

УДК 004.413.4

А.А. Емельянов, Ю.А. Радионова

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ КОНТЕКСТА ОРГАНИЗАЦИИ

Емельянов Александр Алексеевич, кандидат технических наук, окончил Военную академию им. Ф.Э. Дзержинского. Заместитель главного инженера ФНПЦ АО «НПО «Марс» по качеству и инженерно-техническому обеспечению – начальник управления. Имеет публикации в области создания систем менеджмента качества и защиты информации. [e-mail: mars@mv.ru].

Радионова Юлия Александровна, кандидат технических наук, окончила механико-математический факультет Ульяновского государственного университета, аспирантуру Ульяновского государственного технического университета. Ведущий инженер-программист ФНПЦ АО «НПО «Марс». Имеет публикации в сфере автоматизированных систем документооборота, интеллектуальной организации хранилищ технической документации. [e-mail: julia-owl@mail.ru].

Аннотация

В настоящее время в процессе управления любой организацией появляется проблема принятия решений в условиях неопределенности некоторых параметров ее функционирования – как внешних, так и внутренних. Один из способов решения подобной проблемы – прогнозирование рисков, возникающих в процессе функционирования, и управление ими. Наличие различных методов управления рисками позволяет руководителю организации выбрать из них наиболее подходящий.

Для крупного научно-производственного предприятия наиболее подходящим является статистический, основанный на численном анализе большого массива данных и дающий наиболее точные результаты, не зависящие от субъективного мнения экспертов.

В работе рассматривается метод имитационного моделирования процесса управления рисками контекста организации и статистический метод минимизации рисков, основанный на использовании аппарата математической статистики. Данный метод позволяет оценить не только уровень риска, но и эффективность мероприятий, разработанных для его минимизации.

Ключевые слова: риск-менеджмент, статистический метод, минимизация рисков.

THE MODEL FOR ESTIMATING THE EFFICIENCY OF SOLVING THE TASK OF RISK MINIMIZATION IN THE CONTEXT OF AN ORGANIZATION

Aleksandr Alekseevich Emelianov, Candidate of Engineering; graduated from F.E. Dzerzhinsky Military Academy; Deputy Chief Engineer for Quality Assurance and Engineering Support – Head of the Management Department of Federal Research-and-Production Center Joint Stock Company 'Research-and-Production Association 'Mars'; an author of publications in the field of constructing the quality management and information security systems. e-mail: mars@mv.ru.

Iulia Aleksandrovna Radionova, Candidate of Engineering; graduated from the Faculty of Mathematics and Mechanics of Ulyanovsk State University, finished her postgraduate study at Ulyanovsk State Technical University; Lead Programming Engineer at FRPC JSC 'RPA 'Mars'; an author of articles in the field of automated workflow systems, intelligent technical documentation storages. e-mail: julia-owl@mail.ru.

Abstract

Nowadays in the process of organization management, the decision-making problem under conditions of uncertainty in some functioning parameters (internal and external ones) exists. One of the main ways to solve the problem is forecasting risks appeared in functioning process, and risk management. Existence of different risk management methods allows to a head of an organization choosing the most appropriate one.

The most appropriate method for a large research-and-production organization is a statistic one based on big data array numerical analysis. Such a method proposes more accurate results unaffected by experts' subjective opinion.

The article considers the simulation method for the process of risk management in the context of an organization and the statistic method of risk minimization based on the usage of mathematical statistics tools. The method allows estimating not only the risk level but also the efficiency of actions intended to risk minimization.

Key words: risk management, statistic method, risk minimization.

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с положениями новой версии стандарта ISO 9001:2015 [1] организации должны применять в своей деятельности риск-ориентированный подход, основанный на принятии оптимальных управленческих решений и использовании упреждающих средств управления для минимизации негативных последствий. Организация осуществляет риск-менеджмент посредством идентификации риска, анализа, подбора воздействия и последующего оценивания воздействия [2, 3].

Практика принятия таких решений в различных областях деятельности, в том числе и в управлении организацией показывает, что при принятии сложного технического или экономического решения необходимо апробировать процесс не на реальных объектах, а на их аналогах, то есть моделях.

