

УДК 338.45:69

**МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНЖИНИРИНГОВЫХ
ОРГАНИЗАЦИЙ***Мурзин А. Д., Осадчая Н. А.*

Донской государственной технической
университет, Ростов-на-Дону, Российская
Федерация

economrgsu@yandex.ru

Целью исследования явилась разработка методических подходов к управлению рисками в специфической деятельности инжиниринговых организаций. В ходе исследования изучены методологические, технические и организационные проблемы разработки и внедрения системы управления рисками в технических системах, предложены пути их решения. Описана схема развития неблагоприятных событий и предложен матричный метод оценки риска опасностей. На этапе контроля эффективности управленческих мероприятий даны рекомендации применения инструментария сценарного подхода.

Ключевые слова: управление рисками, инжиниринговые организации, факторы опасности, неблагоприятное событие, технические системы, уровень ущерба, матрица риска.

Введение. В процессе разработки эффективной системы управления функционированием инжиниринговых компаний приходится сталкиваться с целым рядом проблем [1–6]. Вполне естественно, что любая организация стремится увеличить интенсивность использования основных средств. В некоторых случаях это может идти вразрез с требованием строго соблюдать график выполняемых работ и их качество [3–5]. В такой ситуации значительно увеличивается роль системы управления риском, выступающей в качестве универсального инструмента, способствующего разрешению дилеммы «Production–Protection».

На данный момент единая методология формирования системы управления риском в сфере инжиниринга и строительства [2, 4, 7] отсутствует. В связи с этим каждой компании приходится искать свои пути разрешения этой проблемы [8].

Разрабатывая систему управления рисками, следует проводить анализ нескольких вариантов. Ключевая задача системы — выявление рисков, имеющих отношение к событиям и отклонениям, возникающим в процессе работы. Суммирование рисков является принципиально невозможным, так как при этом вероятность (частоту) будут учитывать два раза, а размер ущерба лишь один раз [7]. Осуществление текущего мониторинга риска также сопряжено с множеством трудноразрешимых проблем.

UDC 338.45:69

**RISK MANAGEMENT FRAMEWORK OF
ENGINEERING ORGANIZATIONS
ACTIVITIES***Murzin A. D., Osadchaya N. A.*

Don State Technical University, Rostov-on-Don,
Russian Federation

economrgsu@yandex.ru

The purpose of the study is to develop methodological approaches to risk management in the specific activities of engineering organizations. In the course of the study, the methodological, technical and organizational problems of developing and implementing a risk management system in technical systems were studied, and ways of their solution were suggested. As a result of the study, a scheme for the development of adverse events is described and a matrix method for assessing the risk of hazards is proposed. At the stage of monitoring the effectiveness of management activities, the recommendations are given for the use of scenario approach tools.

Keywords: risk management, engineering organizations, hazard factors, adverse event, technical systems, damage level, risk matrix.

Следует отметить существование методологических, технических и организационных проблем, возникающих в процессе разработки и внедрения системы управления риском в области инжиниринга. Далее будут приведены основные из них:

1. Выбор методологии. Именно в сфере методологии нередко приходится сталкиваться с ключевыми трудностями [9].

Метод оценки риска базируется на расчете количественного критерия "степень риска".

Оценка риска производится в несколько этапов:

- Рассчитывается степень вероятности того, что проявятся негативные факторы.
- Рассчитывается степень влияния выявленных факторов.
- Рассчитывается уровень риска и оценивается его приемлемость.

В качестве исходных данных для осуществления расчета уровня вероятности P (от 1 до 5) принимаются:

- Число неблагоприятных событий/отклонений.
- Объем ресурсов, затраченных в отчетном периоде.

Расчет выполняют по аппроксимирующему алгоритму (таблица 1).

Таблица 1

Степень вероятности и частота

Степень вероятности	Частота (на 1 тыс. чел./ч)	Соответствие критерию
5	Более 100	Очень часто
4	От 30,1 до 100	Часто
3	От 10,1 до 30	Периодически
2	От 0,3 до 10	Редко
1	Менее 0,3	Крайне редко

Выполнение расчета степени ущерба S любого события по 5-балльной шкале осуществляют согласно таблице 2. При этом каждому событию может быть присвоен коэффициент ущерба K_s , исходя из определенного уровня ущерба S , согласно таблице 3.

