

УДК 681.3

DOI: [10.26102/2310-6018/2020.29.2.027](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2020.29.2.027)

Многоаспектная оценка качества проектов по обеспечению экологической безопасности строительных процессов

В.А. Чертов, А.В. Падалко

*Воронежский государственный технический университет,
Воронеж, Российская Федерация*

Резюме: В статье решается проблема многоаспектной оценки качества проектов по обеспечению экологической безопасности комплекса строительных процессов, выполняемых при возведении зданий и сооружений. Формируется система критериев качества проектов данного типа, включающая один интегральный критерий и четыре комплексных критерия, характеризующих проекты с точки зрения их актуальности, обоснованности, экономической целесообразности, реалистичности, и двадцать шесть локальных критериев. Все критерии удовлетворяют требованиям адекватности, полноты и чувствительности. Они носят системный характер и охватывают основные аспекты экологической безопасности строительных производств. На основе использования мультипликативной, аддитивной, метрической и дихотомической сверток выписываются формулы для оценки интегрального и комплексных критериев качества проектов по обеспечению экологической безопасности строительных процессов. Разрабатывается алгоритм многоаспектной оценки качества проектов данного типа, построенный на использовании указанных формул. Внедрение данного алгоритма в практику работы территориальных экологических органов позволит решить ряд актуальных вопросов, а именно: повысить качество экспертизы проектов по обеспечению экологической безопасности строительных процессов; стимулировать внедрение цифровых технологий в практику организации строительных работ; унифицировать правовые, экономические и технические механизмы стимулирования внедрения «зеленых» технологий в работу строительных организаций.

Ключевые слова: строительство, проект, экологическая безопасность, оценка, критерий, алгоритм.

Для цитирования: Чертов В.А., Падалко А.В. Многоаспектная оценка качества проектов по обеспечению экологической безопасности строительных процессов. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2020;8(2). Доступно по: https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/05/ChertovPadalko_2_20_1.pdf DOI: 10.26102/2310-6018/2020.29.2.027

Multi-aspect assessment of the quality of projects to ensure the environmental safety of construction processes

V.A. Chertov, A.V. Padalko

Voronezh state technical University, Voronezh, Russian Federation

Abstract: The article solves the problem of multi-aspect assessment of the quality of projects to ensure environmental safety of the complex of construction processes performed during the construction of buildings and structures. A system of quality criteria for projects of this type is formed, including one integral criterion and four complex criteria that characterize projects in terms of their relevance, feasibility, economic feasibility, realism, and twenty-six local criteria. All criteria meet the requirements of adequacy, completeness and sensitivity. They are systemic in nature and cover the main aspects of environmental safety of construction industries. Based on the use of multiplicative, additive, metric and

dichotomous convolutions, formulas are written for evaluating the integral and complex quality criteria of projects to ensure the environmental safety of construction processes. An algorithm for multi-aspect assessment of the quality of projects of this type based on the use of these formulas is developed. The implementation of this algorithm in the practice of territorial environmental authorities will solve a number of topical issues, namely: to improve the quality of expertise of projects to ensure the environmental safety of construction processes; to encourage the introduction of digital technologies in the practice of organizing construction work; to unify legal, economic and technical mechanisms to encourage the introduction of "green" technologies in the work of construction organizations.

Keywords: construction, project, environmental safety, assessment, criterion, algorithm.

For citation: Chertov V.A., Padalko A.V. Multi-aspect assessment of the quality of projects to ensure the environmental safety of construction processes. *Modeling, optimization and information technology*. 2020;8(2). Available by: https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/05/ChertovPadalko_2_20_1.pdf DOI: 10.26102/2310-6018/2020.29.2.027 (In Russ.).

Введение

Вопросы экологии и охраны окружающей среды особенно остро стоят в сфере строительной индустрии [1-4]. Загрязнение окружающей среды при выполнении строительных работ связано с решением многих проблем. Среди них следует выделить наиболее существенные [3]: 1) неэффективная утилизация строительных отходов и продуктов сноса зданий и сооружений; 2) недостаточная эффективность мер по предотвращению попадания вредных веществ в почву, воду и атмосферу в результате нарушения технологии производства строительных работ, применения устаревших технологий, а так же использования устаревшей строительной техники; 3) недостаточная эффективность и комплексность разработки, организации и контроля выполнения проектов по обеспечению экологической безопасности строительных процессов. В настоящее время основное внимание, как в научном, так и практическом плане, уделяется решению первых двух из перечисленных проблем. И здесь достигнуты определенные успехи [5-10]. Третья же проблема пока не получила должной научной проработки. Прежде всего, на сегодняшний день не выработана унифицированная система критериев оценки качества проектов этого типа, соответственно отсутствуют алгоритмы их оценки. В результате многие из проектов не соответствуют заявленному назначению, ведут к убыточности, не обладают инвестиционной привлекательностью.

