

КОРРЕКТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИИ РИСКА ЧЛЕНОВ САМОРЕГУЛИРУЕМЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Т. В. Адыева, А. О. Алексеев

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия
E-mail: naz.tatiana2015@ya.ru, alekseev@cems.pstu.ru

В настоящей работе рассматривается задача определения категории риска членов саморегулируемых организаций в области инженерных изысканий, архитектурно-строительного проектирования и строительства. Под риском понимается возможное несоблюдение юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем обязательных требований при выполнении инженерных изысканий, подготовке проектной документации, строительстве, реконструкции, капитальном ремонте особо опасных, технически сложных и уникальных объектов. Приведены четыре теоретически возможных подхода к определению категории риска, среди которых обоснован корректный с математической точки зрения подход. Корректным подходом является следующий – отдельно для каждого фактора риска возможного несоблюдения обязательных требований следует определять категорию риска с позиции тяжести потенциальных негативных последствий и категорию вероятности, на основе которых для оцениваемого фактора риска следует определять обобщенную категорию риска. Затем на основе баллов значимости всех факторов риска следует вычислить математическое ожидание, после чего вычисленную оценку следует округлить вверх до целочисленного значения и по значимости риска соотнести с категориями риска, определенными в российском законодательстве, регулирующем применение риск-ориентированного подхода в надзорной (контрольной деятельности).

CORRECT DETERMINATION OF THE RISK CATEGORY OF THE SELF-REGULATORY ORGANIZATION MEMBERS

T. V. Adyeva, A. O. Alekseev

The problem of determining the risk category of members of self-regulatory organizations in the field of engineering surveys, architectural and construction design and construction is considered. Risk is understood as a possible non-compliance by a legal entity or individual entrepreneur with mandatory requirements when performing engineering surveys, preparing project documentation, construction, reconstruction, overhaul of especially dangerous, technically complex and unique facilities. Four theoretically possible approaches to determining the risk category are given, among which the correct approach from a mathematical point of view is justified. The correct approach is the following - separately for each risk factor of possible non-compliance with mandatory requirements, the risk category should be determined from the point of view of the severity of potential negative consequences and the probability category, on the basis of which a generalized risk category should be determined for the estimated risk factor. Then, on the basis of the risk significance scores of all risk factors, the mathematical expectation should be calculated, after which the calculated estimate should be rounded up to an integer value and, in terms of risk significance, correlated with the risk categories defined in the Russian legislation regulating the risk-based approach.

Настоящее исследование является продолжением авторских исследований [1, 2] задачи определения категории риска членов саморегулируемых организаций (далее – СРО) в области инженерных изысканий, архитектурно-

строительного проектирования и строительства. Под риском понимается возможное несоблюдение членом СРО обязательных требований при выполнении инженерных изысканий, подготовке проектной документации, строительстве, реконструкции, капитальном ремонте особо опасных, технически сложных и уникальных объектов.

В работе [1] рассматривались два подхода к расчету оценок показателей тяжести потенциальных негативных последствий и вероятности несоблюдения обязательных требований. В качестве сравниваемых подходов использовалось вычисление среднеарифметического и взвешенного арифметического на основе баллов, соответствующих присвоенным категориям риска. Первый соответствует предположению, что все факторы риска имеют одинаковую значимость при определении их категорий риска. Второй учитывал занимаемую долю каждого фактора риска среди всех факторов, т.е. использовался более дифференцированный подход к самим факторам риска. В работе [1] сочетания оценок вероятности наступления риска и оценки тяжести последствий его наступления представлялись в виде матрицы «вероятность наступления – последствия».

В работе [2] был предложен альтернативный подход к расчету единой категории риска члена СРО, согласно которому следует сначала для каждого фактора риска определить обобщенные¹ категории риска, учитывая тяжесть последствий и вероятность по матрице сочетаний, а затем эти обобщенные категории агрегировать в единую оценку по всем факторам риска. В данном подходе также возможно использование как среднеарифметической, так и взвешенной арифметической для агрегирования обобщенных оценок по факторам. Таким образом, теоретически возможны четыре подхода (табл. 1) к определению категории риска [2].

Таблица 1

Возможные подходы к определению категории риска при учете нескольких факторов риска [2]

Подход к обобщению категории	Определение категории риска при отдельном учете последствий и вероятности	Определение категории риска при одновременном учете последствий и вероятности
Среднеарифметическая	Подход №1	Подход №3
Взвешенная арифметическая	Подход №2	Подход №4

Какой из этих подходов (см. табл. 2) следует применять для определения категории риска членов СРО, в [1], [2] оставался открытым вопросом. Поэтому целью настоящей работы является демонстрация корректного с математической точки зрения подхода к определению категории риска на наглядном примере.

