

СТАТЬИ

УДК 51-77:334.72

**МЕТОД И МЕТОДИКА МЕНЕДЖМЕНТА  
КРИТИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ РИСКОВ**

<sup>1</sup>Антонов А.В., <sup>2</sup>Сидорин В.В.

<sup>1</sup>АО «Концерн военно-космической обороны «Алмаз-Антей», Москва, e-mail: 603083@gmail.com;

<sup>2</sup>АНО «Институт испытаний и сертификации вооружения и военной техники  
(АНО «ИнИС ВВТ»), Москва, e-mail: sidorin@inis.ru

Снижение вариабельности процессов и их результатов в системах менеджмента достигается различными методами. Один из них – риск-ориентированное мышление и технология менеджмента риска. Общий подход, принципы и методология менеджмента риска, регламентированные международными и российскими стандартами, являются основой для последующей разработки методов и методик менеджмента рисков для конкретных применений. При этом, несмотря на существование различных методов идентификации, анализа, оценки и обработки рисков, обладающих своими достоинствами, ограничениями и недостатками, остаётся потребность в методах и методиках, более эффективно решающих те или иные задачи в менеджменте риска и, соответственно, актуальность работ по их созданию. Цель статьи – представить результаты разработки метода и методики менеджмента критически значимых рисков для их нейтрализации или исключения. В основе решения проблемы разработки менеджмента критических рисков – концептуальная модель риска, и такие её основные положения и понятия, как потенциал риска, структура риска, индекс риска, ёмкость риска, структура затрат ресурсов, стратификация затрат по видам ресурсов, риск-устойчивость. Аналитический подход в основе метода позволяет повысить степень объективности оценки значимости рисков, расчётами потенциала рисков и затрат ресурсов, обосновать решения по приоритизации рисков и требования к ресурсному обеспечению работ по их обработке.

**Ключевые слова:** критически значимые риски, потенциал риска, структура риска, индекс риска, нейтрализация риска, приоритизация риска, стратификация ресурсов

**METHOD AND METHODOLOGY OF CRITICAL RISK MANAGEMENT**

<sup>1</sup>Antonov A.V., <sup>2</sup>Sidorin V.V.

<sup>1</sup>«Almaz-Antey» – Air end Space Defence Corporation, Joint Stock Company,  
Moscow, e-mail: 603083@gmail.com;

<sup>2</sup>«Autonomous non-profit organization «Institute of testing and certification of weapons  
and military equipment» ANO INIS VVT», Moscow, e-mail: sidorin@inis.ru

Reducing the variability of processes and their results in management systems is achieved by various methods. One of them is risk-oriented thinking and risk management technology. The general approach, principles and methodology of risk management, regulated by international and Russian standards, are the basis for the subsequent development of methods and methodologies of risk management for specific applications. At the same time, despite the existence of various methods of identification, analysis, assessment and processing of risks that have their own advantages, limitations and disadvantages, there is still a need for methods and techniques that more effectively solve certain tasks in risk management and, accordingly, the efficiency of work on their creation. The purpose of the article is to present the results of the development of a method and methodology for managing critical risks for their neutralization or elimination. The solution to the problem of developing critical risk management is based on a conceptual risk model, and its main provisions and concepts such as: risk potential, risk structure, risk index, risk capacity, resource cost structure, cost stratification by resource types, risk sustainability. The analytical approach at the heart of the method makes it possible to increase the degree of objectivity of assessing the significance of risks, to justify decisions on prioritization of risks and requirements for resource support of work on their processing by calculating the potential of risks and resource costs.

**Keywords:** critical risks, risk potential, risk structure, risk index, risk neutralization, risk prioritization, resource stratification

Риск-ориентированное мышление в отношении всех видов деятельности в системе менеджмента качества организации, введенное Международными стандартами серии 9000 в 2015 г., предполагает и допускает возможность различных подходов к его реализации. Один из них – менеджмент риска. Согласно ГОСТ Р ИСО 31000-2019 менеджмент риска – одна из составляющих менеджмента организации на всех уровнях её организационной структуры с целью повышения уверенности в постановке

и достижения целей [1]. В определённых условиях (контекста) и независимо от вида деятельности в процессный подход к менеджменту риска на основе предложенных стандартом принципов включает такие его этапы, как оценка, анализ, идентификация и обработка риска.

В зависимости от результатов анализа, оценки рисков и идентификации организация выбирает наиболее эффективные методы обработки риска из числа известных, или разрабатывает собственные, руковод-

ствуюсь для этого различными критериями. Критерии выбираются в зависимости от типа последствий реализации риска [2–4]. Соответственно, меры и методы обработки рисков могут выбираться из широкого спектра возможных вариантов, включая устранение, предотвращение или снижение риска, устранение источников риска, изменение последствий риска, изменение правдоподобности/вероятности опасного события, принятие риска, разделение и передачу риска, а также ряд других [5].

Необходимо отметить, что предлагаемые ГОСТ Р 58771-2019 критерии оценки риска для последующего выбора методов обработки риска не могут быть применены в отношении продукции военного назначения, атомной энергетики, авиационной космической техники и ряда других, являющихся потенциальным источником технических, технологических, техногенных, экологических и социальных рисков самых различных масштабов [5]. Оценка таких критических рисков – рисков безопасности при создании, хранении, транспортировании, применении, обслуживании, утилизации такой продукции по критериям финансовой, технико-экономической эффективности, целесообразности, ёмкости риска, риск-аппетита организации, а также по критериям SFAIRP и ALARP неприемлема.

Из-за недостаточности или отсутствия данных невысокая степень достоверности исключает использование хронологических данных для определения события или ситуации, случившихся в прошлом и допускающих возможность их появления в будущем. То же относится и к методам прогнозирования, и к экспертной оценке в систематизированном и структурированном процессе оценки вероятности риска.

Подход к определению значимости риска строится на оценке вероятности его реализации, неэффективен и в отношении инновационной, уникальной, технически и технологически сложной продукции. Это продукция, создаваемая и применяемая в единичных экземплярах или ограниченных количествах впервые и не имеющая «истории» накопления данных для статистической обработки и прогнозирования вероятности реализации рисков, применение и эксплуатация которой определяет безопасность жизнедеятельности, обороноспособность, энергонезависимость, экологические и другие не менее важные показатели.

Другие особенности и недостатки применения существующих методов оценки и обработки рисков или ограничивают, или исключают возможность их примене-

ния в отношении таких рисков, критически значимых по своим последствиям.

В их числе – субъективный характер методов идентификации, прогнозирования последствий, анализа, оценки вероятности и значимости рисков (ALARP, HAZOP, метод Дельфи, мозговой штурм, дерево целей, FMEA, анализ дерева ошибок и анализ дерева событий и др.). Отсутствие во многих случаях объективной информации о плотности распределения случайных величин – факторов риска снижает или исключает возможность непредвзятой и достоверной оценки вероятности возникновения риска.

Оценка вероятности реализации риска ограничена отсутствием достаточного объёма апостериорной информации для объективной и достоверной. Отсутствуют (как правило) методы и средства раннего обнаружения, предупреждения факторов риска. Оценка значимости риска так же (как правило) субъективна и, следовательно, недостоверна. Вычисление ПЧР ориентируется на возможности и ресурсы организации. Неэффективно также и применение одного метода менеджмента рисков к различным процессам (в частности, FMEA – наиболее распространенного, но не являющегося универсальным).

