

О КАЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКЕ РИСКОВ ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

У статті приводиться опис принципів якісного аналізу технічних ризиків підземного будівництва, якій оцінює імовірність цих подій та тяжкість впливу на цілі проекту. Приведена методика якісної оцінки ризиків, яка запропонована Міжнародною тунельною асоціацією ІТА-ЛІТЕС, заснованої на класифікації імовірності ризиків та важкості їх наслідків.

ABOUT QUALITY ASSESSMENT OF UNDERGROUND CONSTRUCTION RISKS

The article describes the quality analysis principles for underground construction technical risks. This analysis appraises probability of events and their consequences for underground construction. There is quality analysis method for international Tunnel Association ITA-AITES based on probability risks classification and their consequences.

Управление рисками в строительстве – важная составная часть общего процесса управления производством. Риски, с которыми встречается любой вид строительной индустрии, можно разделить на три основных группы – финансовые, коммерческие и производственные.

Финансовые риски связаны с инфляцией, изменениями учетной ставки национальной банковской системы, банковского интереса (процента по кредитам и депозитам), соотношениями курсов валют, другими макроэкономическими факторами.

Коммерческие риски связаны с нестабильностью рыночной ситуации, т.е. действиями поставщиков и потребителей произведенной продукции, а также конкурентов. В строительной индустрии играют роль взаимоотношения генерального подрядчика и субподрядчиков.

Производственные риски связаны с технологией строительства, которые могут сопровождаться авариями с различными последствиями вплоть до катастрофических. Сюда же можно отнести и экологические риски, вызванные воздействием на окружающую природную среду.

Особенно остро вопрос производственных рисков стоит для подземного строительства, где специфические условия работы создают опасность больших материальных потерь и травматизма персонала.

Учитывая особенности этой отрасли, далее рассматриваются, в основном, производственные риски, а конкретно – геотехнические риски, т.е. относящиеся к структурным особенностям земных материалов и пород, в которых ведутся работы.

Одним из самых важных факторов идентификации рисков является оценка рисков – качественная и количественная [1, 2].

Качественный анализ ранжирует риски, оценивая вероятность их событий и связанные с этим опасности воздействия на цели проекта. Такой анализ ведется в течение всего срока строительства.

Один из возможных общих подходов к качественной оценке рисков строительства, применяемый в США, заключается в выполнении следующих шагов.

1-ый шаг. Строится матрица ранжирования вероятности возможных рисков. На практике часто используется форма табл. 1. Но для конкретного проекта матрица может иметь другой вид.

Таблица 1 – Ранжирование вероятности рисков

Класс вероятности риска	Вероятность риска	Значение вероятности риска, %
5	весьма вероятный	60-99
1	2	3
4	вероятный	40-59
3	случайный	20-39
2	маловероятный	10-19
1	весьма маловероятный	1-9

2-ой шаг. Строится матрица тяжести последствий рисков для целей проекта – времени (сроков строительства), стоимости, содержания, качества (табл. 2).

3-ий шаг. Каждый идентифицированный риск оценивается, основываясь на его вероятности, ранжируемой по табл. 1 и тяжести последствий, оцениваемой отдельно для каждой цели проекта по табл. 2.

Для увеличения значимости более высоких степеней тяжести последствий риска им присваиваются оценки в нелинейной (усиленной) системе, в других случаях – в линейной (умеренной) системе (табл. 3).

Таблица 2 – Тяжесть последствий рисков для главных целей проекта

Цели проекта	Тяжесть последствий рисков				
	незначительная	существенная	серьезная	тяжелая	катастрофическая
1	2	3	4	5	6
Время	Незначительное нарушение графика	Сдача промежуточного этапа с задержкой менее квартала	Задержка промежуточного этапа – один квартал	Задержка промежуточного этапа более одного квартала	Задержка промежуточного этапа более финансового года
Стоимость	Незначительное увеличение стоимости	Увеличение стоимости < 5%	Увеличение стоимости на 5-10%	Увеличение стоимости на 10-20%	Увеличение стоимости 20%
Содержание проекта	Снижение содержания едва заметно	Изменения в проекте увеличивают стоимость < 5%	Изменения в проекте увеличивают стоимость на 5-10%	Заказчик не согласен с изменениями в проекте	Содержание проекта не отвечает поставленным целям