Таблица 2

Общая классификация степени ущерба событий

Ресурсы	Степень ущерба S				
	5	4	3	2	1
Человеческие ресурсы	угроза жизни	увечья	серьезные травмы	легкие травмы	рост нагрузки
Финансовые ресурсы:					
имущество	уничтожение	повреждение	серьезная поломка	текущая поломка	рост загрузки
ответственность	катастрофический ущерб	крупный ущерб	средний ущерб	мелкий ущерб	без ущерба
производство	полная остановка производства	приостановка производства	нарушение технологии	задержка работ	без задержки
Организационные ресурсы:					
деятельность	полное прекращение деятельности	временное приостановка деятельности	ограничение сертификации	задержка сертификации	текущие проблемы
объем работ	снижение / увеличение (>50%)	снижение / увеличение (<50%)	снижение / увеличение (<30%)	снижение / увеличение (<20%)	снижение / увеличение (<10%)

репутация	потеря репутации	вред национально й репутации	вред региональной репутации	вред местной репутации	незначительное снижение репутации
-----------	------------------	------------------------------	-----------------------------	------------------------	-----------------------------------

Расчет результирующего коэффициента ущерба для категории выполняется по специальному алгоритму. Для расчета степени риска по каждой категории применяется формула:

$$R = P \times K_s, \tag{1}$$

где R — степень риска; P — степень вероятности; Ks — коэффициент категории.

Таблица 3

Соотношение степени и коэффициента категории

S	1	2	3	4	5
Ks	1	4	8	16	32

Представим ключевые значения степени риска в виде матрицы риска (рис. 1).

Ks	S				
	5	4	3	2	1
	P				
	32	16	8	4	1
5	160	80	40	20	5
4	128	64	32	16	4
3	96	48	24	12	3
2	64	32	16	8	2
1	32	16	8	4	1

Рис. 1. Матрица риска

Чтобы оценить приемлемость риска устанавливают границы (таблица 4).

Таблица 4

Оценка приемлемости риска

R	Характеристика риска	Действия
>20	Неприемлемый	Решение на уровне Генерального директора
5–20	Приемлемый	Анализ, действия на уровне руководителей направлений
<5	Незначительный	В рабочем порядке на уровне линейных исполнителей

Не следует недооценивать возможности, которые дает оценка риска. Необходимо апробировать типовую методику в компании, уже имеющей определенный опыт управления. Оценка вероятности будущего риска следует рассматривать в качестве следующей ступени эволюции системы управления компании в целом.

2. Автоматизация процесса. Проблемы могут быть и в технической сфере [10]. Очень важен выбор инструментов реализации. Когда речь идет об управлении риском, то целесообразно использовать специально предназначенные для этих целей компьютерные программы. Такие программы обеспечивают сбор и накопление статистических данных по неблагоприятным факторам. Кроме того, с их помощью можно качественно провести анализ и оценку.

Первоначальное предназначение программных комплексов — классификация выявленных и зафиксированных факторов опасности. По мере того, как объемы информации увеличиваются, необходимо позаботиться о том, чтобы систематически вносилась информация в электронном виде, как о факторах, так и о произошедших негативных событиях, а также производилась их последующая оценка.

Целесообразно использовать единую электронную систему, которая позволяет планировать и управлять деятельностью организации. В ходе эксплуатации можно столкнуться с рядом существенных недостатков, имеющих отношение к распределенному характеру хранения данных, в результате чего необходим переход на базу электронных систем, которые будут доступны на каждом объекте. Такой подход активно внедряется не только в зарубежных инжиниринговых фирмах, но и в сфере строительства.

