

УДК 004

DOI: 10.46548/21vek-2021-1055-0017

МОНИТОРИНГ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РИСКОВ ОКР ОБОРОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

© 2021

Крюков Алексей Анатольевич, сотрудник

АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей»

(121471, Москва, ул. Вере́йская, д. 4, e-mail: alexeykryukov@yandex.ru)

Аннотация. В статье описывается методика мониторинга производственных рисков при разработке опытно-конструкторских работ по созданию средств вооружения в рамках госзаказа. Авторская методика прогнозирования предполагает построение массива данных, который включает базовый вариант интегральной оценки производственных рисков конкретной разработки и интегральных оценок классификационных групп, а также имитационную модель массива указанных интегральных оценок с помощью случайного числа, на которое увеличится или уменьшится базовое значение интегральных оценок. Предложенная методика мониторинга производственных рисков направлена на повышение достоверности, точности, объективности анализа, и принятия на его основе управленческих решений, более глубокого анализа производственных рисков и проведения их мониторинга, а также дальнейшего обоснования наиболее эффективных способов смягчения рисков работы.

Ключевые слова: оборонные предприятия, мониторинг производственных рисков, анализ чувствительности, имитационное моделирование, ожидаемая оценка риска, модифицированная интегральная оценка риска, вероятность наступления риска, статистическая оценка риска, средневзвешенная бальная оценка риска.

MONITORING OF PRODUCTION RISKS OF EXPERIMENTAL AND DESIGNED WORKS OF DEFENSE ENTERPRISES

© 2021

Kryukov Aleksey Anatol'yevich, employee

JSC "ASD Concern" Almaz-Antey"

(121471, Moscow, st. Vereiskaya, 41, e-mail: alexeykryukov@yandex.ru)

Abstract. The article describes a methodology for monitoring production risks in the development of experimental design work to create weapons under the state order. The author's forecasting technique involves the construction of a data array, which includes a basic version of the integral assessment of production risks of a specific development and integral estimates of classification groups, as well as a simulation model of the array of these integral estimates using a random number, by which the base value of the integral estimates will increase or decrease. The proposed methodology for monitoring industrial risks is aimed at increasing the reliability, accuracy, objectivity of the analysis, and making management decisions on its basis, a deeper analysis of industrial risks and their monitoring, as well as further substantiation of the most effective ways to mitigate the risks of work.

Keywords: defense enterprises, monitoring of production risks, sensitivity analysis, simulation modeling expected risk assessment, modified integral risk assessment, probability of risk occurrence, statistical risk assessment, weighted average risk assessment.

Введение. Процесс проведения опытно-конструкторских работ (ОКР) по созданию образцов ВВТ сопряжен со множеством производственных рисков, которые оказывают влияние не только непосредственно на достижение целей и задач ОКР, но и на дальнейшие стадии жизненного цикла ВВТ. Сложившееся противоречие между необходимостью минимизации производственного риска при выполнении ОКР по ГОЗ на предприятиях ОПК и отсутствие методического аппарата по его оценке обусловили актуальность выбранной темы исследования и необходимость оценки и мониторинга производственных рисков на предприятиях при выполнении ОКР в рамках ГОЗ.

Отдельные аспекты оценки и управления рисками предприятий ОПК, включая производственные риски, раскрыты в публикациях Варакиной О.Е. [9], Бало́ба-на Т.Е. [3], Антамошкина А.Н. [2], Батьковского А.М. [4], Батьковского М.А., Фоминой А.В., Лаврищевой Е.Г. [5], Колесова К.И. [6], Плехановой А.Ф., Иванова А.А., Ивановой Н.Д., Шилкиной А.Т., Аникейчика Н.Д. [1], Мухина М.Е. [7], Мовтяна Б.А. [8] и других.

Методики оценки отдельных рисков ОКР были разработаны на уровне Министерства обороны РФ, и применяются успешно структурными подразделениями, подведомственными организациями и оборонными концернами. Предприятия ОПК также разрабатывают собственные методики оценки производственных рисков. На сегодняшний день выработана достаточная база, позволяющая объективно и достоверно оценивать отдельные риски. Однако, до сих пор отсутствует комплексный подход, учитывающий внутренние факторы, такие, как ресурсный потенциал оборонных предприятий, эффективность управления, внешние факторы деловой среды, являющиеся источниками риска, а также факторы, связанные непосредственно со спецификой проведения ОКР с изначально повышенным уровнем неопределенности и риска успешного достижения целей и задач и завершения работ. Не все методики учитывают вероятностный характер процессов, характерных для ОКР, что отражает специфику производственного риска. Остались открытыми важные научные вопросы комплексной системной

оценки производственных рисков выполнения ОКР на предприятиях ОПК при создании ВВТ в рамках ГОЗ для принятия стратегических управленческих решений.