Цель статьи заключается в повышении качества экспертизы проектов по обеспечению экологической безопасности строительных процессов за счет разработки математико-инструментальных средств многоаспектной оценки качества проектов данного типа. Для достижения поставленной цели последовательно решаются следующие задачи: формируется система критериев качества проектов этого типа; предлагаются методы оценки интегрального и комплексных критериев; разрабатывается алгоритм проведения расчетов.

Система критериев качества проектов по обеспечению экологической безопасности строительных процессов

Анализ и обобщение действующего законодательства РФ в сфере экологии [11-14] и опыта работы зарубежных экологических агентств [15-19], показывает, что для полной и всесторонней экспертизы предлагаемых к реализации проектов по обеспечению экологической безопасности строительных процессов, их целесообразно оценивать по следующим позициям: актуальности, обоснованности, экономической целесообразности

и практическая реалистичности. Помимо этого каждому проекту данного типа необходимо давать интегральную оценку, характеризующую его качество в целом.

Актуальность проекта должна подтверждаться соответствием его параметров природоохранным приоритетам региона и действующему законодательству, а также характеризовать степень воздействия реализации проекта на окружающую среду, эффективность используемых природоохранных технологий, целевое использование затрат на природоохранные меры, а также влияние на выполнение сопредельных проектов.

Обоснованность предполагает оценку проекта по уровню разработанности проектно-сметной документации, качеству технико-экономического обоснования его параметров; апробированности концепции и используемых природоохранных технологий; ожидаемому природоохранному эффекту; возможности получения дополнительных природоохранных эффектов.

Экономическая целесообразность проекта предполагает его оценку с точки зрения возможной прибыли от реализации, возможность самофинансирования проекта, степени проработанности экономической части общего бизнес-плана и бизнес-планов у соисполнителей проекта, инвестиционной привлекательности проекта.

Реалистичность проекта должна подтверждаться соответствием его бюджета целям и задачам; оптимальностью план-графика реализации; возможностью своевременных поставок необходимой техники, оборудования и материалов; соответствием уровня профессиональной подготовки руководителя проекта и его команды решаемым задачам, социальной значимостью проекта, реалистичностью создания кооперации исполнителей.

Система критериев качества проектов рассматриваемого типа, разработанная согласно сформулированным выше соображениям, а также с учетом требований к их адекватности, полноте, чувствительности и вычислимости, представлена на Рисунке 1.

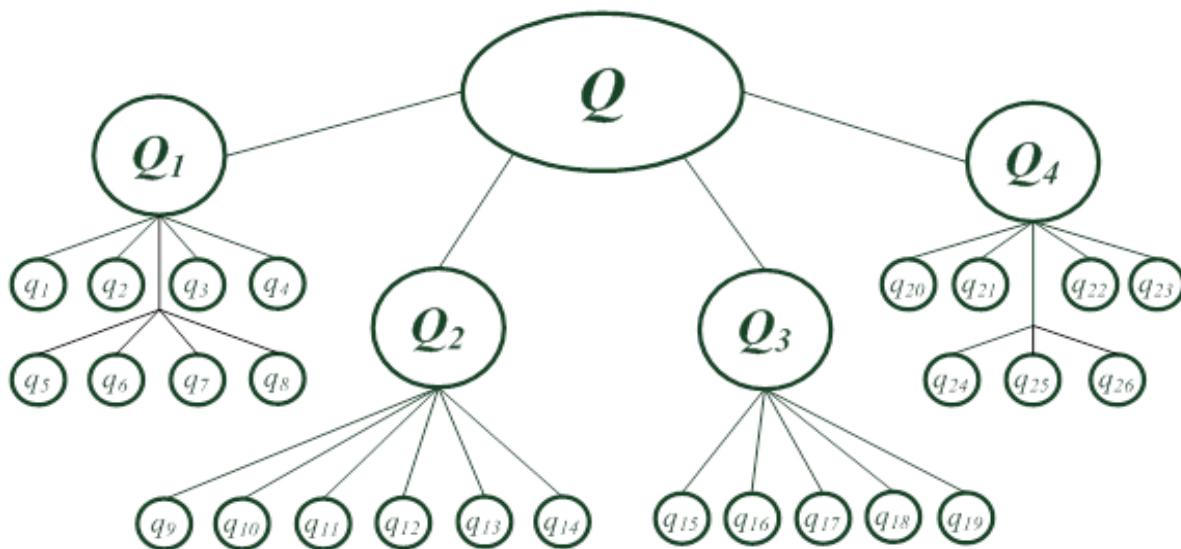


Рисунок 1 – Система критериев качества проектов по обеспечению экологической безопасности строительных процессов
 Figure 1 – System of quality criteria for projects to ensure environmental safety of construction processes