На первый взгляд процесс внедрения программных комплексов не вызывает сложностей, но в действительности может возникнуть целый ряд проблем. Вначале следует провести ревизию всей рабочей документации, регламентирующей порядок действий, иначе интерфейс программы может оказаться непонятным. Программное обеспечение следует установить на компьютере каждого из сотрудников, работа которого связана с управленческим процессом. В результате все это сопряжено с существенными затратами времени и трудовых ресурсов.

3. Организация внедрения системы управления риском. Еще одна значимая проблема имеет отношение к организации работы, связанной с внедрением системы управления риском [8]. Большинство руководителей, от линейных и до высшего менеджмента компании, осознают необходимость определять факторы опасности и производить оценку их последствий по мере того, как возрастают объемы данных и масштабы деятельности. Даже если в организации отсутствуют четкие регламенты управления рисками и выявления неблагоприятных факторов, то каждому из руководителей в процессе его работы приходится, по сути, управлять рисками на интуитивном уровне. Однако, когда объем информации и масштабы работы увеличиваются, то руководитель уже физически не сможет обеспечить своевременное реагирование на появление новых факторов.

Руководителем высшего звена все проблемы оцениваются в совокупности. Его главная цель — максимально эффективное распределение выделенных ресурсов между всеми находящимися в его подчинении подразделениями таким образом, чтобы поддерживать риск на минимально возможном уровне. С учетом того, что устранение риска в полной мере является невозможным, он может только быть только снижен до уровня, когда дальнейшие попытки его уменьшения практически не дадут результата, или расходы на это будут существенно выше выгод. Если достичь этого невозможно, то считается нецелесообразным в дальнейшем осуществлять данный вид деятельности. Большинство руководителей высшего звена положительно относятся к внедрению системы управления рисками, так как понимают, что это влечет за собой ряд весомых преимуществ. В то же время прямого участия в осуществлении внедрения они не принимают, ограничиваясь лишь постановкой соответствующих задач своим подчиненным.

Линейные руководители, зачастую, оценивают проблему однобоко, уделяя внимание лишь тем факторам, которые оказывают влияние на исполнение их должностных обязанностей. Они ищут способ при минимальных затратах ресурсов максимально быстро устранить видимые последствия, однако не ставят цель избавиться от негативных факторов. Чрезвычайная занятость выполнением текущих должностных обязанностей не позволяет им должным образом вникнуть в проблему. Следует отметить, что по большей части штатное расписание для выполнения задачи такого рода не расширяют. Этим обусловлено неоднозначное отношение линейного руководителя к системе управления рисками: с одной стороны, он прекрасно осознает, что она приносит пользу,

а с другой — воспринимает ее в качестве дополнительных обязанностей, навязанных ему высшим руководством.

Ключевым элементом системы управления рисками является рядовой исполнитель. Ему каждый день в процессе выполнения своих должностных обязанностей приходится сталкиваться с разнообразными факторами риска. Поэтому он замечает то, что упускается руководителем. Информация, которую предоставляет работник — это ключевой источник для определения риска. Однако, чаще всего, исполнители замечают лишь те проблемы, которые не позволяют им комфортно исполнять свои обязанности. Большинство работников вначале негативно воспринимают идею внедрения системы, так как еще не осознают ее преимущества.

Принимая во внимание все вышесказанное, можно констатировать, что в основе проблемы, имеющей отношение к организации работы по внедрению системы управления риском, в первую очередь лежит непонимание плюсов новой системы, причем как руководством, так и рядовыми исполнителями. В связи с этим, чтобы улучшить процесс внедрения системы управления рисками, следует с особой тщательностью подходить к вопросу, как обучения, так и к мотивации работников инжиниринговых компаний.

Обучение должны проходить не только рядовые исполнители, но и все руководство. По минимуму программа обучения должна включать:

- Все сотрудники, недавно принятые на работу, должны ознакомиться с базовыми моментами управления рисками и безопасности в процессе прохождения первоначального обучения.
- Руководящий состав и рядовые исполнители должны пройти обучение управлению рисками, выступающему в качестве основы системы управления безопасностью.
- Необходимо, чтобы весь персонал научился работать с компьютерной программой (если она есть) системы управления рисками компании.
- Специально отобранные представители руководящего состава должны проходить обучение на разных семинарах и курсах, проводимых другими фирмами.

