин	
3.	Производительность труда	
4.	Уровень использования предприятием производственных мощностей	
Финансово-экономическая группа		
1.	Соотношение собственных и привлеченных средств инвестируемых в основной капитал	\dot{h}_i
2.	Индекс физического объема основных фондов (в постоянных ценах), в процентах к предыдущему году	
3.	Рентабельность услуг, оказываемых предприятием	
4.	Рентабельность активов предприятия	
5.	Динамика объема оборотных активов предприятия	
6.	Доля материальных затрат в общем числе затрат предприятия.	
7.	Динамика основных фондов (по полной учетной стоимости на конец года) в процентах к предыдущему году	
8.	Отношение дебиторской и кредиторской задолженностей предприятия	
Социально-трудовая группа		
1.	Текущая текучесть кадров	\dot{p}_i
2.	Отношение работников организации получивших в отчетном периоде дополнительное профессиональное образование, прошедших профессиональное обучение к общему числу работников организации	

3.	Доля специалистов с окончанным высшим образованием среди сотрудников предприятия
4.	Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата.
5.	Доля сотрудников предприятия со среднемесячной заработной платой менее 35 000 руб.
6.	Отношение заработной платы женщин к заработной плате мужчин
7.	Отношение средней заработной платы 10% наиболее оплачиваемых работников к средней заработной плате 10% наименее оплачиваемых работников
8.	Отношение штатных сотрудников (постоянных) к внешним совместителям и работающим по договорам ГПХ
9.	Доля сотрудников со стажем более 10 лет по основному месту работы

Вычисленные для каждого исследуемого предприятия значения факторов формируют массив исходных данных, подлежащих анализу. Сложность поиска приемлемого инструмента анализа полученных значений обуславливается необходимостью учета для каждой конкретной группы исследуемых предприятий таких обстоятельств, как:

- профиль деятельности исследуемых предприятий: являются ли предприятия проектными, строительными-монтажными, пуско-наладочными, ремонтными?;
- положение исследуемых предприятий в ОС ИСП: рассматриваются ли исследуемые организации в качестве генподрядчиков, субподрядчиков, службы технического заказчика?;
- фаза (стадия) реализации ИСП: на какой стадии находится реализация ИСП: прединвестиционной, инвестиционной, операционной?.

Вышеописанные обстоятельства требуют учета весовых характеристик групп факторов, изменяющихся в зависимости от указанных условий. Таким образом, существующую задачу возможно представить как задачу многокритериального выбора и воспользоваться для ее решения таким инструментом системного подхода как метод анализа иерархий (МАИ) [16].

Данный метод был впервые использован американским ученым Томасом Л. Саати более пятидесяти лет назад. С того времени он активно используется в качестве математического инструмента системного подхода к сложным проблемам принятия решений, в том числе и в инвестиционно-строительной сфере. Однако, следует заметить, что применение МАИ для оценки надежности участников ИСП возможно исключительно в контексте рассмотрения задачи выбора наиболее надежного предприятия из перечня потенциальных участников ИСП. Другими словами результатом применения МАИ к решению задачи оценки надёжности участников ИСП является получение для каждого исследуемого предприятия показателя, выраженного в относительных сравнительных величинах и позволяющего принять обоснованное решение о превосходстве одного предприятия над прочими по параметру надежности.

Целью МАИ применительно к данной задаче определяется оценка уровня надежности нескольких потенциальных участников ИСП. В качестве критериев принимаются группы системных факторов, разделённые на экспертные и статистические блоки (таблица 2).

Таблица 2

Критерии метода анализа иерархий при решении задачи оценки надежности потенциальных участников ИСП

№ критерия	Наименование критерия
1.	Организационная структура предприятия (экспертный блок).
2.	Производственно-технологический уровень оснащения предприятия (экспертный блок)
3.	Финансово-экономическое состояние предприятия (экспертный блок)
4.	Социально-трудовые условия функционирования предприятия (экспертный блок)
5.	Производственно-технологический уровень оснащения предприятия (статистический блок)
6.	Финансово-экономическое состояние предприятия (статистический блок)
7.	Социально-трудовые условия функционирования предприятия (статистический блок)

В качестве альтернатив МАИ принимаются потенциальные участники ИСП. Предположим существование в расчётной модели трех потенциальных участников. В таком случае дерево

иерархий можно представить следующим образом (рис. 1).