Символами на этом рисунке обозначены:

$Q = \langle Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 \rangle$ – интегральный критерий качества проектов по обеспечению экологической безопасности строительных процессов, объединяющий четыре комплексных критерия: Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 ;

$Q_1 = \langle q_1, \dots, q_8 \rangle$ – комплексный критерий актуальности проекта, объединяющий восемь локальных критериев: q_1 – степень соответствия проекта экологическим программам региона; q_2 – качество мер по утилизации строительных отходов и продуктов сноса зданий и сооружений; q_3 – качество мер по защите почвы от загрязнения; q_4 – качество мер по защите атмосферного воздуха от загрязнения; q_5 – качество мер по защите вод от загрязнения; q_6 – степень соответствия реализуемых природоохранных технологий мировым и общероссийским стандартам; q_7 – удельный уровень затрат на реализацию прямых природоохранных технологий; q_8 – степень влияния проекта на эффективность реализации смежных региональных проектов по защите окружающей среды.

$Q_2 = \langle q_9, \dots, q_{14} \rangle$ – комплексный критерий обоснованности проекта, объединяющий шесть локальных критериев: q_9 – степень разработанности проектно-сметной документации; q_{10} – качество технико-экономического обоснования параметров проекта; q_{11} – степень апробированности концепции проекта; q_{12} – степень апробированности используемых природоохранных технологий; q_{13} – степень обоснованности ожидаемого природоохранного эффекта; q_{14} – возможность получения дополнительных природоохранных эффектов от реализации проекта.

$Q_3 = \langle q_{15}, \dots, q_{19} \rangle$ – комплексный критерий экономической целесообразности проекта, объединяющий пять локальных критериев: q_{15} – возможность получения прибыли от реализации проекта; q_{16} – возможность самофинансирования проекта; q_{17} – степень проработанности экономической части общего бизнес-плана проекта и бизнес-планов его соисполнителей; q_{18} – корректность допущений, принятых при составлении бизнес-плана проекта; q_{19} – уровень инвестиционной привлекательности проекта.

$Q_4 = \langle q_{20}, \dots, q_{26} \rangle$ – комплексный критерий реалистичности проекта, объединяющий семь локальных критериев: q_{20} – соответствие бюджета проекта его целям и задачам; q_{21} – оптимальность план-графика реализации проекта; q_{22} – возможность своевременных поставок необходимой техники, оборудования и материалов; q_{23} – соответствие уровня профессиональной подготовки руководителя проекта и его команды решаемым задачам; q_{24} – уровень социальной значимости проекта; q_{25} – реалистичность создания кооперации исполнителей проекта; q_{26} – степень согласования проекта с другими региональными проектами.

Оценка интегрального и комплексных критериев качества проектов по обеспечению экологической безопасности строительных процессов

Пусть имеются экспертные оценки локальных критериев $\bar{q}_i (i = \overline{1,26})$ по всем четырем группам, определенные по шкале $[0,1]$ (1-высшая, 0-низшая оценка). Тогда оценка интегрального и комплексных критериев качества рассматриваемых проектов может быть получена одним из методов свертки, а именно: аддитивной, мультипликативной, метрической и дихотомической.

Расчет комплексных критериев Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 методом аддитивной свертки производится по формулам:

$$\begin{aligned} Q_1 &= \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 \mu_i \bar{q}_i; \left(\sum_{i=1}^8 \mu_i = 1 \right); Q_2 = \frac{1}{6} \sum_{i=9}^{14} \mu_i \bar{q}_i; \left(\sum_{i=9}^{14} \mu_i = 1 \right); \\ Q_3 &= \frac{1}{5} \sum_{i=15}^{19} \mu_i \bar{q}_i; \left(\sum_{i=15}^{19} \mu_i = 1 \right); Q_4 = \frac{1}{7} \sum_{i=20}^{26} \mu_i \bar{q}_i; \left(\sum_{i=20}^{26} \mu_i = 1 \right), \end{aligned} \quad (1)$$

где μ_i – экспертные коэффициенты относительной значимости локальных критериев.

