

## Применение методики оценки надежности строительного проекта с учетом неопределенности

*Б.П. Титаренко, Ю.Г. Жеглова*

*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет*

**Аннотация:** Анализируется ситуация появления, идентификации и управления рисками, возникающими в процессе строительства. Неопределенность принятия решений в строительных проектах предполагает создание методик, обеспечивающих надежность решений и их эффективность. Такая методика разработана в Российской Ассоциации Управления проектами. В работе приводится пример использования этой методики на реальном объекте строительства. Проведен анализ рисков, возникающих при реализации строительного проекта, создана карта рисков для данного проекта и применен метод PERT при создании календарного плана.

**Ключевые слова:** неопределенность, рисковое событие, вероятность, риск, ущерб, опасность, надежность, анализ рисков, инвестиционно-строительный проект, метод PERT.

### Введение

Неопределенность имеет место во всех сферах человеческой деятельности, которую необходимо своевременно описывать, оценивать принимаемые решения и их контролировать. Поэтому при разработке и реализации проектов следует учитывать возможные риски и составлять планы мероприятий по их снижению или предотвращению.

Задачи строительной отрасли относятся к задачам оптимизации [1-3]: повышению качества, сокращению времени и затрат на строительство. Задачей календарного планирования является оптимизация по времени и объему производства [4]. Данная задача в настоящее время является чрезвычайно актуальной. Следствием этого стало появление множества различных методов, с помощью которых решаются задачи календарного планирования.

Методика управления рисками, разработанная Российской Ассоциацией Управления проектами (СОВНЕТ) [5] продемонстрировала

свою эффективность и надежность во многих реальных строительных проектах.

### Описание объекта внедрения

В качестве примера был рассмотрен жилой комплекс бизнес-класса, расположенный на территории бывшей промышленной зоны в г. Москва. Экспертами [6-8] были выделены риски данного проекта и проведена их классификация.

Таблица № 1

#### Экспертные оценки характеристик рисков

Код	Факторы	Ущерб	Вероятность	Опасность
1	2	3	4	5
<b>Организационные</b>				
П-001	Срыв сроков оформления ИРД	3	7	21
П-002	Отклонение от ПД в ходе СМР	4	7	28
П-003	Ошибки при принятии управленческих решений	5	3	15
П-004	Недостаточный строительный контроль за СМР	7	5	15
П-005	Проблемы с подключением построенного объекта к инженерным сетям	9	9	81
П-006	Непроработанность контрактов с подрядчиками	2	3	6
<b>Проектные</b>				
П-007	Изменения ПД в следствии отклонений в ходе производства СМР	2	9	18
П-008	Несоответствие ПД и РД	3	7	21
П-009	Срыв сроков выпуска ПД	4	7	28
П-010	Срыв срока согласования ПД в заинтересованных организациях	4	7	28



1	2	3	4	5
П-011	Некорректно сформированная стоимость объекта	5	8	40
	<b>Ресурсные</b>			
П-012	Несвоевременная поставка МТР и оборудования	8	6	48
П-013	Отсутствие налаженной системы внутреннего контроля	6	8	48
П-014	Низкое качество поставляемых услуг и материалов	9	5	45
П-015	Недостаточное количество рабочих кадров на производстве работ	9	7	63
	<b>Технологические</b>			
П-016	Производство работ неквалифицированным персоналом	9	7	63
П-017	Нарушение технологической последовательности работ	10	4	40
П-018	Отсутствие резерва МТР при производстве работ непрерывного технологического цикла	8	4	32
П-019	Нарушение требований охраны труда, промышленной безопасности, пожарной безопасности, электробезопасности	9	5	45
П-020	Выбор технологии производства работ, не соответствующей требованиям проекта	9	3	27
	<b>Климатические</b>			
П-021	Низкие температуры	6	3	18
П-022	Стихийные бедствия	10	2	20
	<b>Финансовые</b>			
П-023	Рост стоимости МТР	6	8	48