Чтобы мотивировать персонал, можно прибегать к следующим методам:

- Организовать функционирование системы доклада о факторах риска, чтобы расширить возможности сбора данных.
- Доводить информацию об изменении численности факторов и степени рисков, а также о полученной экономии ресурсов.
- Изучить анализ функционирования системы управления рисками во время разборов разных уровней управления деятельностью компании.

4. Анализ риска. Процесс анализа возможного риска является более трудоемким и нуждается в использовании других методов [4]. В этих целях применяется процедура, в основе которой лежит схема развития события, которая представлена на рис. 2.

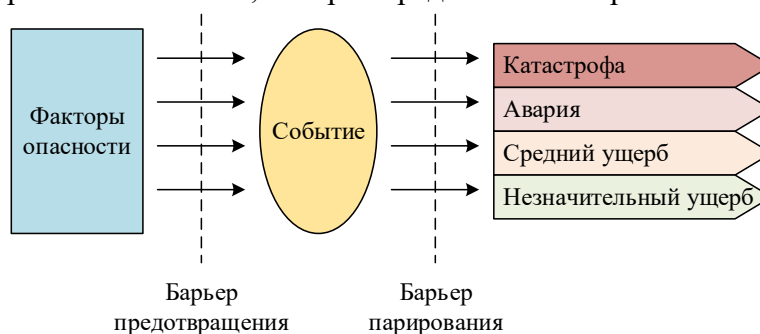


Рис. 2. Схема развития неблагоприятного события

Выделяют две группы барьеров, препятствующих развитию негативного события. Это барьеры предотвращения и барьеры парирования. В случае несрабатывания 1 группы барьеров наступает определенное нежелательное событие. При недостаточной эффективности барьеров парирования такое событие может стать неблагоприятным.

Для анализа риска принято использовать 3 матрицы (рис. 3). Задача первой матрицы — оценить, как часто проявляются факторы риска и отказывают барьеры предотвращения. Вторая дает возможность провести оценку частоты отказов барьеров парирования и уровень возможного неблагоприятного исхода (I — катастрофа, II — авария, III — ущерб, IV — нарушение). При этом самый вероятный сценарий принимается, как наихудший.

		Частота отказа барьеров предотвращения						Частота отказа барьеров парирования						3				
		1	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}			10^0	2	10^{-3}	10^{-2}			10^{-1}	10^0	I	II	III
Частота проявления факторов риска	10^{-3}	2	3	4	5	Вероятный исход события	I	B	C	D	E	5	A5	B5	C5	D5	E5	
	10^{-4}	1	2	3	4		II	A	B	C	D		4	A4	B4	C4	D4	E4
	10^{-5}	1	1	2	3		III	A	A	B	C		3	A3	B3	C3	D3	D3
	10^{-6}	1	1	1	2		IV	A	A	A	B		2	A2	B2	C2	D2	E2
													1	A1	B1	C1	D1	E1

Рис. 3. Схема оценки риска опасностей

Итоги двух матриц, которые представлены буквенно-цифровым показателем, служат источником данных для третьей матрицы, выдающей конечную ячейку риска.

В третьей матрице имеется три цвета, определение приемлемости риска осуществляется аналогично с матрицей риска на рис. 1.

В качестве факторов опасности можно рассматривать высокую рабочую нагрузку, спешку в процессе выполнения операции, невнимательность техника и т.п. Барьерами предотвращения выступают процедуры, препятствующие развитию неблагоприятного события. Если факторам удастся преодолеть данные барьеры, то наступит неблагоприятное событие. Барьеры парирования — совокупность процедур, которые способствуют выявлению опасности. Самый вероятный исход демонстрирует, как возможно будут развиваться события. Цвет ячейки показывает степень приемлемости риска при том условии, что будут проводиться определенные действия, чтобы его уменьшить. Данная информация должна приниматься во внимание при дальнейшем анализе.