Расчет интегрального критерия Q осуществляется по формуле:

$$Q = 0,25 \sum_{i=1}^4 \xi_i Q_i; \left(\sum_{i=1}^4 \xi_i = 1 \right), \quad (2)$$

где ξ_i – экспертные коэффициенты относительной значимости комплексных критериев.

Расчет интегрального Q и комплексных критериев Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 методом мультипликативной свертки производится по формулам:

$$Q = \prod_{i=1}^4 \xi_i Q_i, \quad (3)$$

$$\begin{aligned} Q_1 &= \prod_{i=1}^8 \mu_i \bar{q}_i; \left(\sum_{i=1}^8 \mu_i = 1 \right); Q_2 = \prod_{i=9}^{14} \mu_i \bar{q}_i; \left(\sum_{i=9}^{14} \mu_i = 1 \right); \\ Q_3 &= \prod_{i=15}^{19} \mu_i \bar{q}_i; \left(\sum_{i=15}^{19} \mu_i = 1 \right); Q_4 = \prod_{i=20}^{26} \mu_i \bar{q}_i; \left(\sum_{i=20}^{26} \mu_i = 1 \right). \end{aligned} \quad (4)$$

В случае использования метода метрической свертки используются формулы:

$$Q = \sqrt{\sum_{i=1}^4 \xi_i (1 - Q_i)^2}, \quad (5)$$

$$\begin{aligned} Q_1 &= \sqrt{\sum_{i=1}^8 \mu_i (1 - q_i)^2}; Q_2 = \sqrt{\sum_{i=9}^{14} \mu_i (1 - q_i)^2}; \\ Q_3 &= \sqrt{\sum_{i=15}^{19} \mu_i (1 - q_i)^2}; Q_4 = \sqrt{\sum_{i=20}^{26} \mu_i (1 - q_i)^2}. \end{aligned} \quad (6)$$

При использовании метода дихотомической свертки возможны следующие варианты.

А) *Гарантированная оценка.* В этом случае расчет интегрального Q и комплексных критериев Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 производится по формулам:

$$Q = \min \left[\min(\xi_1 Q_1; \xi_4 Q_4); \min(\xi_2 Q_2; \xi_3 Q_3) \right]. \quad (7)$$

$$\begin{aligned} Q_1 &= \min_{i=1,8} \mu_i \bar{q}_i; Q_2 = \min_{i=9,14} \mu_i \bar{q}_i; \\ Q_3 &= \min_{i=15,19} \mu_i \bar{q}_i; Q_4 = \min_{i=20,26} \mu_i \bar{q}_i. \end{aligned} \quad (8)$$

Б) *Оптимистическая оценка.* В этом случае расчет интегрального Q и комплексных критериев Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 производится по формулам:

$$Q = \min \left[\min(\xi_1 Q_1; \xi_4 Q_4); \min(\xi_2 Q_2; \xi_3 Q_3) \right]. \quad (9)$$

$$\begin{aligned} Q_1 &= \max_{i=1,8} \mu_i \bar{q}_i; Q_2 = \max_{i=9,14} \mu_i \bar{q}_i; \\ Q_3 &= \max_{i=15,19} \mu_i \bar{q}_i; Q_4 = \max_{i=20,26} \mu_i \bar{q}_i. \end{aligned} \quad (10)$$

В) *Смешанная оценка* предполагает расчет интегрального Q и комплексных критериев Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 по формулам:

$$Q = \min \left[\max(\xi_1 Q_1; \xi_4 Q_4); \max(\xi_2 Q_2; \xi_3 Q_3) \right]. \quad (11)$$

или

$$Q = \max \left[\min(\xi_1 Q_1; \xi_4 Q_4); \min(\xi_2 Q_2; \xi_3 Q_3) \right], \quad (12)$$

в которых оценки Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 даются по формулам (8) или (10).

Алгоритм многоаспектной оценки качества проектов по обеспечению экологической безопасности строительных процессов

Приведенные выше соображения позволили разработать алгоритм многоаспектной оценки качества проектов по обеспечению экологической безопасности комплекса строительных процессов. Блок-схема алгоритма представлена на Рисунке 2. В соответствие с этим алгоритмом задача решается пошагово.

На *первом шаге* производится анализ представленного проекта и условий его выполнения, по результатам которого назначаются коэффициенты μ_i и ξ_i .

На *втором шаге* осуществляется экспертная оценка локальных критериев качества проекта $q_i (i = \overline{1,26})$.