Последующими этапами МАИ являются:

1. Расчет приоритетов критериев относительно цели, выполняемый путем экспертного

парного сравнения критериев в соответствии со шкалой относительной важности суждений [17] Результатом данного расчета является получение вектора приоритета критериев по цели (1).

$$\bar{W}_k = \begin{pmatrix} k_1 \\ k_2 \\ k_3 \\ k_4 \\ k_5 \\ k_6 \\ k_7 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Последующая верификация полученных результатов выполняется путем оценки согласованности суждений экспертов и нахождением отно-

шения согласованности [18]. При нахождении отношения согласованности в допустимых пределах возможен переход к следующему этапу.

2. Парное сравнение альтернатив по критериям. Источником данных для расчета на данном этапе являются статистически и экспертно полученные показатели факторов деятельности исследуемых предприятий. С целью снижения сложности вычислений от каждой группы факторов в расчет включается один показатель, вычисляемый как медианное значение всех факторов данной группы. Парное сравнение семи показателей $(b_{ij}; c_{ij}; d_{ij}; f_{ij}; g_{ij}, h_{ij}, p_{ij})$ трёх исследуемых предприятий (№1,2,3) позволяет нам получить семь векторов локальных приоритетов альтернатив по критериям (2):

$$\bar{W}_b = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{pmatrix}; \bar{W}_c = \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{pmatrix}; \bar{W}_d = \begin{pmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \end{pmatrix}; \bar{W}_f = \begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \end{pmatrix}; \bar{W}_g = \begin{pmatrix} g_1 \\ g_2 \\ g_3 \end{pmatrix}; \bar{W}_h = \begin{pmatrix} h_1 \\ h_2 \\ h_3 \end{pmatrix}; \bar{W}_p = \begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{pmatrix} \quad (2)$$



Рис. 1. Дерево иерархий оценки уровня надежности потенциальных участников ИСП

3. Определение вектора глобальных приоритетов. Векторы локальных приоритетов альтернатив по критериям в совокупности могут быть представлены в виде матрицы, имеющей размерность 7 x 3. Умножая данную матрицу на

вектор локальных приоритетов критериев по цели, мы получаем вектор глобальных приоритетов альтернатив по цели, являющийся конечным результатом расчета.

$$4. \bar{W}_Q = \begin{pmatrix} b_1 & c_1 & d_1 & f_1 & g_1 & h_1 & p_1 \\ b_2 & c_2 & d_2 & f_2 & g_2 & h_2 & p_2 \\ b_3 & c_3 & d_3 & f_3 & g_3 & h_3 & p_3 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} k_1 \\ k_2 \\ k_3 \\ k_4 \\ k_5 \\ k_6 \\ k_7 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} q_1 \\ q_2 \\ q_3 \end{pmatrix} \quad (3)$$

Вычисленный вектор глобальных приоритетов альтернатив наглядно демонстрирует превосходство (значимость) выбранных альтернатив

друг относительно друга. Данный вектор является нормализованным, поэтому превосходство той или иной альтернативы (выбранного предприятия) будет выражена в долях от единицы.

Данные вектора глобальных приоритетов достаточно объективно отражают уровень надежности исследуемых потенциальных участников ИСП в относительных единицах, поэтому становится возможным введение понятия коэффициента относительной надежности предприятия или коэффициента приоритетности выбора предприятия по параметру надежности - K_{v_n} , выражаемого через соответствующее значение вектора глобальных приоритетов:

$$K_{v_n} = q_n \quad (4)$$

По результатам расчета наиболее надежным, относительно все прочих исследуемых предприятий, признается то предприятие, значение коэффициента относительной надежности которого в векторе глобальных приоритетов МАИ является наибольшим.