Критерием оценки рисков безопасности такой продукции на всех стадиях жизненного цикла может быть только одно условие: исключение рисков любой ценой, даже если эта деятельность в рассматриваемый период экономически неэффективна и носит затратный характер. Смысл этого условия – обеспечение безопасности, качества, конкурентоспособности продукции, исключение рисков потери заказов и репутации организаций-разработчиков и поставщиков продукции в рамках военно-технического сотрудничества.

Безусловная обработка критически значимых рисков, принятие мер по их предотвращению независимо от затрат в отношении продукции атомной, космической, авиационной, медицинской, автомобильной, железнодорожной и других отраслей, выпускающих и/или применяющих высокотехнологичную наукоемкую продукцию, обоснована ещё одним обстоятельством. Это – отличия в подходах к менеджменту риска на различных стадиях жизненного цикла продукции. Объясняются эти отличия многократно возрастающей значимостью риска при переходе от ранних к поздним стадиям жизненного цикла по известному правилу кратного увеличения затрат. Цена риска потери или снижения безопасности, надежности, других показателей качества продукции военного назначения, атомной

энергетики, авиационной, космической, радиоэлектронной, телекоммуникационной и других высокотехнологичных отраслей промышленности на этапах применения, использования, эксплуатации оказывается сопоставимой с их стоимостью или превосходит её.

Такой подход к оценке и безусловно-му принятию мер в отношении идентифицированных критически значимых рисков требует поиска и реализации возможностей для их исключения или нейтрализации.

С этой целью в настоящей работе представлена концептуальная модель риска, позволяющая получить количественную оценку его значимости и затрат на реализацию возможностей для его исключения или нейтрализации.

#### 1. Концептуальная модель менеджмента критически значимых рисков

Совокупность структуры, основных элементов и их связей и принципов составляет содержание концептуальной модели менеджмента критически значимых рисков. В основе модели альтернативного подхода к известным и представленным в ГОСТ Р 58771-2019 технологиям менеджмента риска следующие принципы и основные положения.

Объект менеджмента – критически значимые риски в процессах создания, применения и эксплуатации продукции, реализация которых недопустима по причинам угрозы безопасности жизнедеятельности пользователей, причинения ущерба социальной и окружающей среде. Цель менеджмента таких критически значимых рисков – их безусловное исключение или нейтрализация.

В представленном подходе процесс или вообще любая деятельность рассматри-

вается как работа с определенной целью, совершаемая с привлечением различных видов ресурсов. Соответственно, риск – потенциальная энергия, высвобождающаяся при определенных обстоятельствах и выполняющая работу, противодействующую деятельности, процессу и приводящая к недостижению поставленной цели процесса, деятельности (рис. 1).

Менеджмент критически значимых рисков осуществляется безусловно, независимо от степени вероятности их реализации, привлекая для этого все необходимые ресурсы.

Факторы риска – идентифицированные условия, влияющие на способность достижения цели процесса, деятельности.

Менеджмент критически значимых рисков состоит в поэтапном выполнении следующих действий:

- идентификация рисков;
- определение потенциала каждого из рисков процесса, вида деятельности и их совокупности;
- приоритизация рисков – ранжирование рисков по их потенциалу (значимости, степени критичности);
- выявление, оценка и реализация возможностей обработки риска – предотвращения, исключения, нейтрализации риска, какого-либо иного воздействия на риск;
- оценка эффективности воздействия на риски процесса, деятельности;
- мониторинг последствий реализации возможностей воздействия на риски процесса, деятельности, выявление возможностей для улучшения и их реализация.

Анализ и оценка последствий (потерь, ущерба)  $R_i$  от реализации  $i$ -го риска – этап, следующий за этапом идентификации рисков.

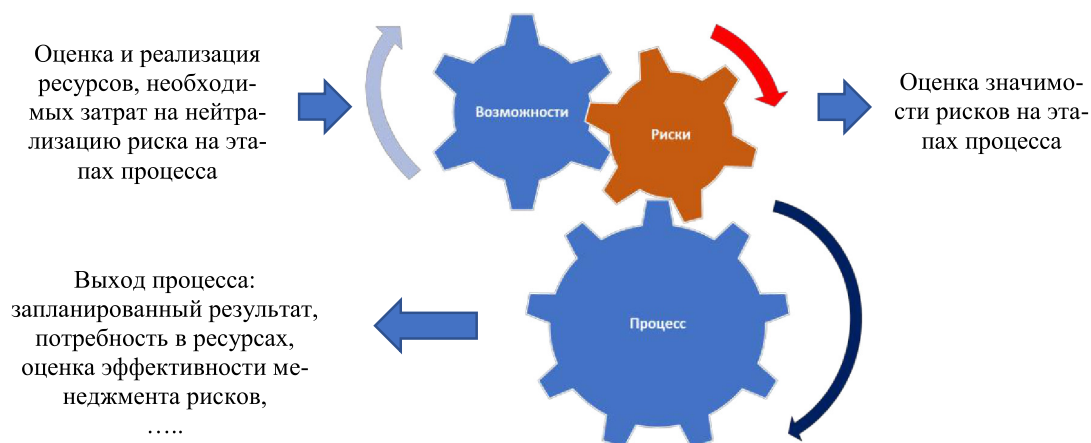


Рис. 1. Риски и возможности в достижении цели процесса

Реализация риска в процессе или в каком-либо ином виде деятельности приводит к отклонению полученного результата от установленной цели или к её недостижению. Воздействие факторов риска, значимость риска оценивается по степени отклонения получаемого результата от запланированного значения, т.е. по изменению результативности процесса, степени variability отдельных показателей результативности вследствие реализации риска.

В общем случае значимость риска может быть оценена по различным показателям в соответствующих этим показателям единицах измерения, как в абсолютных, так и в относительных. Выбор показателей и единиц измерения определяется с учетом вида и особенностей процесса. Для производственных процессов такими показателями результативности могут быть, в частности: сроки выполнения процедур и процесса в целом, количество единиц продукции на выходе процесса, процент выхода годных единиц продукции, показатели дефектности, технологичности, материалоёмкости, стоимостные показатели, своевременность поставки ресурсов, или снижения их качества.

Оценка значимости риска процессов в стоимостных показателях позволяет оценивать и сравнивать риски различных процессов и видов деятельности независимо от вызывающих их факторов. Единая шкала оценки значимости рисков в стоимостных показателях позволяет также оценить и сопоставить ущерб от каждого из рисков в совокупности рисков процесса, квалифицировать их по значимости, распределить их по очередности принятия мер воздействия на них, определить затраты на реализацию возможностей для их обработки.

Результат процесса или какой-либо иной деятельности представляет собой сумму результатов  $N$  последовательно выполняемых процедур, элементов, этапов  $n_i$ , измеряемый в относительных безразмерных стоимост-

ных показателях: 
$$N = \sum_1^N n_i.$$

Достижение цели и получение запланированного результата процесса требует энергии для выполнения работы по преобразованию необходимых различных видов ресурсов – материальных, человеческих, финансовых, информационных и др. Потенциально возможное противодействие выполнению работ в процессе и вследствие этого полное или частичное недостижение целей процесса также потребует соответствующей энергии – энергии риска. Риск в процессе или каком-либо виде деятельности представляет собой потенциальную

энергию, высвобождающуюся при определённых обстоятельствах.