В настоящее время используются упрощенные методы принятия решений, часто основанные на интуиции руководителей или с использованием экспертных оценок. Подобные методы достаточно субъективны и не всегда дают нужный результат. В то же время слабо используются методы математического и статистического анализа для определения количественных оценок больших систем. В основном анализ и оценка рисков проводятся на примере финансовых организаций или организаций, осуществляющих предпринимательскую деятельность (на основе анализа финансового баланса) [4]. В подобных оценках не используются характеристики научного и производственного потенциала, данные о результативности научно-технического процесса и многие другие.

Особенно важно оценить риски для процессов жизненного цикла изделия, в которых могут быть не только большие финансовые потери, но и не учитываемые при первоначальном планировании потери по времени, а также потери, связанные с преждевременным выходом из строя каких-либо производственных технических средств [5]. Наиболее эффективное решение поставленных задач желательно получить на ранних этапах планирования.

Необходимо также учитывать, что принятие оптимальных управленческих решений возможно только после получения предварительных оценок конечных результатов исследуемого процесса.

Рассмотрим статистический подход для определения количественных оценок на примере управления рисками контекста научно-производственной организации.

ОБЩЕНОЕ ОПИСАНИЕ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ КОНТЕКСТА ОРГАНИЗАЦИИ

Риск является неизбежным сопутствующим фактором функционирования любой сложной системы или процесса. Под риском, как правило, понимается сочетание вероятности события и его негативных последствий [6].

Процесс управления рисками контекста организации должен начинаться с определения стратегических целей, которые необходимо достигать за определенный период времени. Также для управления необходимо понимание внутренних и внешних факторов, влияющих на успех в достижении поставленных целей с учетом потенциальных негативных последствий, которые могут быть активизированы из-за воздействия кризисных факторов.

Минимизация риска контекста организации представляет собой одну из основных задач управления сложными системами и процессами. Решение данного вопроса позволяет выявлять, оценивать, отслеживать и устранять риски до и во время их превращения в проблемы.

Нетривиальность решения поставленной задачи определяется:

- сложностью структуры, многокомпонентностью, многочисленными протекающими процессами, учетом большого количества параметров;
- неполнотой исходной информации;
- разнообразием воздействием внешних и внутренних факторов;
- необходимостью оперативного принятия управленческих решений;
- невозможностью создания и использования общих математических моделей системы и процессов ее функционирования.

Все вышесказанное обуславливает необходимость комплексного решения проблемы минимизации риска за счет обоснованного выбора мероприятий по предотвращению рисков на всех этапах управления ими.

Основными этапами минимизации рисков являются [2, 3]:

- идентификация рисков;
- качественный и количественный анализы рисков;
- планирование мероприятий по минимизации рисков;
- мониторинг рисков (оценка эффективности разработанных мероприятий на основе сравнения полученного уровня риска с приемлемым уровнем).