В утвержденной² Минстроем России методике расчета значений показателей, используемых для оценки тяжести потенциальных негативных последствий возможного несоблюдения обязательных требований, оценки вероятности

¹ Для семантического отличия категорий риска, одновременно учитывающих и вероятность, и тяжесть последствий, будем их называть обобщенными категориями риска.

² Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 10 апреля 2017 г. № 699/пр.

их несоблюдения членом СРО, определены 6 категорий тяжести потенциальных негативных последствий и 6 категорий вероятности несоблюдения обязательных требований (табл. 2).

Таблица 2

Категории риска и значения их значимости

№ п/п	Категории, используемые для оценки показателя тяжести потенциальных негативных последствий	Категории, используемые для оценки показателя вероятности несоблюдения обязательных требований	Значимость риска
1	Низкий риск	Очень низкая	1
2	Умеренный риск	Низкая	2
3	Средний риск	Средняя	3
4	Значительный риск	Высокая	4
5	Высокий риск	Очень высокая	5
6	Чрезвычайно высокий риск	Чрезвычайно высокая	6

Для обозначения категорий риска, учитывающих вероятности несоблюдения обязательных требований членом СРО и категорий, учитывающих тяжесть последствий их несоблюдения соответственно введем переменные $X_P \in P$ и $X_C \in C$ соответственно. Далее будем использовать полный перечень из 6 категорий риска и 6 балльных значений, соответствующих их значимости (см. табл. 2). Таким образом, множества численных значений введенных переменных задаются следующим образом $P = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ и $C = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$.

Рассмотрим частный пример, пусть распределения категорий риска X_P и X_C среди членов СРО описываются следующим образом: из n организаций, входящих в состав СРО, категория «Низкая», была присвоена 10% организаций, «Средняя» – 30%, «Высокая» – 60%, остальные категории не были присвоены ни одной организации, при этом, с точки зрения тяжести последствий, 30% организаций имеют категорию риска «Умеренный риск», 40% – «Средний риск», 20% – «Значительный риск», а категории «Низкий риск» и «Чрезвычайно высокий риск» не были присвоены ни одной организации, что соответствует распределению случайных конечных дискретных величин. Тогда множество значений ступенчатой функции распределения $F(X_P)$ имеет элементы $\{0; 0,1; 0,3; 0,6; 0; 0\}$, где каждый элемент определяется вероятностью $P(X_P)$ того, что у некоторого члена СРО встречается категория X_P , а значения функции распределения $F(X_C)$ имеет элементы $\{0; 0,3; 0,4; 0,2; 0,1; 0\}$, где каждый элемент определяется вероятностью $P(X_C)$.

Сочетания категорий X_P и X_C можно представить в виде матрицы рисков, базисом которой являются введенные множества P и C . Соответственно матрица риска имеет размерность 6×6 . Элементы матрицы представляют собой балльные оценки, соответствующие категориям риска. Обобщенную категорию риска будем записывать $X_R(X_P, X_C)$ или просто X_R , $X_R \in R$, $R = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$.

Допустим, СРО для определения обобщенной категории риска согласовало матрицу риска $M=\{m_{rc}\}$ (рис., *a*), где r – порядковый номер строки и c – порядковый номер столбца. Поскольку X_P и X_C перечисляются, начиная с нижнего правого угла, а r и c – с верхнего правого, то можно установить между ними отношения: $r = 7 - X_P$, а $c = 7 - X_C$.

						X_P	$P(X_P)$
6	6	6	5	4	4	6	0
6	5	5	4	3	3	5	0
5	5	4	3	2	2	4	0,6
5	5	3	3	2	1	3	0,3
5	4	3	2	2	1	2	0,1
4	4	3	2	1	1	1	0
X_C	6	5	4	3	2	1	
$P(X_C)$	0	0,1	0,2	0,4	0,3	0	

a

						X_P	$P(X_P)$
0	0	0	0	0	0	6	
0	0	0	0	0	0	5	
0	0,06	0,12	0,24	0,18	0	4	
0	0,03	0,06	0,12	0,09	0	3	
0	0,01	0,02	0,04	0,03	0	2	
0	0	0	0	0	0	1	
X_C	6	5	4	3	2	1	

б

Рис. Пример матрицы рисков СРО:
a – с распределением вероятностей X_P и X_C ;
б – с распределением вероятностей $X_R(X_P, X_C)$

Элементы матрицы M образуют полную группу случайных событий и не являются связными, поэтому вероятность присвоения члену СРО конкретной обобщенной категории риска из множества R , будет определяться суммой вероятностей выбора элементов, в которых СРО определена именно эта категория.