Полная энергия процесса или иной подобной деятельности  $E_{\Sigma np.}$  включает энергию работы по достижению цели процесса  $E_{np.}$ , потенциальную энергию воздействий, препятствующих выполнению работ по достижению цели процесса, т.е. потенциальную энергию всех рисков  $R_{\Sigma i}$ , и энергию  $V_{\Sigma i}$  необходимую для нейтрализации рисков, или, в общем случае, для любых действий по их обработке:

$$E_{\Sigma np.} = E_{np.} + R_{\Sigma i} + V_{\Sigma i}. \quad (1)$$

Реализация риска – воздействие высвобожденной энергии риска проявляется в отступлении от запланированного порядка выполнения как на всей совокупности  $N$  процедур процесса, так и на отдельных их них. Результат реализации рисков процесса – полное или частичное недостижение цели процесса, отклонение от запланированного значения полученного результата в какой-либо деятельности. Возможные последствия реализации рисков процесса оцениваются потенциалом рисков  $R_{\Sigma i}$ .

Из соотношения (1) условие максимально возможного достижения цели процесса – исключение, или нейтрализация рисков реализацией соответствующих возможностей, требующих для этого энергии не меньшей потенциала риска:

$$- V_{\Sigma i} \geq R_{\Sigma i}. \quad (2)$$

Требуемый потенциал для реализации риска того или иного процесса, или «ёмкость» риска, определяется видом риска, в том числе последствиями и причинами, его вызвавшими, количеством процедур, операций, этапов процесса. Реализация каждого  $i$ -го риска на одном его элементе, процедуре, этапе процесса  $n_i$  осуществляется работой высвобожденной части энергии риска на элементе процесса  $\Delta n_i$ :  $F_i = r_i \Delta n_i$ . Элементарный риск  $\Delta R_i$  – квант высвобождаемого потенциала риска, воздействие, работа которого  $F_i$  вызывает нарушение в запланированном порядке выполнения процесса, или делает невозможным выполнение простейшей (элементарной) операции, процедуры на одном этапе процесса  $n_i$ :  $\Delta R_i = n_i r_i \Delta n_i$ .

Последствия реализации  $i$ -го риска в том или ином процессе оцениваются по отклонению результата процесса от запланированного значения в безразмерных единицах – в долях « $m$ » относительно цены, стоимости или себестоимости продукции  $P_{np.}$  или какого-либо иного запланированного результата рассматриваемого процесса, деятельности.

2. Метод менеджмента критически значимых рисков

Оценка последствий риска учитывает значимость влияния факторов риска по следующим аспектам:

– ущерб, потери вследствие снижения уровня качества продукции, изменения показателей назначения продукции, процесса, изменения или полной потери функциональных свойств продукции, результата процесса. Это так называемые функциональные потери  $m_\phi$  вследствие реализации  $i$ -го риска процесса;

– ущерб от снижения уровня безопасности продукции (процесса) – последствия снижения или полного несоответствия требованиям к показателям безопасности продукции (процесса). Это так называемые потери безопасности  $m_\phi$  вследствие реализации  $i$ -го риска процесса;

– материальные потери  $m_m$ , или непроизводительные затраты, избыточный расход ресурсов вследствие реализации  $i$ -го риска процесса;

– ущерб от потери или снижения уровня конкурентоспособности  $m_k$ , удовлетворённости потребителей и других заинтересованных сторон вследствие реализации  $i$ -го риска процесса;

– ущерб от снижения уровня доверия к разработчику, изготовителю, или поставщику продукции. Это так называемые репутационные потери  $m_p$  вследствие реализации  $i$ -го риска процесса.

Вид риска определяется совокупностью этих пяти составляющих, входящих в структуру каждого риска, общую для всех видов рисков в различных процессах, видах деятельности. Отличаются риски количественными значениями каждой из пяти компонент риска и их соотношением в каждом

из рисков. Для каждого  $i$ -го риска процесса последствия (потери, ущерб) от его реализации – сумма оценок последствий  $m_j$  по каждому из пяти рассмотренным выше аспектов с учётом их значимости (веса)  $k_j$  в том или ином процессе:

$$m_{j\pi} = \sum_1^5 k_j m_j \quad (\text{где } \sum_1^5 k_j = 1). \quad (3)$$

Вместе с общей структурой, каждый из рисков уникален по виду, причинам, месту возникновения, условиям и последствиям реализации. Уникальность риска определяется количественными значениями компонент в структуре риска, их соотношением и последствиями реализации на каждом из этапов, в процедурах и операциях при выполнении процесса. Уникальность, особое влияние и воздействие на процесс, присущее конкретно данному  $i$ -му риску, характеризует индекс риска.

Индекс риска  $r_i = m_{j\pi i}$  – это собственная характеристика риска, сумма количественных значений каждой из пяти компонент риска с их весовыми коэффициентами в структуре риска (рис. 2).

Это собственная характеристика риска, относящаяся к данному риску. Каждая из компонент в расчёте индекса риска приобретает значения от 0 до 1 в относительных единицах. Расчётные значения каждой из компонент для различных видов рисков различны, что и отражает их специфику и вклад каждой из компонент в оценку индекса риска. Количественное значение индекса риска соответствует площади пятиугольника, ограниченного сторонами – линиями, связывающими расчётные значения каждой из пяти компонент риска.

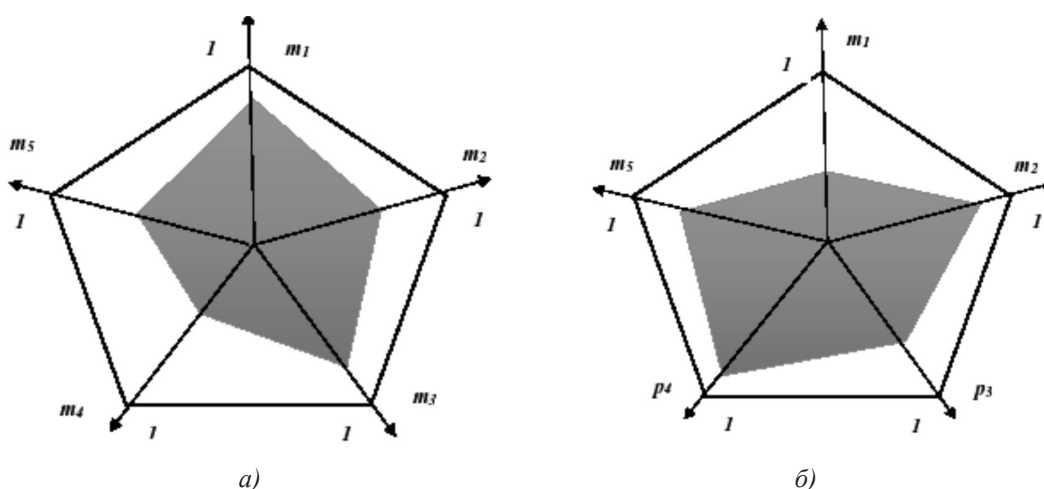


Рис. 2. Структура и компоненты индекса риска двух различных видов риска (а – риск  $R_1$ , б – риск  $R_2$ )

Общая для всех рисков структура, относящаяся к конкретно данному риску и к каждому его этапу, процедуре, элементу, с отличиями в значениях и их соотношений представлена в матрице риска (табл. 1).

**Таблица 1**

Структура риска – матрица компонент риска

$m_j \backslash k_j$	$k_\phi$	$k_\sigma$	$k_m$	$k_\kappa$	$k_p$
$m_\phi$	$k_\phi m_\phi$				
$m_\sigma$		$k_\sigma m_\sigma$			
$m_m$			$k_m m_m$		
$m_\kappa$				$k_\kappa m_\kappa$	
$m_p$					$k_p m_p$
$m_{j\Sigma} = \sum_1^5 k_j m_j$					

В табл. 2 и 3 в качестве примеров приведены структура и компоненты индексов двух различных рисков, в которых значи-

мость каждой из компонент определяется степенью их влияния на конечный результат и особенностью того или иного процесса. Так, например, структура и компоненты индекса риска  $r_1$  для какого-либо производственного процесса, например процесса изготовления, сборки, верификации, валидации продукции, значимость риска изменения или полной потери функциональных свойств продукции  $m_\phi$  или её безопасности  $m_\sigma$ , материальных потерь  $m_m$  выше, чем значимость риска снижения уровня конкурентоспособности результатов процесса  $m_\kappa$ , или репутационных потерь  $m_p$  (табл. 2).