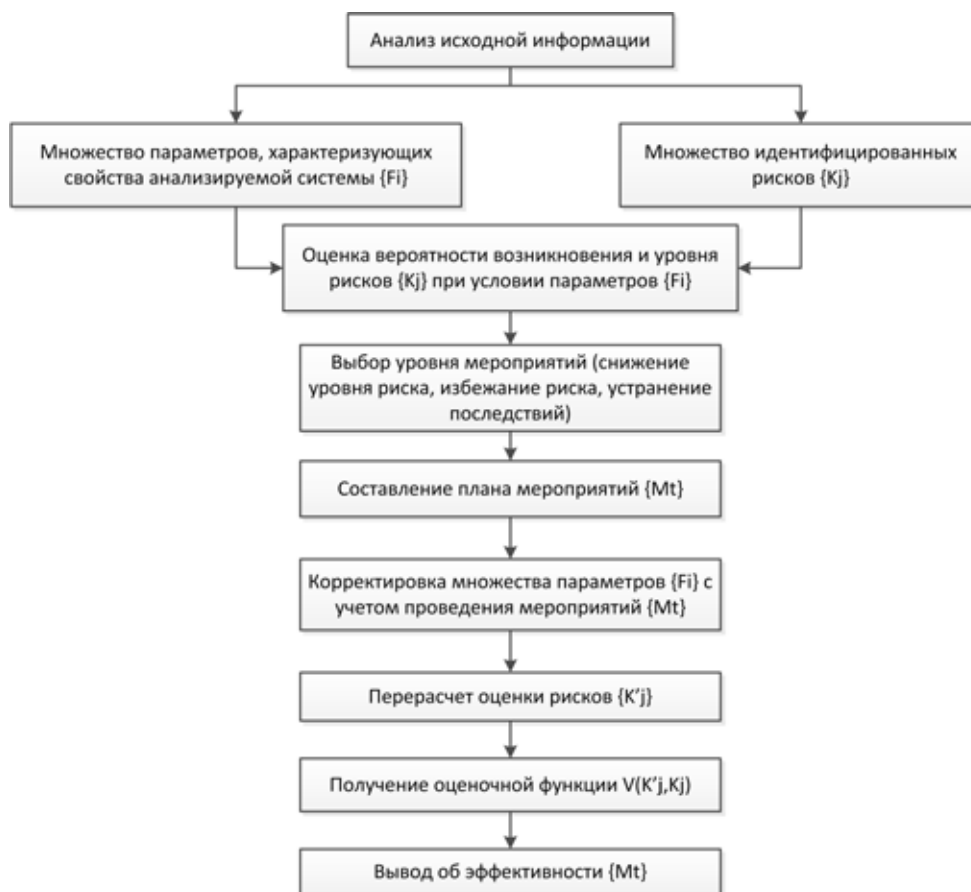


Рис. 1. Общая схема управления рисками организации

В зависимости от этапа мероприятия по минимизации риска могут быть направлены на решение следующих задач:

- устранение источников риска;
- предотвращение (снижение уровня) риска;
- ликвидацию последствий риска.

Эффективность решения задачи управления рисками оценивается по результатам достижения поставленной цели. Общая схема управления рисками организации приведена на рисунке 1.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ

Оценка управления рисками производится по совокупности свойств составляющих ее элементов и характеристик, обуславливающих способность оцениваемого процесса удовлетворять стратегическим целям предприятия.

Управление рисками – сложный динамический процесс, характеризующийся значительным количеством возмущающих факторов, во многом со случайным характером их возникновения, различными стратегиями поведения конкурентов, неопределенностью внутренних и внешних факторов [7].

В условиях частичной неопределенности количественный анализ рисков возможно проводить аналитическими методами или методом статистического моделирования.

Использование аналитических методов при оценке эффективности случайных событий предполагает вывод законов распределения случайных величин, описывающих потенциальную возможность наступления вероятного события или совокупности событий.

Аналитические зависимости получить возможно, но это очень трудоемкий путь, для решения которого потребуются большие вычислительные ресурсы и временные затраты.

Другим методом, обеспечивающим оценку вероятностных событий, является метод статистических испытаний, для применения которого необходимо достаточно большое количество событий. Метод позволяет оценить меру средних ожидаемых значений результатов и их возможных отклонений. Использование подобного метода наиболее приемлемо именно в крупных организациях, в которых нет проблем с накоплением большого массива статистических данных.

Как один из способов исследования эффективности решения задачи минимизации рисков контекста предприятия возможно рассматривать использование метода имитационного моделирования – проведение многократных опытов с моделью, в которой реализуются пошаговые алгоритмы поиска значения показателя риска.

Пусть нам необходимо минимизировать риски при проведении работ на жизненном цикле изделия.