На *третьем шаге* производится выбор метода свертки критериев.

В том случае, когда нет оснований для выбора того или иного варианта свертки, задача решается последовательно для всех вариантов свертки.

На *четвертом шаге* проводится оценка интегрального и комплексных критериев качества проекта. Если выбрана аддитивная свертка, то оценка производится по формулам (1)-(2). В случае выбора мультипликативной свертки оценка производится по формулам (3)-(4). Если выбрана метрическая свертка, то используются формулы (5)-(6), а при дихотомической свертке – (7)-(12).

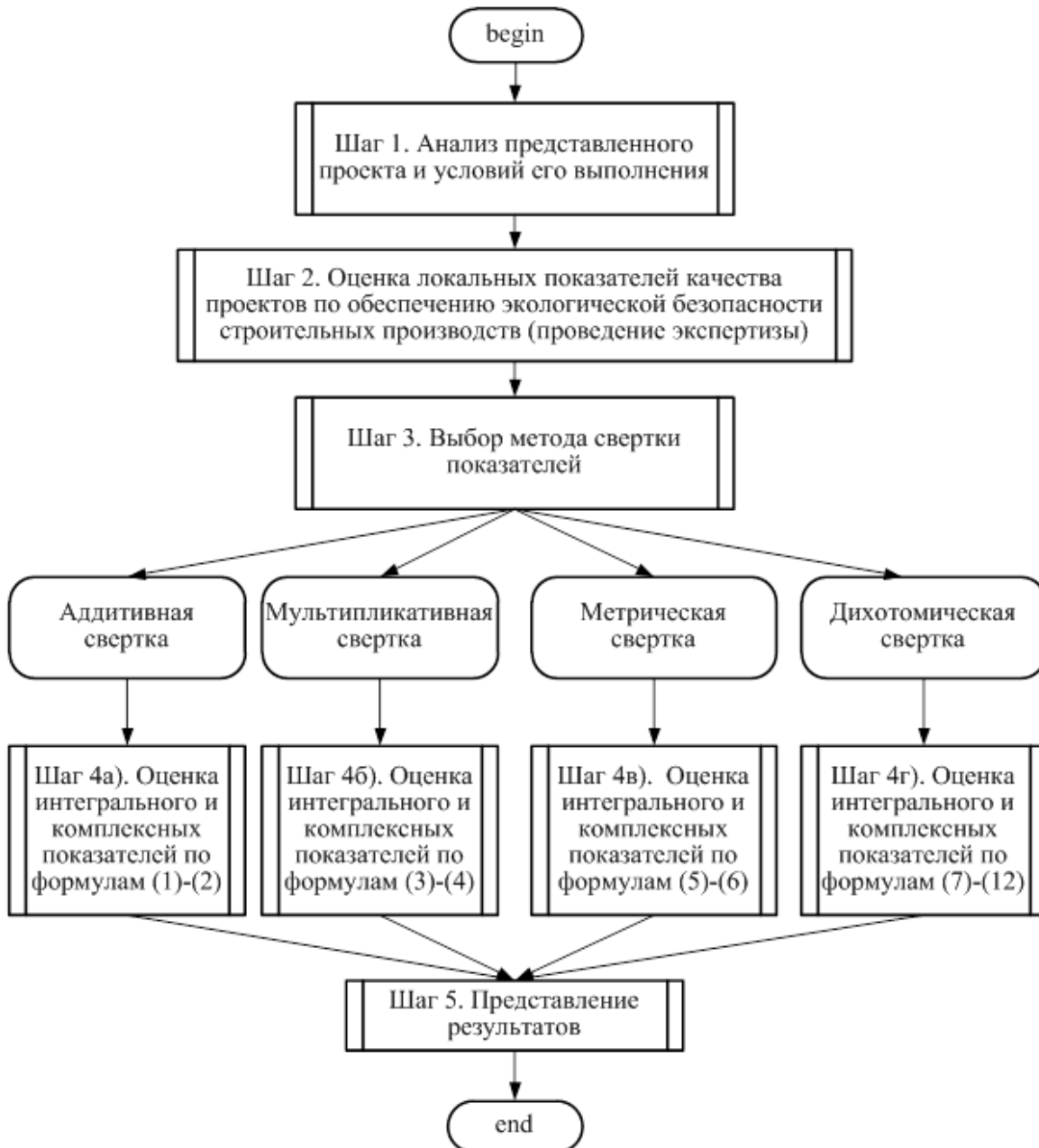


Рисунок 2 – Алгоритм многоаспектной оценки качества проектов по обеспечению экологической безопасности строительных процессов

Figure 2 – Algorithm for multidimensional quality assessment of projects to ensure the environmental safety of construction processes

На *пятом шаге* осуществляется вывод результатов оценки. Пример выходного интерфейса алгоритма многоаспектной оценки качества проектов по обеспечению экологической безопасности строительных процессов представлен на Рисунке 3.