Выводы. Разработка авторского механизма оценки надежности участников инвестиционно-строительного проекта является логичным продолжением научных исследований в части разработки аппарата ОТН.

В качестве эффективного математического инструмента системного подхода при решении задач оценки надёжности предприятий строительной отрасли актуально и оправдано использование метода анализа иерархий, позволяющего выполнить глубокий структурный анализ большого количества экспертно и статистически полученных данных о деятельности потенциальных участников ИСП с учетом различных весовых характеристик анализируемых факторов.

Применение для оценки надёжности потенциальных участников ИСП МАИ позволяет получить результат формализованный в качестве коэффициента относительной надежности предприятия или коэффициента приоритетности выбора предприятия по параметру надежности - K_{v_n} , выражаемого через соответствующее значение вектора глобальных приоритетов МАИ и наглядно демонстрирующий превосходство исследуемых предприятий друг относительно друга.

Дополнение существующих конкурсных процедур, проводимых с целью выбора потенциальных участников ИСП, механизмом оценки их надёжности позволит снизить вероятность наступления рискованных ситуаций в процессе реализации ИСП и значительно повысит эффективность реализации проектов путем формирования организационных структур ИСП из элементов с достаточным уровнем собственной надежности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Цопа Н.В. О необходимости применения

риск-ориентированных методов для обеспечения устойчивости инвестиционно-строительного проекта // Строительство и техногенная безопасность. 2017. № 7 (59). С. 25–35

2. Морозенко А.А., Воронков И.Е. Проблемы оценки и повышения надежности элементов организационной структуры инвестиционно-строительного проекта // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 12. С. 30–32

3. Воронков И.Е. Основы механизмов оценки надежности предприятий - участников инвестиционно-строительных проектов как элементов организационной структуры // Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. № 2(113). С. 249–257

4. Морозенко А.А., Воронков И.Е. Современные подходы к оценке надежности предприятий, участвующих в реализации инвестиционно-строительных проектов // Научное обозрение. 2017. № 12. С. 123–128

5. Колосков А.А. К вопросу о проектировании организационных структур управления предприятием / The modern world: experience, problems and prospects сб. материалов. II international research and practice conference // Волгоградский кооперат. инст. (31 октября 2016 г.), Los Gatos: Professional science, 2016. С. 44–50

6. Морозенко А.А., Воронков И.Е. Повышение эффективности организационно-технологических решений при строительстве АЭС на основе современного российского и зарубежного опыта // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 10. С. 74–79.

7. Морозенко А.А. Формирование оптимальной с точки зрения устойчивости организационной структуры инвестиционно-строительного проекта // Промышленное и гражданское строительство. 2012. №12. С. 33–34.

8. Гинзбург А.В. Организационно-технологическая надежность строительных систем // Вестник МГСУ. 2010. № 4-1. С. 251–255.

9. Гинзбург А.В., Фахратов В.М. Функциональное моделирование эксплуатации и обслуживания средств механизации и транспортирования в процессах строительства в среде САПР // Естественные и технические науки. 2015. №6(84). С. 407–409.

10. Гусаков А.А., Гинзбург А.В., Веремеенко С.В., Монфред Ю.Б., Прыкин Б.В., Яровенко С.М. Организационно-технологическая надежность строительства. М.: Изд-во А/О "Внешторгиздат", 1994. 472 с.

11. Кузнецов С. М., Холмеева Н.В., Ольховиков С. Э. Обоснование риска

продолжительности строительства объектов // Научно-исследовательские публикации. 2014. № 3 (7). С. 23–31.

12. Жавнеров П.Б., Гинзбург А.В. Проблемы повышения организационно-технологической надежности строительных организаций // Вестник иркутского государственного технического университета. 2014. №11. С. 156–161.

13. Гинзбург А.В., Рыжкова А.И. Возможности искусственного интеллекта по повышению организационно-технологической надежности строительного производства // Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. № 1(112). С. 7-13.

14. Новикова В.Н. Совершенствование системного подхода к повышению качества строительной продукции в управлении проектами строительства жилых домов // Инженерный вестник Дона. 2016. Т. 43. № 4(43). С. 192.