И напротив, структура и компоненты индекса риска  $r_2$  для таких, например, процессов, как «Маркетинг», «Исследования и разработка продукции», «Анализ выполнения договоров/контрактов», «Послепродажное обслуживание продукции», более значимыми становятся риски снижения уровня доверия к разработчику  $m_p$ , изготовителю/поставщику, риск снижения уровня конкурентоспособности продукции или организации-поставщика  $m_\kappa$  (табл. 3).

**Таблица 2**

Структура и компоненты индекса риска  $r_1$

Структура индекса риска $r_1$					
$m_j \backslash k_j$	$k_\phi = 0,4$	$k_\sigma = 0,4$	$k_m = 0,1$	$k_\kappa = 0,05$	$k_p = 0,05$
$m_\phi = 0,4$	$k_\phi m_\phi = 0,16$				
$m_\sigma = 0,4$		$k_\sigma m_\sigma = 0,16$			
$m_m = 0,1$			$k_m m_m = 0,01$		
$m_\kappa = 0,05$				$k_\kappa m_\kappa = 0,0025$	
$m_p = 0,05$					$k_p m_p = 0,0025$
$m_{j\Sigma} = \sum_1^5 k_j m_j = 0,335$					

**Таблица 3**

Структура и компоненты индекса риска  $r_2$

Структура индекса риска $r_2$					
$m_j \backslash k_j$	$k_\phi = 0,05$	$k_\sigma = 0,05$	$k_m = 0,1$	$k_\kappa = 0,4$	$k_p = 0,4$
$m_\phi = 0,04$	$k_\phi m_\phi = 0,0020$				
$m_\sigma = 0,06$		$k_\sigma m_\sigma = 0,0030$			
$m_m = 0,10$			$k_m m_m = 0,01$		
$m_\kappa = 0,35$				$k_\kappa m_\kappa = 0,14$	
$m_p = 0,45$					$k_p m_p = 0,18$
$m_{j\Sigma} = \sum_1^5 k_j m_j = 0,335$					

Расчёт и установление количественных значений компонент в структуре риска позволяет перейти от общей модели к структуре риска конкретного процесса. Компоненты  $m_j$  рассчитываются в безразмерных единицах – в долях от стоимостных показателей продукции, или иных целевых показателей процесса, какой-либо иной деятельности. Весовые показатели рассчитываются или, в случае невозможности расчётной оценки, устанавливаются экспертным методом на основе анализа вклада каждой из компонент в структуру риска и учёта особенностей продукции, процесса, услуги, иного вида деятельности.

Потенциал, или «ёмкость» риска, оцениваемая по величине потерь вследствие реализации риска, наносимому ущербу процессу, его результатам, продукции, виду деятельности, или иному объекту, подверженному риску, определяются исходя из следующих положений.

Работа  $F_i$  элементарного риска  $\Delta R_i$  приводит к полному или частичному недостижению поставленной цели, отклонению полученного результата от запланированного значения. Оценка элементарного риска – размер негативных последствий, ущерба от риска на одном элементе – процедуре, операции, этапе процесса.

Это также и доля энергии, требуемая для нейтрализации риска – удержания риска от реализации на одном элементе, процедуре, этапе процесса.

Потенциал риска, достаточный для недостижения цели процесса в целом, при равномерном распределении воздействия энергии риска по процедурам, операциям, этапам, процесса составит

$$R_i = \Sigma F_i N = r_i \Delta n_i \sum_1^N n_i. \quad (4)$$

Однаков реальных процессах влияние факторов риска на процедуры процесса неравномерно. Воздействие энергии риска по процессу распределяется неравномерно от начальных к последующим этапам. При неравномерном распределении энергии риска по процессу потенциал риска целесообразно оценивать как сумму элементов энергии риска  $dR_i$ , реализуемых на бесконечно малых его этапах  $dn_i$ . Используя для описания воздействия риска бесконечно малые величины, выражение для потенциала риска в отношении одного элемента, процедуры, операции процесса преобразуется в дифференциальное уравнение:

$$dR_i = r_i n_i dn_i. \quad (5)$$

Значимость  $i$ -го риска  $R_i$  процесса оценивается его потенциалом, степенью влияния на достижение цели процесса. Формула для потенциала риска процесса, любого другого вида деятельности получается из решения уравнения (5):

$$R_i = r_i \int_0^N dn_i = \frac{1}{2} (r_i n_i^2). \quad (6)$$

Степень несоответствия достигнутых и запланированных результатов определяется долей реализованной энергии риска, направленной на нарушение установленного порядка выполнения процесса и достижения его цели, и является мерой значимости риска. Величина потерь, размера ущерба от каждого  $i$ -го риска увеличивается от предыдущих к последующим этапам процесса. Для процесса в итоге значимость каждого риска устанавливается его потенциалом, пропорциональным индексу значимости риска  $r_i$  и согласно количеству этапов процесса (его процедур, элементов, операций)  $n$  (рис. 3).

Удельный вес каждого  $i$ -го риска процесса  $R_i$  представляет собой критерий для определения значимости рисков – ранжирования и принятия решения в соответствии с очередностью воплощения способов – предотвращения, ослабления, нейтрализации, передачи, принятия и др.

Возможность нейтрализации или ослабления риска определяется соотношением потенциала риска и необходимого для реализации возможностей ресурса  $V \geq R_i$  (2), стратифицированного по отдельным его видам. Реализация возможностей для обработки каждого  $i$ -го риска процесса требует использования совокупности различных видов ресурсов в необходимом соотношении и объёме. Структура совокупного ресурса для реализации возможностей по обработке риска включает пять основных из них  $p_j$ :

$p_1$  – материальные ресурсы (оборудование, производственные условия, инфраструктура и др.);

$p_2$  – финансовые ресурсы (закупки, оплата труда);

$p_3$  – человеческие ресурсы (руководители, исполнители процессов, привлечённые специалисты по менеджменту риска, консультанты и др.);

$p_4$  – информационные ресурсы (информационные технологии, программные средства, оборудование);

$p_5$  – временные ресурсы.

Различные риски и каждый из них на этапах процесса отличаются объёмом и соотношением компонент в структуре совокупного ресурса, требуемого для их обработки.