Обозначим критерий $K_{\min \text{ риска}}$ и определим, функцией каких величин является выбранный критерий:

- во-первых, он является функцией заданных начальных условий $\overline{X^{(0)}}$, к числу которых относятся первоначально заданные числовые значения рисков;

- во-вторых, $K_{\min \text{ риска}}$ зависит от внешних и внутренних факторов $\overline{\Phi_{\text{внешн}}^{(s)}}$, $\overline{\Phi_{\text{внутр}}^{(s)}}$ контекста предприятия

$$\overline{\Phi^{(s)}} = \left(\overline{\Phi_{\text{внешн}}^{(s)}}, \overline{\Phi_{\text{внутр}}^{(s)}} \right),$$

где $\overline{\Phi_{\text{внешн}}^{(s)}} = (W_1, W_2, \dots, W_s)$ – внешние факторы, влияющие на оценку риска;

$\overline{\Phi_{\text{внутр}}^{(s)}} = (V_1, V_2, \dots, V_s)$ – внутренние факторы, влияющие на оценку риска;

- в-третьих, $K_{\min \text{ риска}}$ является функцией финансовых потерь ϕ .

Таким образом, критерий, определяющий минимальный риск, можно представить в виде:

$$K_{\min \text{ риска}} = F(\overline{X^{(0)}}, \overline{\Phi^{(s)}}, \phi).$$

Так как $K_{\min \text{ риска}}$ является функцией случайных величин, установить аналитическую зависимость, как было отмечено выше, сложно. В силу стохастичности процесса, целесообразно при проведении исследований по оценке эффективности решения задачи минимизации рисков

контекста организации использовать метод имитационного моделирования и по его результатам устанавливать численные значения показателей. Оценку конкретных показателей эффективности возможно получить методом статистических испытаний – например, методом Монте Карло [8]. Данный метод предусматривает следующий алгоритм. Зафиксируем вектор $\overline{X^{(0)}}$ в области возможных значений. По начальным условиям определяем стратегию и цели исследуемого процесса, что и предопределяет план управления системой, то есть определяем $K_{\min \text{ риска}}$ для исследуемого процесса.

Структурная схема представлена на рисунке 2. Практическая реализация плана управления проводится путем моделирования процесса в ускоренном масштабе времени с использованием ПЭВМ.

Если учитывать все параметры, то практическая реализация модели будет достаточно сложная. В этом случае можно ограничиться только теми параметрами, которые имеют более высокие весовые характеристики.

Процесс моделирования заключается в получении первоначально заданных параметров, экстраполяции и выработке рекомендаций по управлению заданными параметрами (целями).

Рекомендации вырабатываются в соответствии с алгоритмами, моделями, описывающими контекст предприятия, и принятыми ограничениями за заданный промежуток времени.