15. Воронков И.Е. Оценка и повышение надёжности организационных структур ИСП методом анализа иерархий // IOP Conf. Series:

Materials Science and Engineering 365 (2018) 062035. DOI:10.1088/1757-899X/365/6/062035

16. Наумов А.Е., Щенятская М.А. Практические аспекты использования метода анализа иерархий для политикритериального сравнительного анализа портфельных альтернатив // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 223–227.

17. Привалов А.А., Кравцов А.О., Вандич А.П., Горбач А.Н. Методика выбора приоритетных элементов ИТКС, функционирующей в условиях применения организованным нарушителем таргетированных атак // Труды ЦНИИС. Санкт-Петербургский филиал. 2016. Т. 1. № 2(3). С. 55–64.

18. Вороновский В.В., Дудко А.Н., Паздников В.Ю., Сохранный Е.П., Усиков С.Б. Задача повышения отношения согласованности экспертных оценок при определении важности характеристик исследуемых объектов // Космонавтика и ракетостроение. 2017. № 1(94). С. 46–53.

Информация об авторах

Воронков Иван Евгеньевич, старший преподаватель кафедры строительства объектов тепловой и атомной энергетики. E-mail: voronkovie@mgsu.ru. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ). Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26.

Поступила в июле 2018 г.

© Воронков И.Е. 2018

^{1,*}Voronkov I.E.

¹Moscow State University of Civil Engineering (National Research University).

Russia, 129337, Moscow, Yaroslavl'skoe shosse, 26

*E-mail: voronkovie@mgsu.ru

THE VECTOR OF GLOBAL PRIORITIES IN THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS AS A RELATIVE INDICATOR OF THE RELIABILITY OF POTENTIAL PARTICIPANTS OF INVESTMENT AND CONSTRUCTION PROJECTS

Abstract. *The desire to improve the efficiency of investment and construction projects, to improve the existing competitive procedures in the selection of participants, to minimize possible risks defines the need to develop methodological bases for assessing the reliability of investment participants and construction projects as elements of the organizational structure. This work is a systematic continuation of the research in the field of studying the apparatus of organizational and technological reliability and the fundamental properties of the organizational structure, such as stability and durability. Comprehensive multi-factor analysis of the activities of construction enterprises and organizations within the prescribed time period can be recognized as a way to implement the mechanism for assessing the reliability of participants in investment and construction projects. The initial data for reliability calculation can be relative statistical and absolute expert indicators. A way to obtain relative statistical data is to compare the performance of specific enterprises with the industry average, obtained from objective sources – the official publications of the Federal State Statistics Service. Absolute expert indicators can be received by the results of expert evaluation of individual factors of the studied enterprises' activity. The use of the analytic hierarchy process is justified as a system approach tool for processing the generated array of initial statistical and expert data. This allows the analysis of a large number of indicators, taking into account various weight characteristics. Determining the vector of global priorities is the result of the application of the analytic hierarchy process for evaluating the reliability of investment and*

construction projects' participants. In this case, they are a comprehensive indicator of the studied enterprises' reliability level mutually relative.

Keywords: *organizational structure, organizational and technological reliability, analytic hierarchy process, an investment and construction project, reliability assessment mechanism.*

