

## Многокритериальная оценка вариантов проектных решений монтажа сооружений специального назначения в рамках строительного-технической экспертизы

*И.Ю. Зильберова, В.А. Бобкина, И.В. Новоселова*

*Донской государственной технической университет*

**Аннотация:** В статье рассмотрены методы и модели оценки вариантов проектных решений монтажа сооружений специального назначения при решении задач строительного-технической экспертизы, а также приведено описание каталога проектных решений монтажа спецсооружений, включающего информацию о стоимостных, ресурсных, временных характеристиках и возможных технологических методах, средствах механизации, применяемых материалах, потребности в транспорте, о необходимом количественном и качественном составе бригад и звеньев рабочих.

**Ключевые слова:** строительного-технической экспертиза; проектные решения; монтаж спецсооружений; эксперт-строитель; многокритериальная оценка; организационно-технологические решения.

В связи с развитием промышленности России на основе ускоренного инновационного обновления народнохозяйственных отраслей, связанных с импортозамещением и сырьевым обеспечением, возникает судебная практика проведения оценки, а также проверки при использовании специальных строительного-технических знаний о проектных решениях монтажа сооружений специального назначения, связанных с технологическими процессами производства [1, 2].

Анализ заключений экспертов показал, что при проведении судебной строительного-технической экспертизы (далее ССТЭ) проектной документации по объектам промышленного комплекса имеется ряд недостатков в оценивании технологической подготовки монтажных работ [3]. Для разрешения проблем методического и организационного характера проведения ССТЭ необходима разработка методов выбора рациональной технологии монтажа, что позволит эксперту осуществлять разработку вариантов решений и в приемлемые сроки делать обоснованные выводы.

При монтаже спецсооружений, связанных с технологическими процессами производства, объем работ обычно фиксирован, однако можно применить много различных вариантов монтажа, которые отличаются моделями используемых кранов, методами монтажа и т. д. [4]. Каждому варианту соответствует своя производительность, которая обуславливает продолжительность работ и их себестоимость [5].

При наличии технического проекта на возведение определенного здания имеется возможность для выбора более рациональных решений технологии и механизации, а следовательно, и для экономии трудовых, материальных и энергетических ресурсов [6]. Однако наибольшее влияние на возможности выбора рациональной технологии монтажа оказывают решения, принимаемые на более ранней стадии проектирования и заложенные в проект [7]. Факторы, влияющие на эффективность монтажа спецсооружений, можно разделить на две группы:

1. учитываемые на стадии объемно-планировочного и конструкционного проектирования (принятия технических решений с учетом организационно-технологической надежности);
2. на стадии разработки проекта производства работ.

В ходе проведения ССТЭ эксперт должен обосновать выбор метода монтажа, разделить здание на захватки, выбрать направление монтажа конструкций и схемы движения монтажных кранов в пролете, определить количество разновидностей и общее количество кранов и т. д. [8]. Если принять во внимание, что существует только три альтернативы выбора, то у эксперта будет огромное количество вариантов, т. е. всевозможных решений. Отсюда очевидна необходимость организации архива проектных решений монтажа спецсооружений, включающего информацию о стоимостных, ресурсных, временных характеристиках и возможных технологических методах, средствах механизации, применяемых материалах, потребности в

---

транспорте, о необходимом количественном и качественном составе бригад и звеньев рабочих [9].

При расчете каждого варианта принимается во внимание определенное количество возможных схем монтажа. Для каждого варианта монтажа осуществляется перебор всех принятых схем монтажа для одной или нескольких конструкций, а для каждой схемы монтажа подбирается кран или группа кранов [10]. Монтажные краны выбираются в зависимости от их грузоподъемности, вылета стрелы и высоты подъема крюка. На рис. 1 приведена блок-схема алгоритма, формирующего матрицу основных характеристик вариантов, на основании которой выполняется выбор методов монтажа и составляется ряд предпочтительности применения схем монтажа и типов кранов.