---

1	2	3	4	5
П-024	Потеря финансовой устойчивости участников проекта (инвестор, заказчик, генеральный подрядчик)	9	3	27
П-025	Увеличение первоначальной стоимости проекта	7	9	63
П-026	Снижение ликвидности инвестиционно-строительного проекта	9	3	27

### Анализ рисков проекта

На основе полученной информации была рассчитана карта опасности рисков проекта [9]. Для построения карты были выделены 5 групп рисков:

Группа 1 – от 0 по 20 – низкий риск;

Группа 2 – от 2 по 40 – риск ниже среднего;

Группа 3 – от 40 по 60 – средний риск;

Группа 4 – от 60 до 80 – риск выше среднего;

Группа 5 – от 80 до 100 – очень высокий риск.

Для удобства визуализации группы рисков были разделены по степени опасности в цветовой гамме от зеленого до красного (по принципу «светофора»), каждой группе был присвоен соответствующий цвет:

Группа 1 – темно-зеленый;

Группа 2 – зеленый;

Группа 3 – желтый;

Группа 4 – оранжевый;

Группа 5 – красный.

Карта рисков приведена на Рис. 1. На Рис. 1 по горизонтали отложены значения (от 0 до 10) ущерба риска, а по вертикали значения вероятности. На пересечении получен статус риска для соответствующего квадрата карты.