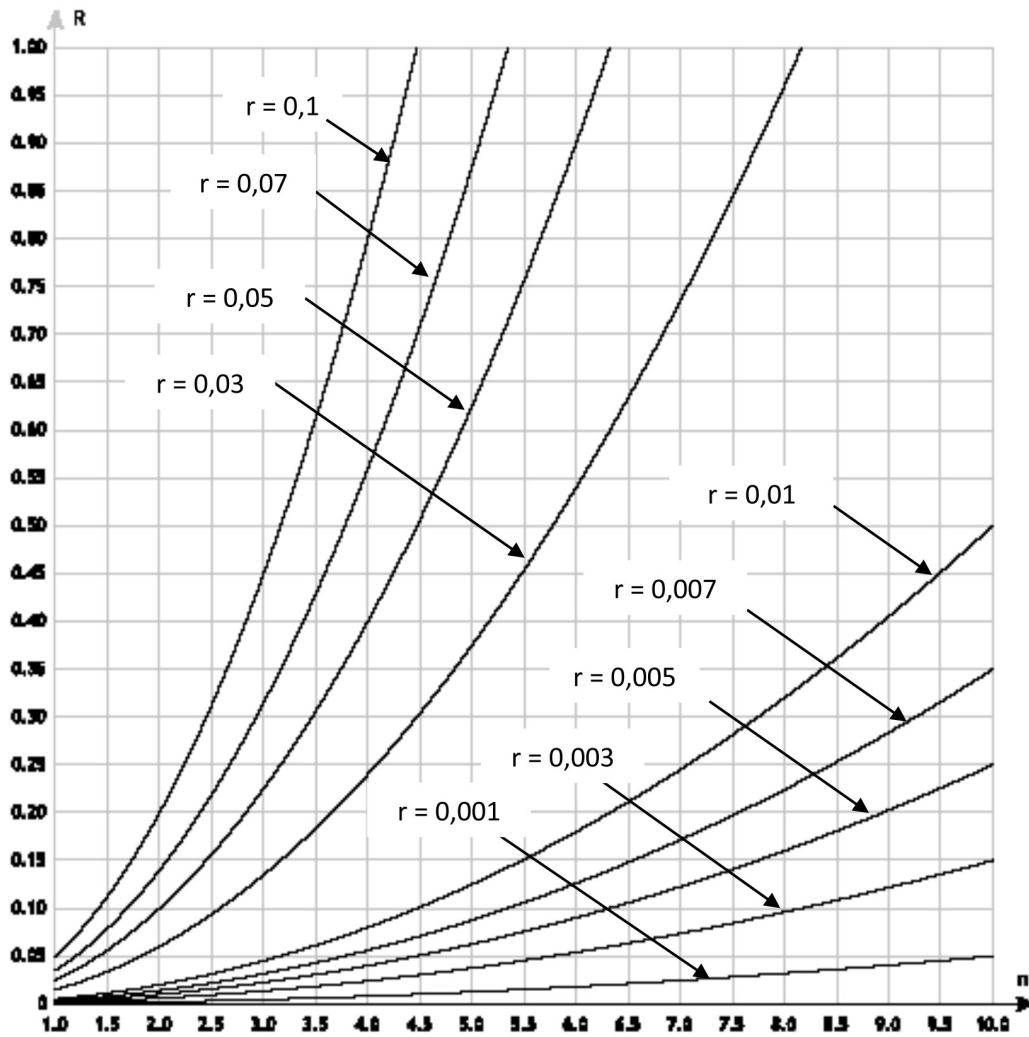


Рис. 3. Зависимость потенциала рисков с различными индексами риска  $r_i$  от продолжительности процесса – количества этапов  $n$

В структуре совокупного ресурса  $V_i$  для обработки риска пять основных видов ресурсов  $p_j$ , суммируемых с соответствующими весовыми коэффициентами  $l_j$ :

$$V_i = \sum_1^5 l_j p_j \quad (\text{где } \sum_1^5 l_j = 1). \quad (7)$$

Структура совокупных ресурсов для реализации возможностей с целью обработки риска представлена в табл. 4.

Значения каждого из видов ресурсов  $p_j$  рассчитываются и оцениваются в безразмерных единицах в долях от стоимостных показателей продукции, целевых показателей процесса, результатов какой-либо иной соответствующей деятельности. Оценка каждого из видов ресурсов принимает значения от 0 до 1 (рис. 4).

Таблица 4  
Структура совокупного ресурса  $V_i$  для реализации возможностей по обработке  $i$ -го риска

$p_j \backslash l_j$	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_4$	$l_5$
$p_1$	$l_1 p_1$				
$p_2$		$l_2 p_2$			
$p_3$			$l_3 p_3$		
$p_4$				$l_4 p_4$	
$p_5$					$l_5 p_5$
$v_i = \sum_1^5 l_j p_j \quad (\text{где } \sum_1^5 l_j = 1)$					



Весовые коэффициенты  $l_j$  устанавливаются расчётным или, в случае невозможности, экспертным методом, на основе анализа потребности в каждой из компонент в структуре совокупного ресурса для обработки риска. Значения составляющих в структуре совокупного ресурса отличаются для различных рисков, что иллюстрирует рис. 4, где представлена структура и значения ресурсов пяти видов для обработки двух различных рисков.

Возможные варианты соотношения компонент в структуре ресурсов для обработки двух различных рисков представлены в табл. 5 и 6. Значимость каждой из компонент определяется потребностью в её воздействии на факторы риска. Так, в частно-

сти, соотношение компонент в структуре ресурсов для нейтрализации риска неэффективного взаимодействия с потребителем по вопросам гарантийного обслуживания продукции (рис. 5, а) свидетельствуют о более высокой востребованности и значимости информационных и финансовых ресурсов (табл. 5).

Представленная на рис. 5, б, в качестве примера структура ресурсного обеспечения нейтрализации риска повышения дефектности из-за применения устаревшего оборудования в технологическом процессе свидетельствует о большей востребованности материальных  $p_1$ , финансовых  $p_2$ , человеческих  $p_3$  и временных  $p_5$  ресурсов (табл. 6).

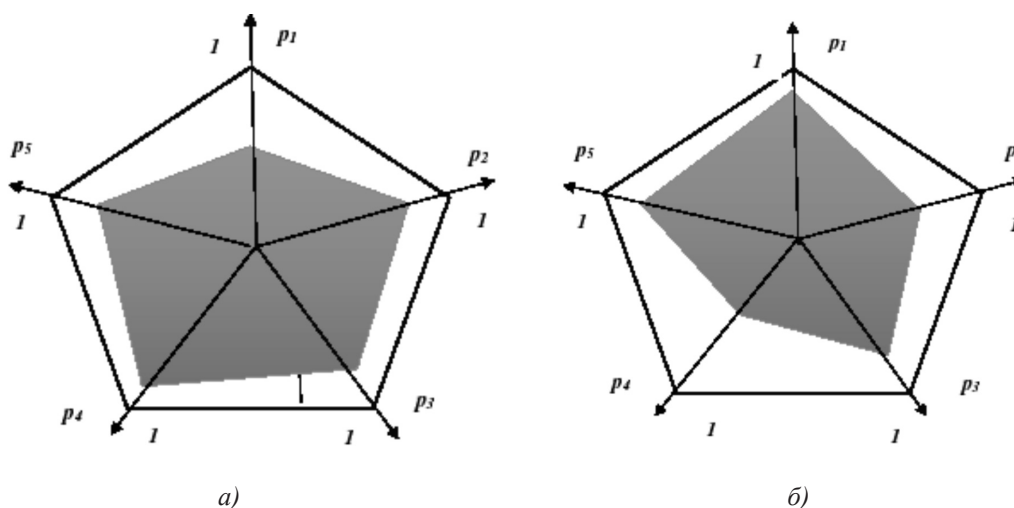


Рис. 4. Структура совокупных ресурсов для обработки двух различных рисков процесса (а – риск  $R_1$ , б – риск  $R_2$ )

Таблица 5

Структура и компоненты ресурсного обеспечения нейтрализации риска неэффективного взаимодействия с потребителем продукции по вопросам гарантийного обслуживания продукции