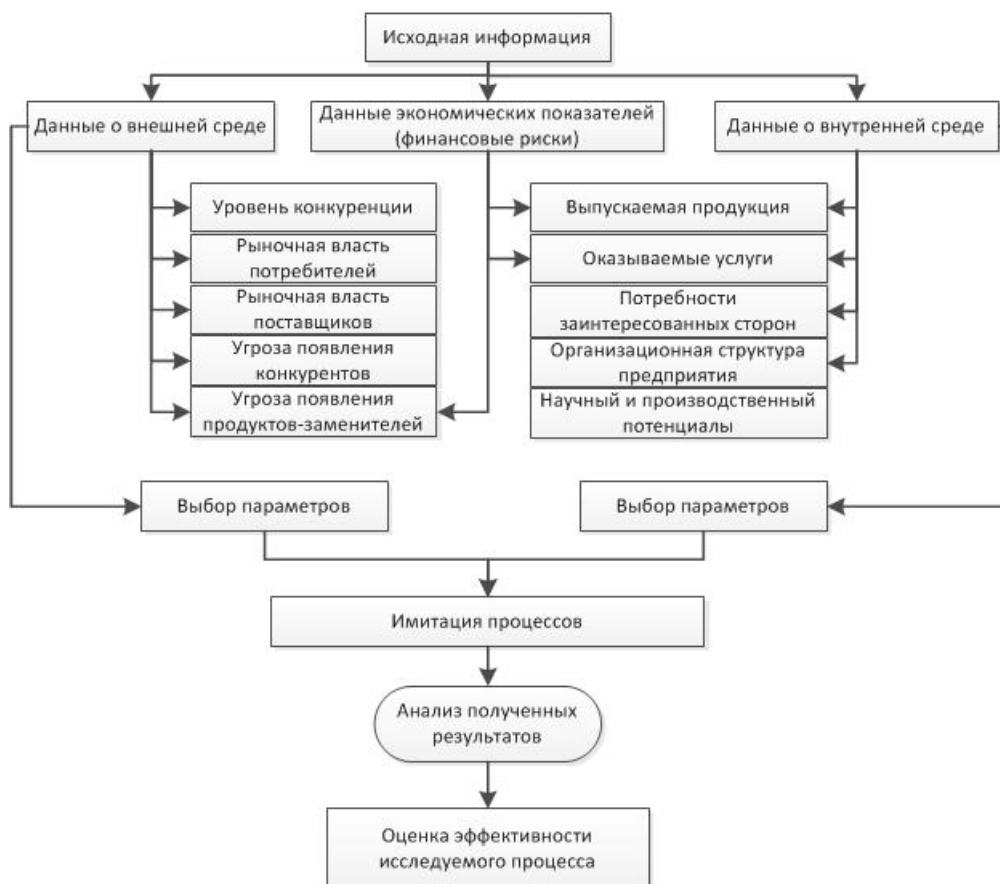


Рис. 2. Структурная схема имитационной модели

Проводя процесс моделирования за дискретные промежутки времени $\Delta T_1, \Delta T_2, \dots, \Delta T_n$ будем получать промежуточные значения целевой функции K_i .

Моделирование на ΔT_i промежутке завершается, если достигнута конечная цель исследуемого процесса, то есть получено значение оценочной функции, удовлетворяющее определенным, заранее заданным условиям. Далее осуществляется переход к следующему шагу моделирования, где за начальные условия принимаются значения случайных величин, полученных после реализации рекомендаций предыдущего этапа. При этом вектор начальных условий $\bar{X}^{(0)}$ в каждой реализации должен отвечать плотности, вероятности распределения случайных величин $f(\bar{X}^{(0)})$.

В результате каждой реализации будет получено промежуточное значение K_i на интервале ΔT_i .

Проведя достаточное количество итераций, получим статистический набор величин, для обработки которого применим методы математической статистики [8].

Найдем среднюю величину.

$$K_{cp} = \frac{\sum_{j=1}^N K_j}{N}, \text{ где } N - \text{число итераций.}$$

Используя закон больших чисел, получаем, что при достаточно большом числе реализаций случайной величины вероятность того, что абсолютная величина отклонений среднего арифметического от математического ожидания меньше любого заданного положительного числа ε , стремится к единице:

$$\lim_{N \rightarrow \infty} P \left\{ |K_{cp} - M[K]| < \varepsilon \right\} = 1,$$

отсюда получаем, что $M[K] \approx K_{cp}$, то есть полученная оценка математического ожидания согласно этому же закону является несмещенной, состоятельной.

Оценку дисперсии случайной величины можно определить следующим образом:

$$D[K] = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (K_i - K_{cp})^2.$$

Для определения числа итераций процесса, чтобы оценка K_{cp} с необходимой степенью точности совпадала с математическим ожиданием $M[K]$, используем выражение

$$N \geq \frac{D[K] \cdot \tau_\beta^2}{\varepsilon_\beta^2},$$

где $D[K]$ – оценка дисперсии, полученная по N итерациям;

$$\tau_\beta = \arg \Phi^* \left(\frac{1 + \beta}{2} \right);$$

β – доверительная вероятность;

ε_β – доверительный интервал;

$\arg \Phi^*(x)$ – обратная функция стандартного нормального распределения $\Phi^*(x)$.

Применяя частный случай теоремы Чебышева, а именно теорему Бернулли, получаем:

$$K_{cp} = F^* = \frac{m}{N},$$

$$M[K_{cp}] = \rho,$$

$$D[K_{cp}] = \frac{\rho \cdot g}{N},$$

где F^* – частота появления события,

m – количество успехов в испытаниях.