1	2	3	4	5	6
Качество	Снижение качества едва заметно	Отсутствие документации по безопасности работ, одобренной проектировщиками	Отсутствие документации по безопасности работ, одобренных менеджментом строительства	Качество может быть признано приемлемым при согласии заказчика или после мер по его улучшению	Качество не отвечает требованиям безопасности

Таблица 3 – Системы оценки тяжести последствий рисков

Тяжесть последствий рисков	Системы оценки тяжести последствий	
	нелинейная	линейная
Катастрофическая	16	5
Тяжелая	8	4
Серьезная	4	3
Существенная	2	2
Незначительная	1	1

4-ый шаг. Строится матрица произведений класса вероятности риска (из табл. 1) и оценки тяжести его последствий (из табл. 2 и 3). Определяются матричные зоны наиболее опасных рисков строительства [3, 4].

Для технических рисков подземного строительства часто используется способ качественной оценки, предложенный Международной туннельной ассоциацией ITA-AITES, который базируется на классификации вероятности (частоты) рисков и тяжести их последствий, определяя таким образом действия, которые должны быть предприняты.

Система классификации вероятности должна быть общей для всех видов рисков, тогда как классификация тяжести последствий устанавливается отдельно для каждого вида риска.

Как пример, далее приводятся 5-уровневые классификационные системы, разработанные на основе опубликованной статистики, суждений экспертов, персонала сотрудничающих организаций. При этом учитываются события, испытанные их участниками, ошибки, которые они совершали, или ошибки и промахи, о которых они слышали.

Классификация вероятности рисков может быть основана на числе событий (встреченных опасностей) за год или на 1 км туннеля. Однако, предполагается, как наиболее пригодная, классификация, которая основывается на потенциальном числе событий в течение всего строительного периода (табл. 4).

Пример, приведенный далее, предполагает, что в его основу положен проект стоимостью примерно 1 млрд. евро продолжительностью примерно 5-7 лет.

В табл. 5 показана классификация тяжести последствий рисков в зависимости от уровня травматизма, вызванного событием риска.

Таблица 4 – Классификация вероятности рисков
(за период строительства)

Класс вероятности риска	Характеристика вероятности риска	Интервал вероятности	Центральное значение*
5	весьма вероятный	$< 0,3$	1
4	вероятный	0,03-0,3	0,1
3	случайный	0,003-0,03	0,01
2	маловероятный	0,0003-0,003	0,001
1	весьма маловероятный	$> 0,0003$	0,0001

*Центральное значение представляет логарифмическое среднее значение данного интервала.

Таблица 5 – Классификация тяжести последствий рисков травматизма рабочих и аварийной бригады

Тяжесть последствий рисков	Катастрофическая	Тяжелая	Серьезная	Существенная	Незначительная
Число смертей/травматизма	$F > 10$	$1 < F \leq 10$ $SI > 10$	$1F$ $1 < SI \leq 10$	$1SI$ $1 < MI \leq 10$	$1MI$

F – смертельные;

SI – серьезные травмы;

MI – малые травмы.

В табл. 6 показана классификация тяжести последствий рисков третьего участника (объектов на поверхности) в зависимости от уровня его травматизма, где шкала тяжести строже по сравнению с травматизмом подземного персонала.

Таблица 6 – Классификация тяжести последствий рисков для третьего участника

Тяжесть последствий рисков	Катастрофическая	Тяжелая	Серьезная	Существенная	Незначительная
Число смертей/травматизма	$F < 10$ $SI > 10$	$1F$ $1 < SI \geq 10$	$1SI$ $1 < MI \leq 10$	$1MI$	-

В табл. 7 приведена классификация тяжести последствий рисков экономических потерь третьего участника.

Таблица 7 – Классификация тяжести последствий рисков экономических потерь третьего участника

Тяжесть последствий рисков	Катастрофическая	Тяжелая	Серьезная	Существенная	Незначительная
Экономические потери, млн. евро	> 3	0,3-3	0,03-0,3	0,003-0,03	$< 0,003$

В табл. 8 приведена классификация тяжести последствий рисков ущерба окружающей среде.