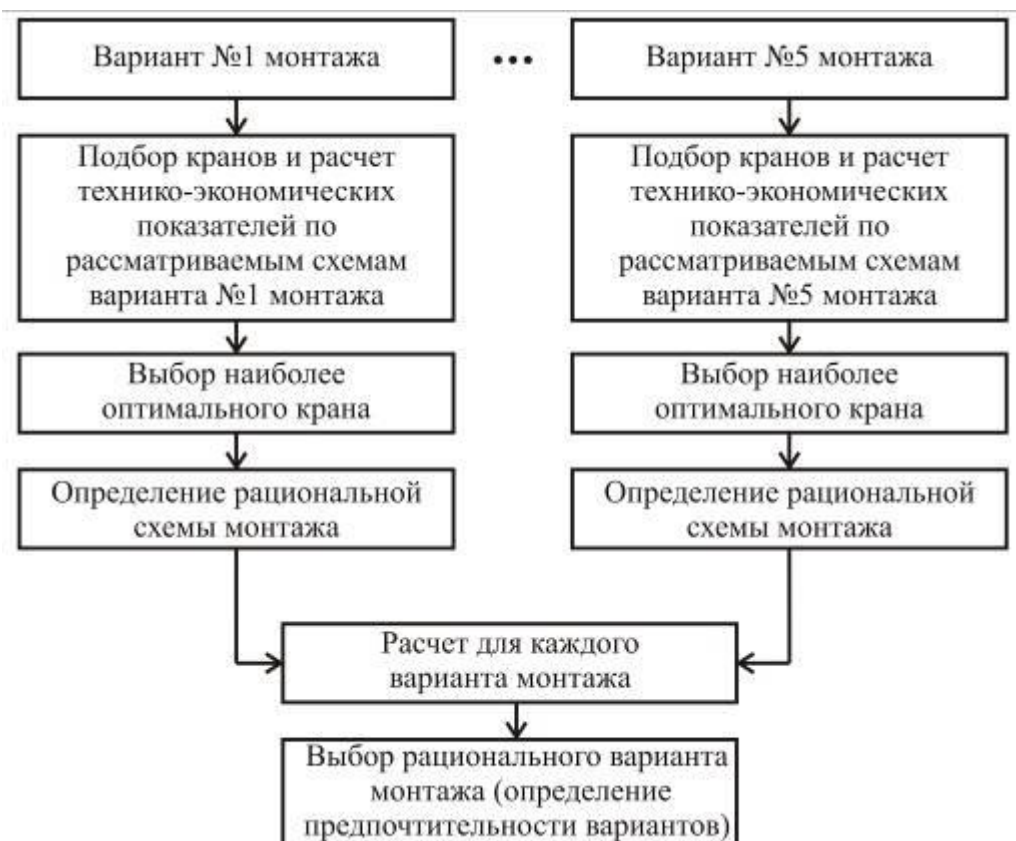


Рис. 1. – Блок-схема алгоритма, формирующего матрицу основных характеристик вариантов методов монтажа

Используя разработанные методы, были выполнены расчеты для здания с размерами 60 X 72 м в плане, состоящего из типовых ячеек всех разновидностей. На основе информации, подготовленной для 130 типовых ячеек и расчетов, составлен каталог типовых технологических решений, который для каждой ячейки содержит шесть частей:

1. технологические решения на монтаж колонн;
2. технологические решения на монтаж подкрановых балок;
3. технологические решения на монтаж подстропильных ферм;
4. технологические решения на монтаж конструкций покрытия;
5. технологические решения на монтаж стеновых панелей;
6. технологические решения на монтаж всех конструкций здания по пяти различным вариантам монтажа.

Каждая часть каталога включает в себя следующие расчетные характеристики:

- номера кранов, которые способны смонтировать рассматриваемую конструкцию или конструкции;
- продолжительность монтажа конструкций каждым краном по каждой схеме монтажа;
- затраты по каждому крану для каждой схемы монтажа, руб./т;
- стоимость конструкций, связанная с краном и каждой схемой монтажа, руб.;
- трудозатраты на монтаж 1 т конструкций каждым краном и по каждой схеме монтажа, чел.-ч.

На основании метода энтропии определяются коэффициенты весомости, показатели эффективности которых и применяются позднее при определении показателя средневзвешенного успеха проектных решений отдельных вариантов [11, 12]. Таким образом, в каталоге приводится достаточное для практического применения количество вариантов

---

рациональных технологических решений. Используя каталог, эксперт может оперативно выбрать и определить предпочтительный вариант монтажа, исходя из типа здания, имеющегося парка кранов, а также учитывая другие специфические условия.

На рис. 2 представлена последовательность действий эксперта при оценке вариантов проектных решений монтажа сооружений специального назначения, связанных с технологическими процессами производства.



Рис. 2. – Алгоритм действий эксперта при решении задач по оценке вариантов проектных решений монтажа спецсооружений

Выполнение расчетов на контрольных примерах показало, что в результате применения системы поддержки принятия решения сокращаются трудозатраты и продолжительность подготовки судебно-технического исследования, а также принимаются более обоснованные и качественные решения.