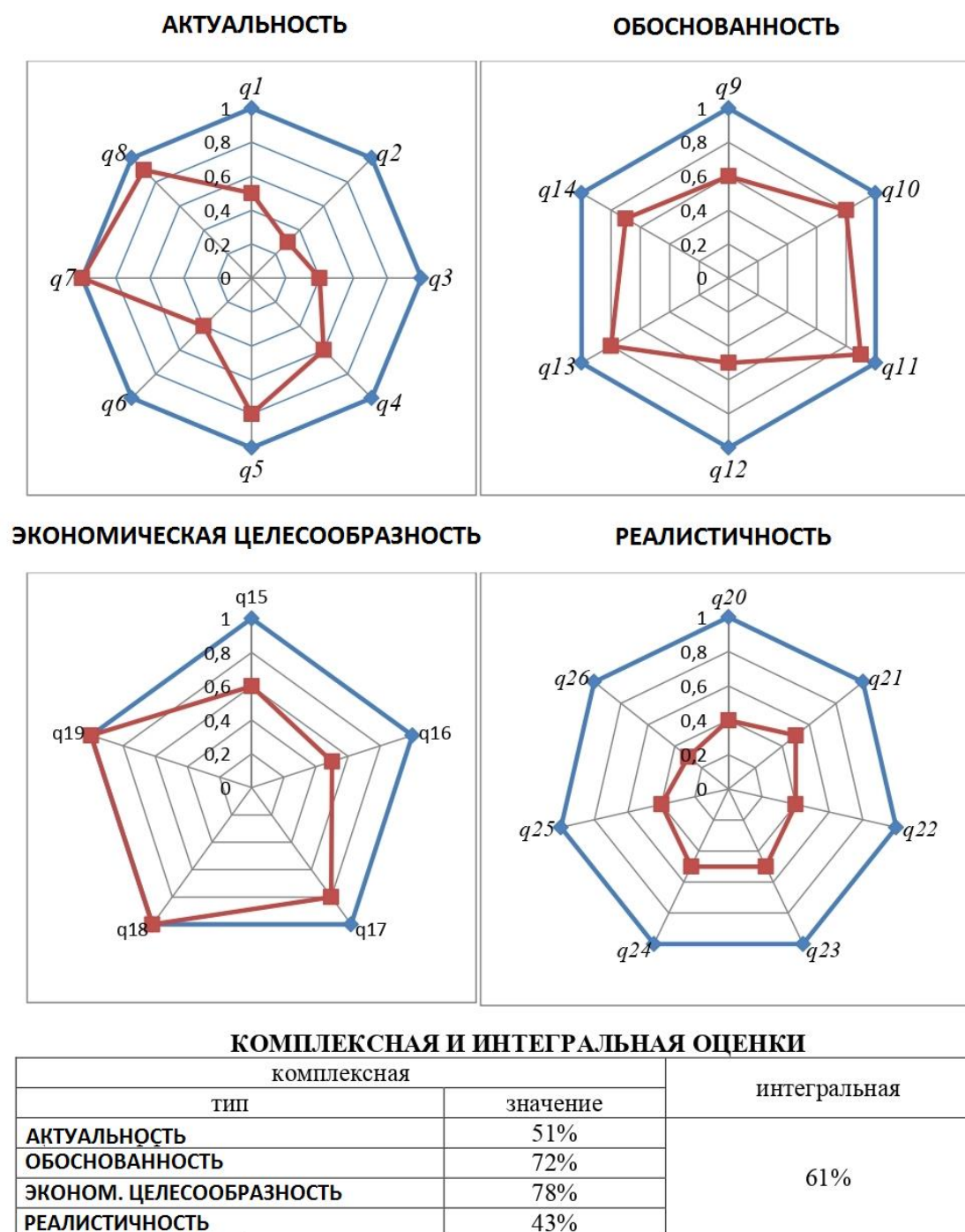


Рисунок 3 – Пример выходного интерфейса алгоритма многоаспектной оценки качества проектов по обеспечению экологической безопасности строительных процессов

Figure 3 – Example of the output interface of the multi-aspect quality assessment algorithm for projects to ensure environmental safety of construction processes

Заключение

При решении задачи многоаспектной оценки качества проектов по обеспечению экологической безопасности строительных процессов предложено исходить из того, что их успешная реализация связана, прежде всего, с актуальностью, обоснованностью,

экономической целесообразностью и реалистичностью. Для оценки проектов по данным аспектам выделено двадцать шесть локальных критериев, удовлетворяющих требованиям их адекватности оцениваемому объекту, полноты его представления и чувствительности к параметрам оцениваемого проекта.