5. Контроль. После проведения анализа приходит черед выполнения мероприятий, нацеленных на устранение или уменьшение рисков, имеющих отношение к разработке и внедрению корректирующих и предупреждающих действий. Также речь может идти о создании новых или модернизации уже существующих барьеров безопасности. Впоследствии возможно осуществление повторной оценки, в ходе которой определяется степень остаточного риска.

Все меры, связанные с уменьшением риска, принято подразделять на три вида.

Первый вид — технические меры. Речь идет о предметах, оборудовании или приспособлениях, задача которых воспрепятствовать осуществлению ненадлежащих действий, предотвратить или смягчить их последствия.

Второй вид — организационные меры — это процедуры, руководства, инструкции, правила и пр., которые способствуют снижению вероятности наступления нежелательных событий.

Третий вид — обучение и подготовка сотрудников. Важно совершенствовать учебные программы, обучать персонал методам снижения риска.

Ключевая роль при выборе мер отводится общей оценке надежности и действенности мер, влияющих на риск, а также размеру расходов на их внедрение [11]. В инжиниринговых компаниях решения, связанные с контролем и уменьшением риска, принимают лица, которые несут ответственность за систему управления рисками. При этом они являются обязательными для выполнения. Следует отметить согласованность подхода и схемы развития события (рис. 2) и результатов снижения уязвимости сложных систем технического характера и объектов, имеющих важное значение.

Математически уязвимость V определяют, как условную вероятность выхода конечного состояния системы за границы заданной области ε_0 пространства состояний Ω_m в том случае, если наступит инициирующее событие H :

$$V = P\left[\left(\|KC_n - KC_0\|\right) > \varepsilon_0 \mid H\right] \quad (2)$$

Если речь идет об инжиниринговой компании, то говоря о состоянии системы, рассматривают наличие или отсутствие «конечных событий». Говоря о заданной области пространства состояний, подразумевают область приемлемого риска.

Следующим этапом в цепи событий, результатом которой является разрушение системы, является «локальное повреждение». Таким образом, для определения уязвимости используется два фактора группы барьеров безопасности.

Наличие в подходе указанных общностей позволяет использовать результаты и зафиксировать сценарий аварии в принятых обозначениях следующим образом:

$$S = VR \times VA \times H, \quad (3)$$

где S — вектор «конечных событий», его компоненты — вероятности наступления данных событий; VR — матрица уязвимости барьеров парирования, в качестве компонентов которой выступают условные вероятности наступления «конечных событий» в случае возникновения неблагоприятной ситуации; VA отображает матрицу уязвимости барьеров предотвращения. Ее компонентами выступают условные вероятности наступления «события» в случае, если реализованы факторы опасности; H — вектор факторов опасности, его компоненты — это вероятности факторов.

Матрица VA может рассматриваться как матрица перехода от вектора факторов опасности H к вектору неблагоприятного события E :

$$\begin{Bmatrix} P(E_1) \\ P(E_2) \\ \dots \\ P(E_m) \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} P(E_1/H_1) & P(E_1/H_2) & \dots & P(E_1/H_n) \\ P(E_2/H_1) & P(E_2/H_2) & \dots & P(E_2/H_n) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P(E_m/H_1) & P(E_m/H_2) & \dots & P(E_m/H_n) \end{bmatrix} \times \begin{Bmatrix} P(H_1) \\ P(H_2) \\ \dots \\ P(H_n) \end{Bmatrix}. \quad (4)$$

Формула (4) позволяет осуществить переход от факторов, число которых гораздо больше, к событиям, количество которых намного меньше ($m \ll n$), что, в свою очередь, значительно снижает размерность задачи.

Матрица VR — это матрица перехода от вектора неблагоприятных событий E к вектору «конечных событий»:

$$\begin{Bmatrix} P(S_1) \\ P(S_2) \\ \dots \\ P(S_q) \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} P(S_1/E_1) & P(S_1/E_2) & \dots & P(S_1/E_m) \\ P(S_2/E_1) & P(S_2/E_2) & \dots & P(S_2/E_m) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P(S_q/E_1) & P(S_q/E_2) & \dots & P(S_q/E_m) \end{bmatrix} \times \begin{Bmatrix} P(E_1) \\ P(E_2) \\ \dots \\ P(E_m) \end{Bmatrix}. \quad (5)$$

Первым этапом работы, нацеленной на снижение уязвимости, является анализ матрицы уязвимости парирования VR. Это дает возможность определить критические события. Затем рассматривают матрицу VA, позволяющую выявить самые опасные факторы. Совокупность действий, нацеленных на снижение уязвимости, включает в себя создание соответствующих барьеров предотвращения и парирования.