Структура затрат ресурсов для обработки риска						
$p_i$	$l_i$	$l_1 = 0,1$	$l_2 = 0,1$	$l_3 = 0,2$	$l_4 = 0,3$	$l_5 = 0,3$
$p_1 = 0,5$		$l_1 p_1 = 0,05$				
$p_2 = 1,0$			$l_2 p_2 = 0,10$			
$p_3 = 0,5$				$l_3 p_3 = 0,01$		
$p_4 = 5$					$l_4 p_4 = 1,50$	
$p_5 = 3$						$l_5 p_5 = 0,90$
$V_i = \sum_1^5 l_i p_i = 2,56$						

Таблица 6

Структура и компоненты ресурсного обеспечения нейтрализации риска повышения дефектности из-за применения устаревшего оборудования

Структура затрат ресурсов для обработки риска					
$l_i$	$l_1=0,25$	$l_2=0,30$	$l_3=0,2$	$l_4=0,3$	$l_5=0,15$
$p_1=12,0$	$l_1 p_1=3,0$				
$p_2=15,0$		$l_2 p_2=4,5$			
$p_3=5,0$			$l_3 p_3=1,0$		
$p_4=0,4$				$l_4 p_4=0,12$	
$p_5=4$					$l_5 p_5=0,60$
$V_i = \sum_{i=1}^5 l_i p_i = 9,22$					

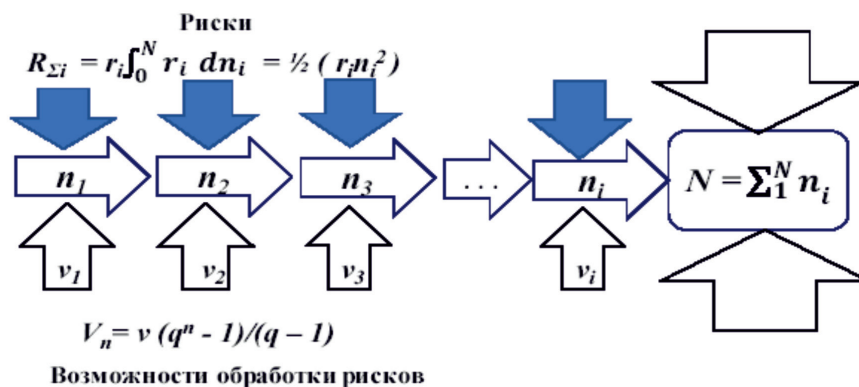


Рис. 5. Риски и возможности их обработки на этапах процесса

В процессах управления, обмена информацией с потребителями, поставщиками, соисполнителями информационные ресурсы, информационные технологии, программные средства и соответствующее оборудование, финансовые ресурсы могут быть востребованы в большем объеме, чем в производственных процессах, где в большей степени преобладать будет потребность в материальных, человеческих и временных ресурсах.

В случае невозможности нейтрализации риска до начала работ в процессе, на его первом этапе затраты ресурсов на реализацию возможностей для обработки риска на последующих этапах процесса возрастают. Как значимость риска, так и, соответственно, возможности для обработки риска распределяются по процессу неравнозначно. Объем требуемых ресурсов на выполнение действий по обработке рискакратно возрастают от начальных к последующим этапам процесса, а в последовательности процессов – от процессов предшествующих к процессам последующим (рис. 5).

Затраты на нейтрализацию  $i$ -го риска на  $n$ -м этапе процесса определяются из следующего соотношения:

$$V_{ni} = v_i (q^n - 1), \quad (8)$$

где  $v_i$  – затраты на обработку (предотвращение, нейтрализацию, ослабление, в частности)  $i$ -го риска на первом этапе процесса,  $n$  – количество этапов процесса,  $q$  – кратность увеличения затрат ресурсов на реализацию возможностей по обработке риска.

Сумма кратно возрастающих в геометрической прогрессии затрат  $V_{\Sigma ni}$  на реализацию возможностей по обработке/предотвращению или нейтрализации  $i$ -го риска на всех  $n$  этапах (процедур, операций, элементов) процесса, определяется следующим соотношением:

$$V_{\Sigma ni} = v_i (q^n - 1) / (q - 1). \quad (9)$$

Затраты ресурсов на реализацию возможностей для обработки риска при различной кратности их поэтапного увеличения  $q$  на  $n$  этапах процесса характеризует

коэффициент затрат  $t = V_{\Sigma ni}/V_i$  – затраты ресурсов для обработки риска по всему процессу, нормированные к затратам ресурсов, требуемых для реализации риска на первом этапе процесса (рис. 6).

Зависимости, представленные на рис. 6, иллюстрируют необходимость в значительном увеличении потребностей в ресурсах для реализации возможностей по обработке риска на каждом из последующих этапов процесса. Возможность, преимущество и эффективность нейтрализации рисков на первом этапе процесса требует достоверной идентификации компонент в структуре затрат ресурсов.

Условием достаточности ресурсов  $V_j$  для нейтрализации всех  $m$  рисков  $R_{\Sigma ni}$   $j$ -го процесса на всех  $n$  его этапах является следующее соотношение:

$$V_j = \sum_{i=1}^m \gamma_j V_{\Sigma ni} \geq R_j = \sum_{i=1}^m \delta_j R_{\Sigma ni}. \quad (10)$$

Потребность в большем или меньшем объеме ресурсов, требуемых для обработки риска, а также равномерность распределения затрат по этапам процесса косвенно может свидетельствовать о меньшей

или большей соответственно устойчивости процесса, иной деятельности в отношении воздействия факторов риска. Показателем риск-устойчивости процесса может служить соотношение требуемых затрат для обработки риска на первом его этапе и индекса риска  $v/r_i$ . Его уменьшение при прочих равных условиях (кратности поэтапного увеличения затрат на обработку риска  $q$  и количестве этапов процесса  $n$ ) – свидетельство равномерного распределения затрат на обработку риска по этапам процесса и более высокой устойчивости процесса к риску (рис. 7):

$$v_1/r_i \geq n^2(q-1)/2(q^n-1). \quad (11)$$

Его величина – мера достаточности ресурсов для нейтрализации или, в общем случае – обработки риска на каждом из  $n$  этапов процесса.

### 3. Методика менеджмента критически значимых рисков

Последовательность действий по менеджменту рисков рассмотренным методом включает:

– идентификацию каждого из совокупности рисков процесса  $R_i$ ;