Тогда

$$P \left\{ \left| \frac{m}{N} - \rho \right| < \varepsilon \right\} \geq \frac{\rho \cdot g}{N \cdot \varepsilon^2}, \text{ откуда получаем}$$

$$\lim_{N \rightarrow \infty} P \left\{ \left| \frac{m}{N} - \rho \right| < \varepsilon \right\} = 1.$$

Таким образом, частота появления события и вероятности появления данного события в отдельном цикле сходятся по вероятности.

Так мы получаем количественную оценку риска контекста предприятия.

Для сравнительной оценки показателей эффективности исследуемого процесса проводим анализ различных подходов или различных циклов моделирования при оценке рисков и получим приращение ΔQ , характеризующее эффективность принимаемых решений:

$$\Delta Q = \frac{K_{\min p_j} - K_{\min p_i}}{K_{\min p_i}},$$

где $K_{\min p_j}, K_{\min p_i}$ – значения сравнительных показателей эффективности.

Для оптимального принятия решения необходимо дополнительно учитывать затраченное на расчеты время, актуальность принятых ограничений, экономическую эффективность и только после этого использовать данный подход.

Достоверность получаемых оценок при реализации предложенной модели будет определяться точностью исходных данных, но в любом случае она будет выше, чем экспертная оценка.

ОЦЕНКА РИСКА НА ПРИМЕРЕ ИНДЕКСА КАЧЕСТВА ПОСТАВЩИКА

По внутренним стандартам предприятия индекс качества поставщика Ind рассчитывается исходя из следующих параметров:

- показатель качества $X_k = \frac{I_+}{I_{all}}$, где I_{all} – общее число полученных изделий, I_+ – число принятых изделий;

- показатель цены $X_c = \frac{P_{\min}}{P_{curr}}$, где P_{\min} – минимальная цена изделия по каталогам, P_{curr} – цена изделия у данного поставщика;

показатель обслуживания $X_o = \{0$ – нет обслуживания;
 1 – есть обслуживание};

– показатель своевременности поставки X_t , определяемый по таблице 1.

Таблица 1
Значения показателя своевременности поставки

Отклонение (запаздывание) от согласованного срока, дни	X_t
От 0 до 7	16
От 8 до 14	14
От 15 до 21	12
От 22 до 35	10
От 36 до 42	8
От 43 до 49	6
От 50 до 56	4
От 57 до 63	2
Свыше 63	0

Для каждого параметра в зависимости от его важности определяются весовые коэффициенты, приведенные в таблице 2.

Таблица 2
Весовые коэффициенты параметров

Показатель X_i	Весовой коэффициент W_i
X_k	44
X_c	30
X_o	10
X_t	16

Индекс качества поставщика рассчитывается по формуле:

$$Ind = X_k \cdot W_k + X_c \cdot W_c + X_o \cdot W_o + X_t \cdot W_t.$$

Оценка риска исключения поставщика из списка поставщиков предприятия приведена в таблице 3.

Некоторые значения случайно выбранных начальных параметров для процесса моделирования и полученные значения Ind приведены в таблице 4 (вся таблица параметров не приведена ввиду большого объема, было выбрано более 5000 наборов начальных параметров).

Значение риска определяется $K_{cp} = 100 - Ind$.

В результате получены значения $K_{cp} = 41,3$, $M = [K] = 41,3$, которые соответствуют критическому значению риска.

Так как в реальных условиях получить «идеальные» параметры практически невозможно, на основании полученных данных необходимо провести анализ совокупностей параметров, дающих минимальные значения риска. Далее

Таблица 3
Классификация риска на основе индекса качества

Значение индекса качества, %	Классификация риска
100	риск отсутствует
89–99	риск допустимый
69–88	риск средний, если поставщик единственный, он остается в списке
59–68	риск критический, если поставщик единственный, он остается в списке, производится интенсивный поиск нового поставщика, иначе поставщик исключается
Ниже 59	риск недопустимый, поставщик исключается

Таблица 4
Примеры значений начальных параметров

X_k	X_c	X_o	X_t	Ind
100	90	1	8	89
90	85	1	14	89,1
80	100	1	14	89,2
95	85	1	12	89,3
90	90	1	14	90,6
95	90	1	12	90,8
100	70	1	16	91
100	90	1	10	91
85	95	1	12	87,9
100	60	1	16	88
100	100	0	16	90
65	25	0	12	48

необходимо провести ограничение значений параметров в соответствии с требованием минимизации риска, что является аналогом проведения мероприятий и принятия решений в реальных условиях. В результате нескольких итераций получены новые наборы параметров, соответствующие им значения риска приведены в таблице 5.