Следует заметить, что построить точные математические модели для сценариев развития отказов невозможно. Это утверждение является справедливым и для человеко-машинных систем, формирующихся в сфере инжиниринга. В связи с этим огромное значение имеет идентификация наиболее критических сценариев. Можно применять специальные методы снижения уязвимости, к примеру, сетевые и структурные модели. Однако в таком случае задача перейдет в плоскость сценарного программирования.

Заключение. Проведенное исследование подтвердило необходимость проводить оценку риска событий для инжиниринговых компаний. Представлен метод, позволяющий мониторить риски отказов и произошедших событий и отклонений в разрезе факторов опасности, в основе которого лежит анализ «барьеров безопасности».

Этот метод — логическое продолжение метода анализа риска событий. Он способствует быстрому проведению оценки эффективности предлагаемых управленческих мероприятий. Подтверждением состоятельности данного метода является сходство полученных данных с результатами исследований, проводимыми при оценке уязвимости сложных технических систем.

Библиографический список.

1. Владимирова, Т. А. Риски в сложных системах: агрегирование информации / Т. А. Владимирова, В. Г. Соколов // Сибирская финансовая школа. — 1997. — № 3 (8). — С. 37–38.
2. Курочка, П. Н. Механизмы управления рисками в сложных многоуровневых системах / П. Н. Курочка, Ч. Т. Хонг // Экономика и менеджмент систем управления. — 2015. — Т. 16, № 2. — С. 53–60.
3. Платонов, А. М. Управление рисками в строительстве на основе теории самоорганизации / А. М. Платонов // Экономическое возрождение России. — 2008. — № 2. — С. 81–84.
4. Светловская, А. Ю. Анализ рисков, возникающих в строительных организациях на этапе строительно-монтажных работ / А. Ю. Светловская, В. В. Нелина // Научные труды Кубанского гос. техн. ун-та. — 2017. — № 1. — С. 215–222.
5. Соложенцев, Е. Д. Управление риском и эффективностью в структурно-сложных экономических и социальных системах и процессах / Е. Д. Соложенцев // Актуальные проблемы экономики и управления. — 2014. — № 2 (2). — С. 117–124.
6. Шприц, М. Л. Математические оценки воздействия рисков и компенсационных мероприятий на организационно-технологическую надежность строительства / М. Л. Шприц // Современное строительство и архитектура. — 2017. — № 3 (07). — С. 45–51.
7. Сурова, Л. В. Методы анализа и оценки техногенного риска / Л. В. Сурова, О. И. Юскевич // Вестник Казанского гос. энергетич. ун-та. — 2010. — № 1 (4). — С. 61–70.
8. Леонтьев, Н. Я. Организационно-правовые вопросы инжиниринга в России / Н. Я. Леонтьев // Экономика и предпринимательство. — 2016. — № 12–2 (77–2). — С. 713–718.
9. Горелик, В. А. Оптимальное управление в сложных экономических системах с использованием функции риска / В. А. Горелик, Т. В. Золотова // Моделирование, декомпозиция и оптимизация сложных динамических процессов. — 2008. — Т. 23, № 1 (23). — С. 83–98.



10. Емельянова, Е. С. Анализ методов и программных средств управления информационными рисками / Е. С. Емельянова [и др.] // Дельта науки. — 2017. — № 3. — С. 65–72.
11. Байда, С. Е. Математический подход к анализу рисков возникновения фатальных случаев у переживших природные бедствия и техногенные катастрофы людей / С. Е. Байда // Проблемы анализа риска. — 2009. — Т. 6, № 2. — С. 14–23.