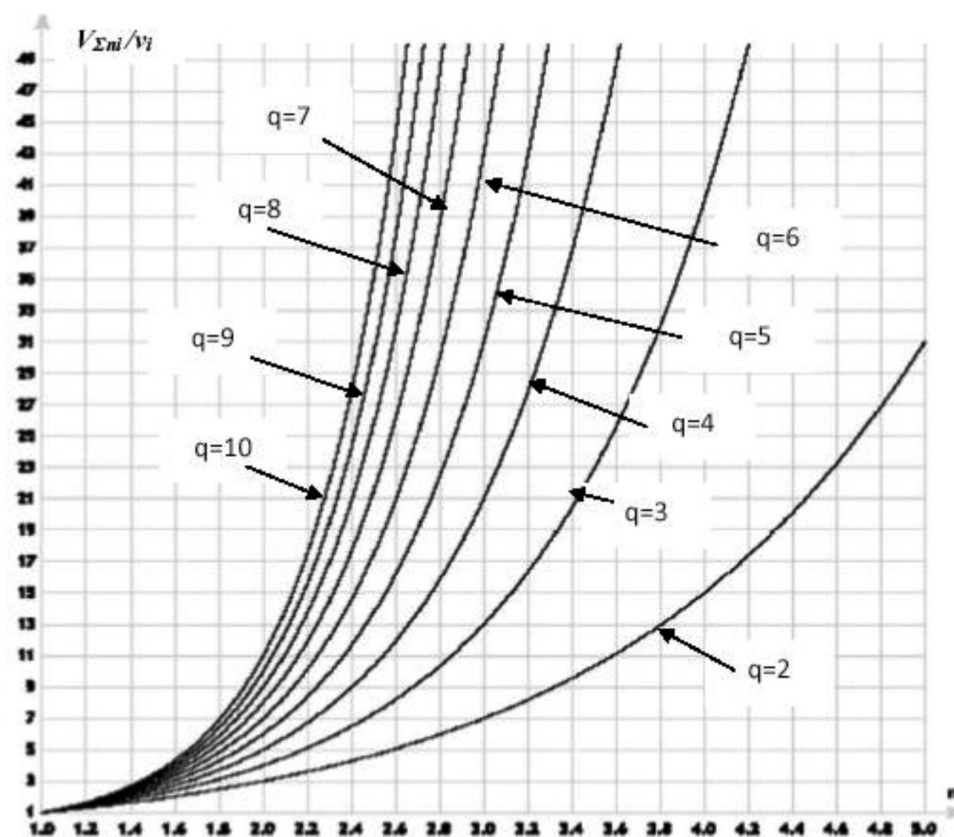


Рис. 6. Зависимость относительных затрат на реализацию возможностей обработки риска в процессе от кратности их поэтапного возрастания  $q$

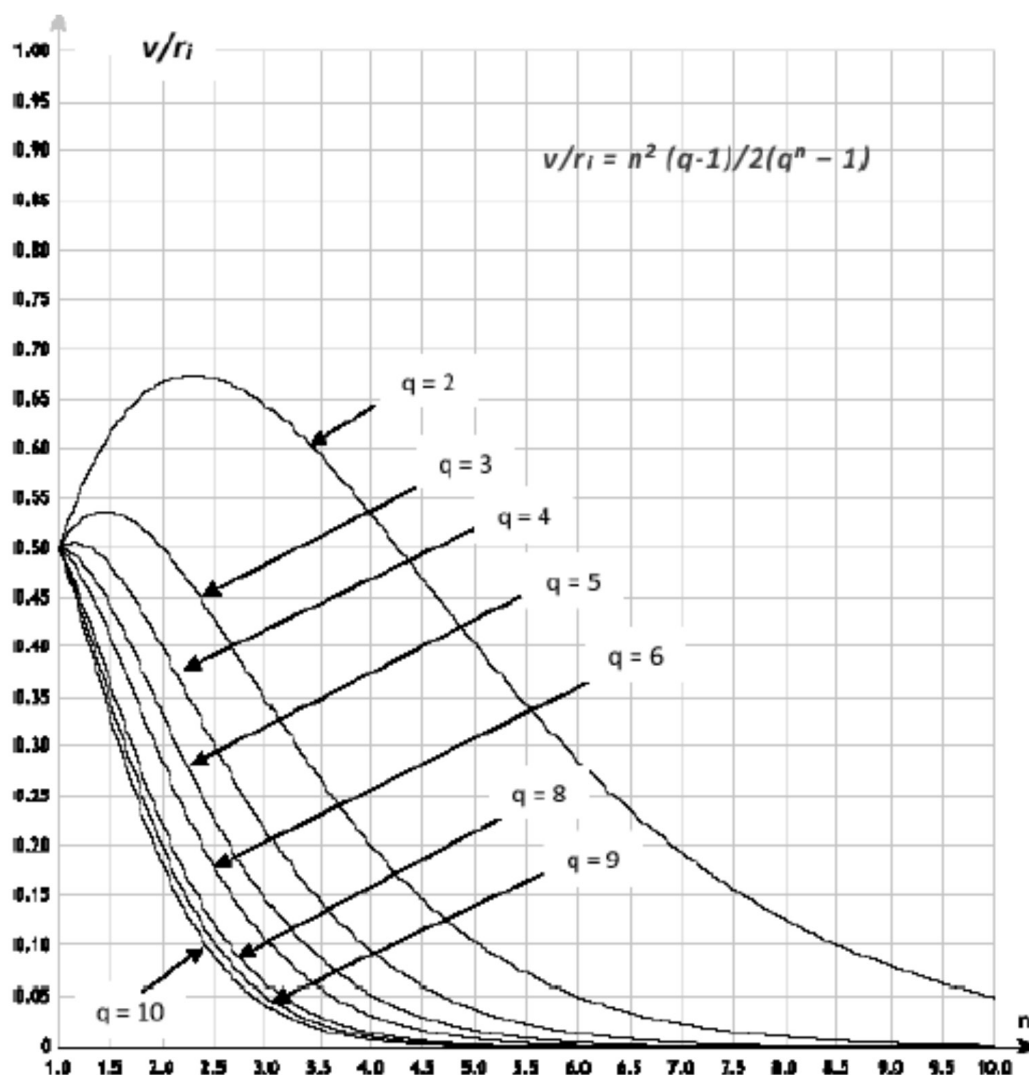


Рис. 7. Зависимость относительных затрат ресурсов на нейтрализацию риска на первом этапе от числа этапов процесса – показатель риск-устойчивости процесса

- расчёт индекса каждого риска процесса  $r_i$  по формуле (1);
- расчёт потенциала каждого риска по формуле (2):  $R_i = \frac{1}{2} (r_i n_i^2)$ ;
- ранжирование рисков по потенциалу (значимости последствий реализации) и приоритизация по критерию:  $R(i-1) > R_i > R(i+1)$ ;
- расчёт суммарного потенциала всех рисков процесса  $R_{\Sigma i} = \sum_1^n \gamma_i R_i$  (где  $\gamma_i$  – коэффициенты значимости каждого из  $n$  рисков процесса);
- определение минимально необходимого совокупного ресурса  $V_i$  для реализации возможностей нейтрализации риска на первом этапе процесса по рассчитанному индексу риска  $r_i$ :  $V_i \geq (r_i n_i^2) / 2$ ;

- стратификацию по видам ресурсов затрат на реализацию возможностей нейтрализации риска  $V_i = \sum_1^5 l_j p_j$ ;
- оценку затрат ресурсов  $V_n$  для реализации возможностей нейтрализации  $i$ -го риска на  $n$ -ом этапе процесса, как  $V_n = v_1 (q^n - 1)$ ;
- оценку суммарных ресурсов на реализацию возможностей нейтрализации  $i$ -го риска на  $n$  этапах процесса:  $V_{\Sigma i} = v_1 (q^n - 1) / (q - 1)$ ;
- определение и планирование затрат на реализацию возможностей воздействия на все риски процесса;
- определение экспериментально (или по результатам прогнозирования, моделирования, расчётов) отклонения  $\Delta C_0$  получаемого результата процесса  $C_{p1}$  от его запла-

нированного значения  $C_{nl}$  до выполнения действий по нейтрализации рисков:

$$\Delta C_0 = |C_{p1} - C_{nl}|;$$

– внедрение в процесс и выполнение действий по реализации возможностей нейтрализации рисков;

– определение отклонения  $\Delta C_{p2}$  получаемого результата процесса  $C_{p2}$  от его запланированного значения  $C_{nl}$  после выполнения действий по нейтрализации рисков:  $\Delta C_p = |C_{p2} - C_{nl}|$ ; накопление данных и оценка  $\mathcal{E}_p$  эффективности менеджмента рисков в процессе как:  $\mathcal{E}_p = 1 - \Delta C_p / \Delta C_0$ ;

– мониторинг процесса и менеджмента рисков в нём, выявление неустраненных и вторичных рисков;

– разработку и внедрение изменений в менеджмент рисков в процессе, улучшение менеджмента рисков и процесса в целом;

– повторение цикла менеджмента рисков процесса.