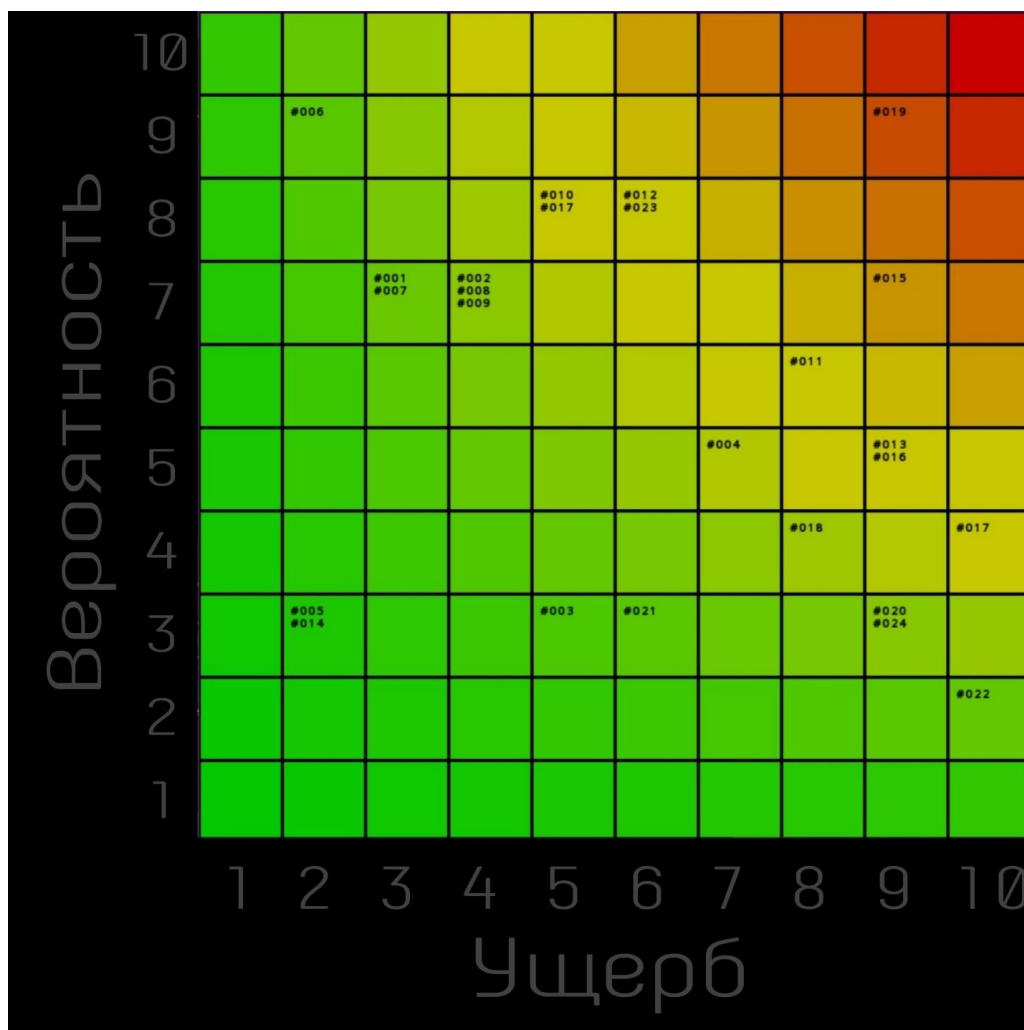


Рис. 1. – Карта рисков проекта

На основании проведенного анализа были выделены наиболее опасные риски проекта (таблица №2):

Таблица № 2

Наиболее опасные риски проекта

Код	Факторы	Ущерб	Вероятность	Опасность
1	2	3	4	5
П-005	Проблемы с подключением построенного объекта к инженерным сетям	9	9	81

---

---

1	2	3	4	5
П-015	Недостаточное количество рабочих кадров на производстве работ	9	7	63
П-025	Производство работ неквалифицированным персоналом	7	9	63
П-012	Несвоевременная поставка МТР и оборудования	8	6	48
П-013	Отсутствие налаженной системы внутреннего контроля	6	8	48

Наибольшую опасность для рассматриваемого проекта представляет риск «Проблемы с подключением построенного объекта к инженерным сетям». Его необходимо учитывать с наибольшим весом [5] (0,49) при прогнозировании продолжительности работ проекта. Для его уменьшения необходимо уделить повышенное внимание заключению договоров о подключении к сетям на фазе планирования и мониторингу на фазе реализации.

Риски «Недостаточное количество рабочих кадров на производстве работ» и «Производство работ неквалифицированным персоналом» имеют меньший вес [5] (0,19 и 0,15 соответственно), но тем не менее представляют значительную опасность для проекта. Они не только увеличивают длительности работ, но и являются причиной низкого качества строительства.

Риски «Несвоевременная поставка МТР и оборудования» и «Отсутствие налаженной системы внутреннего контроля», имея меньший вес (0,07) тоже достаточно опасны, так как плохая логистика и плохой контроль

тоже могут влиять на длительность реализации проекта и качество строительных работ.

### Построение календарного плана по методу PERT

Для оценки надежности календарного планирования был построен укрупненный календарный план по методу PERT [10]. Продолжительности работ для него  $T$  оцениваются по формуле:

$$T=(a+4m+b)/6, \quad (1)$$

где  $a$  – минимально возможное время выполнения работы,  $b$  – максимально допустимое время выполнения работы,  $m$  – наиболее ожидаемое время выполнения работы.

Таблица № 3

Оценки экспертов для метода PERT

№ п/п	Наименование работ	$a$	$m$	$b$	$T=(a+4m+b)/6$
I	Общестроительные работы	11,7	13 мес.	15,6	13,22
II	Внутренние инженерные системы	9	10 мес.	12	10,12
III	Благоустройство	20,7	23 мес.	27,6	23,38
IV	Черновая отделка квартир и апартаментов	20,7	23 мес.	27,6	23,38

При условии последовательного выполнения этих комплексных работ средняя оценка времени реализации проекта (математическое ожидание) составит (приблизительно):

$13,22 + 10,12 + 23,38 + 23,38 = 71$  месяц

Оптимистическая оценка – 62 месяца

Пессимистическая оценка – 83 месяца

### **Заключение**

В работе был проведен анализ рисков для строительного проекта. Построена карта рисков. Определены наиболее опасные риски и их значимость для рассматриваемого проекта. Полученные в работе результаты помогли произвести более точное планирование проекта, обеспечить стабильность его реализации и снизить влияние всевозможных рисков в процессе его реализации к минимуму.