Таблица 5
Значения рисков в различных циклах моделирования

№ итерации, t	Значение риска на данной итерации, K_t	Значение риска на предыдущей итерации, K_{t-1}	Приращение ΔQ
0	41,3	-	-
1	64,6	41,3	0,56
2	71	64,6	0,1
3	77,9	71	0,097
4	85,4	77,9	0,096
5	89,1	85,4	0,04

Таким образом, получаем финальное значение риска $K_{cp} = 89,1$, что соответствует допустимому уровню риска.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемый подход является более трудоемким в плане проводимых вычислений и требует значительного массива данных, но при критических рисках он наиболее эффективен и предоставляет гарантии достоверности полученных оценок. Он позволяет:

- получить количественную оценку при решении задачи минимизации рисков контекста организации;
- оценить эффективность принимаемых решений;
- выработать рекомендации по принятию оптимального решения;
- обосновать оптимальную стратегию поведения с минимальными рисками оцениваемых процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. – М. : Стандартинформ, 2015.
2. ГОСТ Р ИСО 31000-2010. Менеджмент риска. Принципы и руководство. – М. : Стандартинформ, 2012.
3. ГОСТ Р 51897-2002. Менеджмент риска. Термины и определения. – М. : Стандартинформ, 2012.
4. Соловьев В.И. Математические методы управления рисками. – М., 2003. – 100 с.
5. Костерев В.В. Надежность технических систем и управление риском. – М. : МИФИ, 2008. – 280 с.
6. Елохин А.Н. Анализ и управление риском: Теория и практика. – М. : ООО «Полимедиа», 2002. – 192 с.
7. Стейнберг Ричард М., Мартене Фрэнк Д. Управление рисками организаций. Интегрированная модель. – М., 2004. – 109 с.

8. Бочаров П.П., Печинкин А.В. Теория вероятностей. Математическая статистика. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 296 с.

REFERENCES

1. GOST R ISO 9001-2015. *Sistemy menedzhmenta kachestva. Trebovaniia* [Quality Management System. Requirement]. Moscow, Standardinform Publ., 2015.
2. GOST R ISO 31000-2010. *Menedzhment riska. Printsipy i rukovodstvo*. [Risk Management. Principles and Management. Moscow, Standardinform Publ., 2012.
3. GOST R 51897-2002. *Menedzhment Riska. Terminy i Opredelenia* [Risk Management. Terms and Definitions]. Moscow, Standardinform Publ., 2012.
4. Solovev V.I. *Matematicheskie metody upravleniia riskami* [Mathematical Methods for Risk Management]. Moscow, 2003. 100p.
5. Kosterev V.V. *Nadezhnost tekhnicheskikh system i upravlenie riskom* [Technical System Reliability and Risk Management]. Moscow, MIFI Publ., 2008. 280 p.
6. Elokhin A.N. *Analiz i upravlenie riskom. Teoriia i praktika* [Risk Analysis and Management. Theory and Practice]. Moscow, Polimedia Publ., 2002. 192 c.
7. Steinberg Richard M., Martens Frank J. *Upravlenie riskami organizatsii. Integrirovannaia model* [Enterprise Risk Management. Integrated Framework]. Moscow, 2004. 109 p.
8. Bocharov P.P., Pechinkin A.B. *Teoria veroiatnostei. Matematicheskaia statistika* [Theory of Probability. Mathematical Statistics]. Moscow, Fizmatlit Publ., 2005. 296 p.