## Литература

1. Зильберова И.Ю., Маилян В.Д. Методы и модели оценки вариантов проектных решений монтажа спецсооружений, используемые при решении экспертных задач // Инженерный вестник Дона, 2019, № 7. [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N7y2019/6084](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N7y2019/6084).
2. Арутюнян Э.А., Белоусов В.Е., Крахт Л.Н. О задаче анализа состояний сложных систем с использованием экспертной информации // Вестник Воронежского государственного технического университета, 2010, № 8. С. 171-174.
3. Зильберова И.Ю., Маилян В.Д., Новоселова И.В. Выбор проектных решений строительного производства при проведении судебной строительно-технической экспертизы // Инженерный вестник Дона, 2022, № 3. [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2022/7502](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2022/7502).
4. Манжилевская С.Е., Петренко Л.К., Хибаба В.В., Никонов Ю.Д. Техничко-экономическое обоснование и оценка проектных решений по расширению жилищного строительства в г. Ростове-на-Дону // Инженерный вестник Дона, 2019, №6. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N6y2019/6062](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N6y2019/6062).
5. Баркалов С.А., Курочка П.Н., Мищенко В.Я. Генезис процессов организационно-технологического моделирования строительного производства // Известия высших учебных заведений. Строительство, 2020, № 9 (741). С. 76-92.
6. Бурков В.Н., Кондратьев В.В. Механизмы функционирования организационных систем. Москва: Наука, 1981. 384 с.
7. Киевский И.Л., Король Е.А. Теоретические и научно-методические основы организационно-технологического моделирования реализации крупномасштабных городских проектов рассредоточенного строительства // Строительство и архитектура, 2020, № 2. С. 26-33.

8. Петров К.С., Ефисько Д.Е., Нагорный В.С. Современные подходы к модернизации процессов организации строительства // Инженерный вестник Дона, 2017, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/405](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/405).

9. Barkalov S., Kurochka P., Khodunov A., Kalinina N. Selection model of work technology based on multi-criteria evaluations // E3S Web of Conferences, 2020, № 167. URL: [doi.org/10.1051/e3sconf/202016408030](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016408030).

10. Завадкас Э.К. Комплексная оценка и выбор ресурсосберегающих решений в строительстве. Вильнюс: Мокслас, 1987. 209 с.

11. Белокуров С.В., Сумин В.И., Питолин М.В., Кашутин С.В. Задача выбора оптимальных вариантов на основе вероятностного подхода // Вестник Воронежского государственного технического университета, 2006, № 7. С. 134-138.

12. Paelinck J. Qualitative multiple criteria analysis, environmental protection and multiregional development // Regional Science Association, 1976, № 36. pp. 59-74.

### References

1. Zilberova I.Yu., Mailyan V.D. Inzhenernyj vestnik Dona, 2019, №. 7. [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N7y2019/6084](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N7y2019/6084).

2. Arutyunyan E.A., Belousov V.E., Krakht L.N. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta, 2010, № 8. pp. 171-174.

3. Zilberova I. Yu., Mailyan V.D., Novoselova I.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2022, № 3. [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2022/7502](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2022/7502).

4. Manzhilevskaja S.E., Petrenko L.K., Hibaba V.V., Nikonov Ju.D. Inzhenernyj vestnik Dona, 2019, №6. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N6y2019/6062](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N6y2019/6062).

5. Barkalov S.A., Kurochka P.N., Mishchenko V.Ya. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitel'stvo, 2020, № 9 (741). pp. 76-92.

6. Burkov V.N., Kondrat'yev V.V. Mekhanizmy funktsionirovaniya organizatsionnykh sistem. [Mechanisms of organizational systems functioning]. Moskva: Nauka, 1981. 384 p.
7. Kiyevskiy I.L., Korol' E.A. Stroitel'stvo i arkhitektura, 2020, № 2. pp. 26-33.
8. Petrov K.S., Yefis'ko D.E., Nagornyy V.S. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/405](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/405).
9. Barkalov S., Kurochka P., Khodunov A., Kalinina N. E3S Web of Conferences, 2020, № 167. URL: [doi.org/10.1051/e3sconf/202016408030](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016408030).
10. Zavadkas E.K. Kompleksnaya otsenka i vybor resursosberegayushchikh resheniy v stroitel'stve. [Integrated assessment and selection of resource-saving solutions in construction]. Vil'nyus: Mokslas, 1987. 209 p.
11. Belokurov S.V., Sumin V.I., Pitolin M.V., Kashutin S.V. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta, 2006, № 7. pp. 134-138.
12. Paelinck J. Regional Science Association, 1976, № 36. pp. 59-74.