Планирование и выполнение работ по представленной методике требует комплексного подхода – участия как непосредственных исполнителей процессов, так и других участвующих в менеджменте качества должностных лиц и структурных подразделений организации (рис. 8).

Расчёт индекса риска по пяти его составляющим включает в себя анализ последствий от реализации факторов риска по всей системе процессов. Поэтому задача достоверной оценки индекса риска выходит за рамки одного процесса и представляет комплексную проблему, в решении которой должны принимать участие как непосредственные руководители и исполнители процессов, высшее руководство организации, обеспечивающие структурные подразделения.



Рис. 8. Функции участников работ по менеджменту рисков

Так, непосредственные исполнители работ по менеджменту риска – владельцы и исполнители процессов – осуществляют в соответствии с документированной процедурой и методикой идентификацию рисков и на основе результатов анализа прогнозируемой прослеживаемости последствий реализации рисков в системе процессов рассчитывают значения индекса рисков. Расчёт потенциала рисков, последующая оценка значимости и приоритизация рисков становятся основанием для последующих работ по выявлению возможностей для нейтрализации рисков, определению объёма требуемых для этого затрат – оценки ёмкости рисков, стратификации затрат по видам ресурсов для нейтрализации рисков.

Последующая работа по нейтрализации (обработке) рисков, оценке эффективности менеджмента рисков, управление изменениями в процессах по результатам менеджмента рисков, выявление вторичных рисков и улучшение выполнения процедуры менеджмента рисков в каждом новом цикле осуществляется непосредственно исполнителями процессов.

Технико-экономический анализ, расчёт индекса риска, ранжирование рисков по значимости и приоритизации, а также определение и стратификация затрат на нейтрализацию рисков сопровождается планово-финансовое структурное подразделение.

Координацию работ по менеджменту рисков процессов, как в масштабе организации, так и в процессах во внешней среде, осуществляет служба качества своим участием в разработке, документировании и внедрении процедуры менеджмента рисков в процессы организации. Систематичность менеджмента рисков обеспечивается также прослеживаемостью и анализом последствий реализации, мониторингом, внутренним аудитом и оценкой эффективности менеджмента рисков в системе процессов под управлением службы качества. Системный характер менеджмента рисков также достигается деятельностью службы качества по управлению изменениями во всех процессах организации по результатам менеджмента рисков, информированием всех участников и заинтересованных сторон, разработкой и внедрением мер с целью улучшения.

Административно-хозяйственное структурное подразделение, логистические и другие обеспечивающие службы организации осуществляют ресурсную поддержку менеджмента рисков.

Высшее руководство организации по результатам рассмотрения и анализа полученных данных о деятельности всех участников

работ по менеджменту рисков, эффективности менеджмента рисков принимает соответствующие управленческие решения.

### Заключение

Особенность представленного метода – акцент на определение и обоснование технико-экономическими расчётами затрат ресурсов на нейтрализацию рисков. Необходимость комплексного подхода и вовлечения в менеджмент рисков всех процессов системы менеджмента, планово-финансовых, экономических, административно-хозяйственных, материально-технических, логистических структурных подразделений и служб организации выводит менеджмент риска на системный уровень не только в масштабе организации, но и на уровень менеджмента рисков во взаимодействии с поставщиками, потребителями, соисполнителями, аутсорсинговыми организациями, в цепи поставок.

В таком подходе необходимость прогнозирования и прослеживания возможного влияния факторов риска в одном процессе на другие процессы в организации, технико-экономический расчёт индекса рисков и их значимости деятельность по менеджменту риска позиционирует в качестве инструмента анализа процессов и развития системы менеджмента качества организации в целом.

Аналитический этап в менеджменте рисков представленным методом становится инструментом управления эффективностью в деятельности организации посредством определения структуры риска и структуры ресурсов, требуемых для их обработки. Результат аналитического этапа – прослеживаемость влияний компонент рисков и оценка ёмкости риска. Прослеживаемость позволяет выявить и оценить последствия рисков в системе процессов организации, а также во взаимодействии с внешней средой. А объём, структура и стратификация требуемых ресурсов по видам для обработки рисков в системе процессов и на этапах процессов становится инструментом их оптимизации.

Достоинством метода является более высокая объективность оценки значимости риска на основе расчёта в долях от известной цены, стоимости или себестоимости обслуживаемой продукции без использования в расчётах её значения, составляющего, в частности, коммерческую тайну. Метод отличается меньшей долей экспертных, субъективных оценок рисков по таким показателям, в частности, как значимость последствий, вероятность реализации, возможность обнаружения.

Таблица 7

Предлагаемый метод	Известные методы
Детерминированный (расчётный) метод определения значимости риска и оценки ресурсов на его нейтрализацию	Экспертная оценка на основе вероятностного подхода. Несопоставимость результатов менеджмента рисков. Субъективный характер установления критерия приемлемости риска (в частности, ПЧР в методе FMEA)
Универсальность метода. Возможность адаптации к производственным, экономическим, управленческим процессам и различным видам продукции и услуг	Ограниченные возможности получения необходимого объёма апостериорной информации для её статистической обработки и прогнозирования вероятности реализации риска (в управлении проектами, НИР и ОКР в частности)
Возможность использования результатов расчёта значимости рисков для реструктуризации процессов	«Избирательность» методов. Необходимость привлечения различных методов для менеджмента рисков различных производственных процессов, процессов управления (FMEA, HAZOP, Дельфи и др.)
Возможность расчётного определения потребности в ресурсах и стратификации ресурсов по видам для реализации возможностей нейтрализации рисков	Решение о ранжировании рисков по значимости и выборе метода их обработки принимает организация по собственным технико-экономическим обоснованиям

Вместе с этим, однако, остается экспертной, как и в других методах, идентификация рисков, зависящая от компетентности специалистов, её осуществляющих.

Не менее значимым преимуществом метода является возможность оценки процессов, систем, других видов деятельности по устойчивости к рискам (риск-стойкости). Оценка по устойчивости к рискам позволяет прогнозировать целевые показатели для процессов и для системы в целом, обоснованно устанавливать допустимые отклонения от их значений, планировать и оптимизировать процессы системы, другие виды деятельности, ранжировать их, совершенствовать методы управления. В случае невозможности превентивной нейтрализации рисков на первом этапе процесса метод позволяет оценить потребность в затратах ресурсов и отдельных их видах на обработку

рисков на последующих этапах и выбрать из них наиболее приемлемые с учётом конкретных условий.

Сравнение возможностей и особенностей представленного и известных методов менеджмента и обработки рисков представлены в табл. 7.

#### Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 31000-2019 Менеджмент риска. Принципы и руководство. М.: Стандартинформ, 2020.
2. Уродовских В.Н. Управление рисками предприятия: учеб. пособие. М.: ВЗФЭИ, 2009. С. 130.
3. Слабинский С.В. Особенности оценки рисков в производственной деятельности промышленных предприятий [Электронный ресурс]. URL: <http://science-bsea.narod.ru> (дата обращения: 25.08.2021).
4. Октаева Е.В. Математические модели и методы оценки рисков // Молодой ученый. 2016. № 15 (119). С. 310–313.
5. ГОСТ Р 58771-2019 Менеджмент риска. Технология оценки риска (IEC 31010:2019 Risk management – Risk assessment techniques, NEC). М.: Стандартинформ, 2019.