Таблица 8 – Классификация тяжести последствий рисков ущерба окружающей среде

Тяжесть последствий рисков	Катастрофическая	Тяжелая	Серьезная	Существенная	Незначительная
Оценка ущерба	постоянный, тяжелый	постоянно малый	долгосрочные последствия	временный, тяжелый	временный малый

В табл. 9 приведена классификация тяжести последствий рисков задержки строительства.

Таблица 9 – Классификация тяжести последствий рисков задержки строительства

Тяжесть последствий рисков	Катастрофическая	Тяжелая	Серьезная	Существенная	Незначительная
Продолжительность задержек, мес.	> 24	6-24	2-6	1/2-2	<1/2

В табл. 10 приведена классификация тяжести последствий рисков экономических потерь заказчика.

Таблица 10 – Классификация тяжести последствий рисков экономических потерь заказчика

Тяжесть последствий рисков	Катастрофическая	Тяжелая	Серьезная	Существенная	Незначительная
Потери заказчика, млн. евро	> 30	3-30	0,3-3	0,03-0,3	<0,03

Для проектов, которые чувствительны политически, экономически или экологически, а также проектов, в которых ожидается негативное воздействие на третьего участника или окружающую среду, существенное значение имеют так называемые нематериальные потери, например, стоимость деловой репутации [5].

Пример матрицы риска для оценки его интегрального уровня приведен в табл. 11.

Таблица 11 – Оценка интегрального уровня риска

Вероятность рисков	Тяжесть последствий рисков				
	катастрофическая	тяжелая	серьезная	существенная	незначительная
Весьма вероятный	неприемлемая	неприемлемая	неприемлемая	нежелательная	нежелательная
вероятный	неприемлемая	неприемлемая	нежелательная	нежелательная	приемлемая
случайный	неприемлемая	нежелательная	нежелательная	приемлемая	приемлемая
маловероятный	нежелательная	нежелательная	приемлемая	приемлемая	пренебрежимая
весьма маловероятный	нежелательная	приемлемая	приемлемая	пренебрежимая	пренебрежимая

В зависимости от оценки интегрального уровня риска предпринимаются действия по снижению его опасности (табл. 12).

Таблица 12 – Действия по снижению опасности риска

Интегральный уровень риска	Действия по снижению опасности риска
неприемлемый	риск должен быть уменьшен, по крайней мере, до нежелательного, безотносительно к стоимости работ
нежелательный	должны быть приняты меры для снижения риска до тех пор, пока их стоимость не превышает ущерба от риска
приемлемый	меры по снижению риска не требуются
пренебрежимый	опасность не рассматривается

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. A Code of Practice for Risk Management of Tunnel Works.
http://www.Munichre.com/publications/tunnel_Code_of_practice_en.pdf. 28 стр.
2. Tunneling Code of Practice 2007.
http://www.deir.qld.gov.au/pdf/whs/tunnelin_Code2007pdf, 97 стр.
3. The Joint Code of Practice for Risk Management of Tunnel Works in the UK.
<http://www.britishtunneling.org.uk/downloads/jcop.pdf>. 20 стр.
4. MSF Risk Management Discipline. V.1.
[http://www.brigtwork.com/file/PDF/MSF %20Risk%20Management...](http://www.brigtwork.com/file/PDF/MSF%20Risk%20Management...) 54 стр.
5. Guidelines of Tunneling Risk Management.
<http://www.dftu.dk/Falles/ITA/Final%20Guidelines%20...>, 40 стр.

КАУФМАН ЛЕОНИД ЛАЗАРЕВИЧ – горный инж., к.т.н., иностранный член Академии строительства Украины, Лауреат премии Академии строительства Украины.
2935 West 5 str. apt 2A Brooklyn, NY 11224, USA
E-mail: kaufman.ll@ mail.ru

ЛЫСИКОВ БОРИС АРТЕМОВИЧ – к.т.н., проф. каф. «Строительство шахт и подземных сооружений» Донецкого национального технического университета, академик Академии строительства Украины, Лауреат премии Академии строительства Украины.
83050, г. Донецк, ул. Артема 86, кв. 10. д.тел. (062) 337-02-37, моб. 8-095-402-74-60.
E-mail: const@mine.donetsk.ua