Разработан алгоритм многоаспектной оценки качества проектов данного типа, с наглядным интерфейсом, отличающийся от известных аналогов тем, что он построен на комплексном использовании методов мультипликативной, аддитивной, метрической и дихотомической свертки. Внедрение данного алгоритма в практику работы территориальных экологических органов позволит решить ряд актуальных вопросов, а именно: повысить качество экспертизы проектов по обеспечению экологической безопасности строительных процессов; стимулировать внедрение цифровых технологий в практику организации строительных работ; унифицировать правовые, экономические и технические механизмы стимулирования внедрения «зеленых» технологий в работу строительных организаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Теличенко В.И., Ройтман В.М., Слесарев М.Ю. и др. Основы комплексной безопасности строительства: монография. Под ред. В.И. Теличенко и В.М. Ройтмана. М.: Изд-во АСВ. 2011:168.
2. Теличенко В.И., Малыха Г.Г., Павлов А.С. Воздействие строительных объектов на окружающую среду: учебное пособие. М.: Архитектура-С. 2009:264.
3. Цховребов Э.С., Четвертаков Г.В., Шканов С.И. Экологическая безопасность в строительной индустрии. М.: Альфа-М. 2014:304.
4. Куценко В.В., Цховребов Э.С., Сидоренко С.Н., Церенова М.П., Киричук А.А. Проблемы обеспечения экологической безопасности региона. *Вестник РУДН*. 2013;2:75-82.
5. Ахматов М.А., Чеченов А.М. Проблема утилизации карьерных и промышленных отходов для производства строительных материалов. *Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова»*. 2015:26-32.
6. Ерошенко Я.Б., Самхарадзе К.К. Мониторинг загрязнения воздушного бассейна строительной техникой. *Инновации в науке*. 2017;8(69):7-11.
7. Каунова А.С., Михайлова М.А. Современные методы утилизации строительных отходов. *Электронный научный журнал*. 2017;1-2(16):218-221.
8. Кравцова М.В., Васильев А.В., Кравцов А.В., Носарев Н.С. Анализ методов утилизации отходов строительства с последующим вовлечением их во вторичный оборот. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2015;17(4-4):804-809.
9. Саврасова Ю.С., Чаплыгина Д.И., Тимофеев Г.П. Существующие и перспективные направления развития переработки древесных отходов. *Актуальные проблемы экологии и охраны труда: сб. ст. VII Межд. науч.-практ. конф.* 2015:177-181.
10. Шлыков М.Ю., Козырева Л.В. Оценка выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при работе строительной техники. *Сборник научных трудов II международной научно-практической конференции с научной школой для молодежи. Тверской государственный технический университет*. 2016:235-237.
11. Федеральный закон «Об охране окружающей среды». 2002 г.
12. Федеральный закон «Об экологической экспертизе». 1995 г.
13. Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха». 1999 г.

14. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления». 1998 г.
15. Cha G., Kim. C, Moon H.J., Hong W. New Approach for Forecasting Demolition Waste Generation using Chi-Squared Automatic Interaction Detection (CHAID) Method. *Journal of Cleaner Production*. 2017;168:375-385.
16. Fong K., Lee C. Investigation of Climatic Effect on Energy Performance of Trigeneration in Building Application. *Applied Thermal Engineering*. 2017;127:409-420.
17. Karolina R., Pandiangan J. Preliminary Studies on Steel Slag as a Substitute for Coarse Aggregate on Concrete. *6th International Conference of Euro Asia Civil Engineering Forum, EACEF*. 2017;138.
18. Mohajerani A. et al. Practical Recycling Applications of Crushed Waste Glass in Construction Materials: A Review. *Construction and Building Materials*. 2017;156:443467.
19. Eco-efficient construction and building materials research under the EU Framework Programme Horizon 2020. *Construction and Building Materials*. 2014;51:151-162.