В рассмотренном примере, вероятность того, что члену СРО присвоят категорию риска «Низкий риск», значимость которого определяется баллом «1» (см. табл. 2, далее будем писать $X_R=1$), будет определяться суммой вероятностей выбора элементов m_{46} , m_{56} , m_{65} и m_{66} ; «Умеренный риск» ($X_R=2$) – m_{35} , m_{36} , m_{45} , m_{54} , m_{55} и m_{64} ; «Средний риск» ($X_R=3$) – m_{25} , m_{26} , m_{34} , m_{43} , m_{44} , m_{53} и m_{56} ; «Значительный риск» ($X_R=4$) – m_{15} , m_{16} , m_{24} , m_{33} , m_{52} , m_{61} и m_{62} . «Высокий риск» ($X_R=5$) – m_{14} , m_{22} , m_{23} , m_{31} , m_{32} , m_{41} , m_{42} и m_{51} ; последняя категория «Чрезвычайно высокий риск» ($X_R=6$) – m_{11} , m_{12} , m_{13} и m_{21} .

Вероятность выбора элемента матрицы m_{rc} , соответствующего пересечению строки r и столбца c , будет определяться произведением вероятностей $P(X_P = 7 - r)$ и $P(X_C = 7 - c)$:

$$P(X_R(X_P, X_C)=m_{rc})=P(X_P = 7 - r) \cdot P(X_C = 7 - c)$$

На рисунке (см. рис., *б*) представлена матрица риска с вероятностями того, какой элемент будет выбран в качестве обобщенной категории риска.

Просуммировав вероятности выбора элементов, соответствующие определенным категориям, получим множество значений функции распределения обобщенных категорий риска среди членов СРО $F(X_R(P(X_P), P(X_C))) = \{0; 0,34; 0,44; 0,13; 0,09; 0\}$. Полученные показатели вероятностей соответствуют долям членов СРО, которым были присвоены категории риска «Умеренный риск», «Средний риск», «Значительный риск» и «Высокий риск». Более того, из полу-

ченного распределения мы видим, что ни одному члену СРО не были присвоены категории риска «Низкий риск» и «Чрезвычайно высокий риск». Если же вычислить математическое ожидание $E(X_P)$ и $E(X_C)$ и агрегировать их по матрице риска, то мы получим результат, который не будет иметь интерпретации и соотноситься с наблюдаемыми явлениями.

Поэтому при определении категории риска самих членов СРО, где исходными данными будут распределения категорий риска членов СРО по различным факторам риска ($i=1, \dots, n$, n – общее число факторов риска, учитываемых СРО), следует поступать аналогично описанному выше подходу. Другими словами, следует определить вероятности выбора элементов матрицы риска $P(m_{rc})$, которым установлено соответствие с множеством обобщенных категорий риска R , т.е. вычислить для каждого i -го фактора риска вероятность присвоения определенной категории риска $P(X_R^i(X_P^i, X_C^i))$. Уже после определения у конкретного члена СРО распределения обобщенных категорий риска по всем факторам риска, следует вычислить математическое ожидание значимости риска $E(P(X_R(X_P, X_C)))$. Полученное значение следует округлить вверх до целочисленного значения и по таблице соответствий (см. табл. 2) определить итоговую категорию риска члена СРО.

Описанные выше операции соответствуют подходу №3 (см. табл. 1). Поскольку математическое ожидание в частном случае соответствует среднеарифметической. Не корректность других подходов определяется тем, что работе [3, с. 38–41], где исследуются матричные механизмы комплексного оценивания сложных объектов в условиях неопределенности, было наглядно показано, что некорректно вычислять математическое ожидание по распределению вероятностей сворачиваемых критериев и затем осуществлять вычисление комплексной оценки по матрице свертки. Применительно к рассматриваемой в настоящей работе задаче, матрицу риска можно считать матрицей свертки, а множества категорий риска P и C можно считать шкалами сворачиваемых критериев. Тогда в силу сказанного выше некорректно вычислять математические ожидания $E(X_P)$ и $E(X_C)$ и агрегировать их по матрице риска, что исключает подходы, основанные на отдельном учете тяжести последствий несоблюдения обязательных требований и вероятности их несоблюдения (см. табл. 1).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев А. О., Адыева Т. В.* Определение категории риска строительных организаций // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2020. № 4 (34). С. 146–151.
2. *Адыева Т. В., Алексеев А. О.* О корректном определении категории риска членов саморегулируемых организаций // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2021. Т. 1. С. 135–141.
3. Математические и инструментальные методы комплексного оценивания сложных объектов в условиях неопределенности : учеб. пособие / А. О. Алексеев. Пермь : Изд-во перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2019. 100 с.