REFERENCES

1. Zopa N.V. On the need to apply risk-based methods to ensure the sustainability of the investment and construction project. *Construction and technogenic security*, 2017, no. 7 (59), pp. 25–35
2. Morozenko A.A., Voronkov I.E. Problems of evaluation and improvement of reliability of elements of the organizational structure of the investment and construction project. *Industrial and civil construction*, 2014, no. 12, pp. 30–32
3. Voronkov I.E. Fundamentals of mechanisms for assessing the reliability of enterprises - participants in investment and construction projects as elements of the organizational structure. *Vestnik MGSU*, 2018, vol. 13, no. 2 (113), pp. 249–257
4. Morozenko A.A., Voronkov I.E. Modern approaches to assessing the reliability of enterprises involved in the implementation of investment and construction projects *Scientific review*, 2017, no. 12, pp. 123–128.
5. Koloskov A.A. On the question of designing organizational structures of enterprise management. The modern world: experience, problems and prospects collection of materials. II international research and practice conference. Volgograd cooperative. inst. (October 31, 2016), Los Gatos: Professional science, 2016, pp. 44–50
6. Morozenko A.A., Voronkov I.E. Increasing the efficiency of organizational and technological solutions in the construction of nuclear power plants on the basis of modern Russian and foreign experience. *Industrial and civil construction*, 2014, no. 10, pp. 74–79.
7. Morozenko A.A. Formation of the optimal organizational structure of the investment and construction project from the point of view of sustainability. *Industrial and civil construction*, 2012, no. 12, pp. 33–34.
8. Ginzburg A.V. Organizational and technological reliability of building systems. *Vestnik MGSU*, 2010, no. 4-1, pp. 251–255.
9. Ginzburg A.V., Fakhratov V.M. Functional modeling of operation and maintenance of means of mechanization and transportation in construction processes in the CAD environment. *Natural and technical sciences*, 2015, no. 6 (84), pp. 407–409.
10. Gusakov A.A., Ginzburg A.V., Veremeenko S.V., Monfred Y.B., Prykin B., Yarovenko S.M. Organizational and technological reliability of construction. Moscow: Publishing House of JSC "Vneshtorgizdat", 1994, 472 p.
11. Kuznetsov S.M., Kholomeeva N.V., Olkhovikov S.E. Justification of the risk of the duration of construction of objects. *Scientific-research publications*, 2014, no. 3 (7), pp. 23–31
12. Zhavnerov P. B., Ginzburg A.V. The problems of increasing the organizational and technological reliability of construction organizations. *Herald of the Irkutsk State Technical University*, 2014, no. 11, pp. 156–161.
13. Ginzburg A.V., Ryzhkova A.I. Possibilities of artificial intelligence to improve the organizational and technological reliability of construction production. *Vestnik MGSU*, 2018, vol. 13, no. 1 (112), pp. 7–13.
14. Novikova V.N. Perfection of the system approach to improving the quality of construction products in the management of housing projects. *Engineering Herald of the Don*, 2016, vol. 43, no. 4 (43), p. 192.
15. Voronkov I.E. Evaluation and improvement of the reliability of organizational structures of ICP by the method of hierarchy analysis. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 365* (2018) 062035. DOI: 10.1088 / 1757-899X / 365/6/062035.
16. Naumov A.E., Shchenyatskaya M.A. Practical aspects of using the method of analyzing hierarchies for a politi-criteria comparative analysis of portfolio alternatives *Bulletin of BSTU named after. V.G. Shukhov*, 2017, no. 1, pp. 223–227.
17. Privalov A.A., Kravtsov A.O., Vandich A.P., Gorbach A.N. The method of selecting priority elements of ITCS, functioning in conditions of application of targeted attacks by an organized violator *Proceedings of CNIIS. St. Petersburg filial agency*, 2016, vol. 1, no. 2 (3), pp. 55–64.
18. Voronovsky V.V., Dudko A.N., Pazdnikov V.Yu., Savaniy E.P., Usikov S.B. The task of increasing the ratio of the consistency of expert assessments in determining the importance of the characteristics of the objects under investigation. *Cosmonautics and rocket science*, 2017, no. 1 (94), pp. 46–53.

Information about the author

Voronkov, Ivan E. Senior lecturer. E-mail: voronkovie@mgsu.ru. Moscow State University of Civil Engineering (National Research University). Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26.

Received in July 2018

Для цитирования:

Воронков И.Е. Вектор глобальных приоритетов метода анализа иерархий как относительный показатель уровня надежности потенциальных участников инвестиционно-строительных проектов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. №12. С. 137–145. DOI: 10.12737/article_5bf7e35fd74483.00537194

For citation:

Voronkov I.E. The vector of global priorities in the analytic hierarchy process as a relative indicator of the reliability of potential participants of investment and construction projects. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov, 2018, no. 120, pp. 137–145. DOI: 10.12737/article_5bf7e35fd74483.00537194