### **Литература**

1. Ассайра М.М. Эффективная оценка и управление рисками строительства в условиях глобального экономического кризиса // Инженерный вестник Дона. 2018. №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4756](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4756).
2. Асаул В.В. Снижение рисков на каждой стадии инвестиционно-строительного проекта // Транспортное дело России. 2011. № 9. С. 5-7.
3. Минаев Н.Н. Методика анализа и оценки рисков в строительном комплексе региона // Интеграл 2011. №6. С. 158–167.
4. Руководство к своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК). Шестое издание // М.: Олимп-Бизнес. 2019. 792 с.
5. Воропаев В.Н. (научный редактор) и коллектив авторов СОВНЕТ. Управление проектами. Основы профессиональных знаний. Национальные требования к компетентности специалистов // Ассоциация управления проектами СОВНЕТ. 2014. 256 с.





6. Huber P., Ronchetti E. Robust statistics, second ed. // J. Wiley, New Jersey. 2009. 410 с.
7. Titarenko B., Hasnaoui A., Titarenko R. Risk management system model for construction projects // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 365. Issue. 4. Art. No 42019.
8. Titarenko B.P., Lubkin S.M., Eroshkin Yu.S., Kameneva N.A. Robust and traditional methods of risk management in investment and construction projects // Proceedings of 2017 10th International Conference Management of Large-Scale System Development, MLSD. 2017. Art. No 81096.
9. Титаренко Б.П., Левиков М.А., Романов В.А., Глуховский С.В. Применение системы смешанной реальности в современной Российской строительной компании // Инженерный вестник Дона. 2024. №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2024/9066](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2024/9066).
10. Полковников А.В, Дубовик. М.Ф. Управление проектами. Полный курс МВА // М.: Олимп-Бизнес. 2015. 552 с.

### References

1. Assajra M.M. Inzhenernyj vestnik Dona. 2018. №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4756](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4756).
  2. Asaul V.V. Transportnoe delo Rossii. 2011. № 9. pp. 5-7.
  3. Minaev N.N. Integral 2011. №6. pp. 158–167.
  4. Rukovodstvo k svodu znaniy po upravleniyu proektami (Rukovodstvo PMBOK) Shestoe izdanie [A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) Sixth edition]. M.: Olimp-Biznes. 2019. 792 p.
  5. Voropaev V.N. (nauchnyj redaktor) i kollektiv avtorov SOVNET. Upravlenie proektami. Osnovy professional'nyh znaniy. Nacional'nye trebovaniya k kompetentnosti specialistov. [Project management. Fundamentals of professional
-



knowledge. National requirements for the competence of professionals].  
Associaciya upravleniya proektami SOVNET. 2014. 256 p.

6. Huber P., Ronchetti E. Robust statistics, second ed. J. Wiley, New Jersey. 2009. 410 p.

7. Titarenko B., Hasnaoui A., Titarenko R. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 365. Issue. 4. Art. No 42019.

8. Titarenko B.P., Lubkin S.M., Eroshkin Yu.S., Kameneva N.A. Proceedings of 2017 10th International Conference Management of Large-Scale System Development, MLSD. 2017. Art. No 81096.

9. Titarenko B.P., Levikov M.A., Romanov V.A., Gluhovskij S.V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2024. №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2024/9066](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2024/9066).

10. Polkovnikov A.V, Dubovik. M.F. Upravlenie proektami. Polnyj kurs MVA [Project Management. Complete MBA Course]. M.: Olimp-Biznes. 2015. 552 p.

**Дата поступления: 29.08.2024**

**Дата публикации: 13.10.2024**