REFERENCES

1. Telichenko V.I., Roitman V.M., Slesarev M.Yu. i dr. Osnovy kompleksnoi bezopasnosti stroitel'stva: monografiya. Pod red. V.I. Telichenko i V.M. Roitmana. M.: Izd-vo ASV. 2011:168.
2. Telichenko V.I., Malykha G.G., Pavlov A.S. Vozdeistvie stroitel'nykh ob'ektov na okruzhayushchuyu sredu: uchebnoe posobie. M.: Arkhitektura-S. 2009:264.
3. Tskhovrebov Eh.S., Chetvertakov G.V., Shkanov S.I. Ehkologicheskaya bezopasnost' v stroitel'noi industrii. M.: Al'fa-M. 2014:304.
4. Kutsenko V.V., Tskhovrebov Eh.S., Sidorenko S.N., Tserenova M.P., Kirichuk A.A. Problemy obespecheniya ehkologicheskoi bezopasnosti regiona. *Vestnik RUDN*. 2013;2:75-82.
5. Akhmatov M.A., Chechenov A.M. Problema utilizatsii kar'ernykh i promyshlennykh otkhodov dlya proizvodstva stroitel'nykh materialov. *Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 95-letiyu FGBOU VPO «GGNTU im. akad. M.D. Millionshchikova»*. 2015:26-32.
6. Eroshenko Ya.B., Samkharadze K.K. Monitoring zagryazneniya vozdushnogo basseina stroitel'noi tekhniki. *Innovatsii v nauke*. 2017;8(69):7-11.
7. Kaunova A.S., Mikhailova M.A. Sovremennye metody utilizatsii stroitel'nykh otkhodov. *Ehlektronnyi nauchnyi zhurnal*. 2017;1-2(16):218-221.
8. Kravtsova M.V., Vasil'ev A.V., Kravtsov A.V., Nosarev N.S. Analiz metodov utilizatsii otkhodov stroitel'stva s posleduyushchim vovlecheniem ikh vo vtorichnyi oborot. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*. 2015;17(4-4):804-809.
9. Savrasova Yu.S., Chaplygina D.I., Timofeev G.P. Sushchestvuyushchie i perspektivnye napravleniya razvitiya pererabotki drevesnykh otkhodov. *Aktual'nye problemy ehkologii i okhrany truda: sb. st. VII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf*. 2015:177-181.
10. Shlykov M.Yu., Kozyreva L.V. Otsenka vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosferyni vozdukh pri rabote stroitel'noi tekhniki. *Sbornik nauchnykh trudov II mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s nauchnoi shkoloi dlya molodezhi. Tverskoi gosudarstvennoi tekhnicheskii universitet*. 2016:235-237.
11. Federal'nyi zakon «Ob okhrane okruzhayushchei sredy». 2002 g.
12. Federal'nyi zakon «Ob ehkologicheskoi ehkspertize». 1995 g.
13. Federal'nyi zakon «Ob okhrane atmosfernogo vozdukha». 1999 g.
14. Federal'nyi zakon «Ob otkhodakh proizvodstva i potrebleniya». 1998 g.

15. Cha G., Kim. C, Moon H.J., Hong W. New Approach for Forecasting Demolition Waste Generation using Chi-Squared Automatic Interaction Detection (CHAID) Method. Journal of Cleaner Production. 2017;168:375-385.
16. Fong K., Lee C. Investigation of Climatic Effect on Energy Performance of Trigeneration in Building Application. Applied Thermal Engineering. 2017;127:409-420.
17. Karolina R., Pandiangan J. Preliminary Studies on Steel Slag as a Substitute for Coarse Aggregate on Concrete. 6th International Conference of Euro Asia Civil Engineering Forum, EACEF. 2017;138.
18. Mohajerani A. et al. Practical Recycling Applications of Crushed Waste Glass in Construction Materials: A Review. Construction and Building Materials. 2017;156:443467.
19. Eco-efficient construction and building materials research under the EU Framework Programme Horizon 2020. Construction and Building Materials. 2014;51:151-162.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATIONS ABOUT AUTHORS

Чертов Вячеслав Алексеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация.

e-mail: cva.57@yandex.ru

Vyacheslav A. Chertov, candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department of technology, construction organization, expertise and property management, Federal state budgetary educational institution of higher education «Voronezh State Technical University», Voronezh, Russian Federation.

Падалко Александр Васильевич, аспирант кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Российская Федерация.

e-mail: cva.57@yandex.ru

Alexander V. Padalko, post-graduate student of the Department of technology, organization of construction, expertise and real estate management, Federal state budgetary educational institution of higher education «Voronezh state technical University», Voronezh, Russian Federation.