Целью статьи является разработка методики мониторинга производственных рисков ОКР на основе метода сценариев, анализа чувствительности и прогнозирования рисков для повышения эффективности, оперативности и своевременности принятия управленческих решений в сфере создания средств вооружения в рамках ГОЗ на основе интеграции информационно-аналитической базы, комплексного методического инструментария, а также системы взаимодействия задействованных участников ОКР в структуре исполнителя госконтракта. Задачи статьи заключаются в обосновании метода сценариев и анализа чувствительности для проведения мониторинга производственных рисков ОКР, а также имитационного моделирования для построения прогноза производ-

ственных рисков ОКР.

Материалы и методы исследования. Статья основывается на фундаментальных научных трудах исследователей в области управления рисками, в том числе посвященных управлению рисками ОКР.

В ходе исследования были использованы методы: сценариев, имитационного моделирования, анализа чувствительности, а также базовые методы оценки рисков.

Результаты исследования. Для развития оценки производственных рисков ОКР автором предлагается методика проведения мониторинга производственных рисков, включающая обоснование меры влияния уровня производственных рисков на результат ОКР с помощью метода сценариев, анализа чувствительности, прогнозирования производственных рисков ОКР с помощью имитационного моделирования [10].

На рисунке 1 показана структурно-логическая схема авторской методики.



Рисунок 1 – Структурно-логическая схема авторской методики мониторинга производственных рисков ОКР

Метод сценариев позволяет принимать управленческие решения о целесообразности завершения ОКР и перехода к следующему этапу жизненного цикла продукции ВВТ на основе вероятности наступления того или иного сценария и результативных индикаторов оценки производственного риска с помощью авторской методики.

Для моделирования того или иного сценария реализации и завершения ОКР автором предложено определять ожидаемую оценку производственного риска, которая вычисляется по следующей формуле:

$$\begin{cases} R_{R2-1}, R_{R2-2} = \sum_{i=1}^{n_k} \bar{x}_i \cdot p_i \cdot \varphi_R, i = \overline{1, n_k}, k \in [R2-1; R2-2] \\ R_{R1-1}, R_{R1-2} = \sum_{i=1}^{n_k} \omega_i \cdot x_i \cdot p_i \cdot \varphi_R, i = \overline{1, n_k}, k \in [R1-1; R1-2] \end{cases} \quad (1)$$

где $R_{1-1}, R_{1-2}, R_{2-1}, R_{2-2}$ – ожидаемые оценки производственного риска ОКР по классификационным группам; p_i – вероятность наступления производственного риска ОКР, $p_i = 0,1, i = \overline{1, n_k}$; x_i – статистическая оценка производственного риска, $0 \leq x_i \leq 5$; ω_i – весовой коэффициент для каждого риска в классификационной группе; φ_R – весовой коэффициент для класси-

фикационной группы рисков; i – порядковый номер индикатора и соответствующего ему риска, $i = \overline{1, n_k}$; $\overline{x_i}$ – средневзвешенная бальная оценка i -го риска экспертами, $i = \overline{1, n_k}$; $j = \overline{1, J}$; J – количество экспертов, принявших участие в оценке производственных рисков; n_k – количество рисков в k -й классификационной группе, $N = \sum_{k=1}^K n_k$; K – общее количество классификационных групп; N – общее количество рисков во всех классификационных группах.

Вероятность наступления производственного риска ОКР оценивается с помощью метода экспертных оценок по следующей формуле:

$$p_i = \frac{\sum_{j=1}^J p_{ij}}{J}, i = \overline{1, n_k}, j = \overline{1, J}, p_{ij} = \overline{0, 1}, p_i = \overline{0, 1} \quad (2)$$

где p_{ij} – оценка вероятности возникновения i -го риска j -м экспертом, $p_{ij} = \overline{0, 1}$, $i = \overline{1, n_k}$, $j = \overline{1, J}$; p_i – вероятность наступления производственного риска ОКР, $p_i = \overline{0, 1}$, $i = \overline{1, n_k}$; J – количество экспертов, принявших участие в оценке производственных рисков; n_k – количество рисков в классификационной группе ($R_{1,p}, R_{1,2}, R_{2,p}, R_{2,2}$), $N = \sum_{k=1}^K n_k$; K – общее количество классификационных групп; N – общее количество рисков во всех классификационных группах.

Характер риска соответствует уровню риска и определяется по 5-бальной шкале в соответствии с полученной интегральной оценкой производственного риска ОКР. Для иллюстрации полученных результатов автором предложено построение карты (матрицы) производственного риска ОКР, где шкала по вертикали – это вероятность наступления риска, а шкала по горизонтали – характер риска. На пересечении указанных критериев указываются производственные риски, и делается обоснованный вывод о влиянии риска на результаты ОКР в будущем с учетом вероятности его возникновения, а также о целесообразных управленческих мероприятиях [3].

В рамках разработанной методики мониторинга производственных рисков ОКР предусматривается определение риск-аппетита – максимального уровня риска, который компания готова принять в своем стремлении к достижению целевых критериев и условий выполнения ОКР, до того момента как понадобится принимать меры по снижению риска [8]. Проведение ОКР характеризуется изначально высоким риском, поскольку конструируемые образцы ВВТ являются технически сложными, технологичными, инновационными изделиями, и процесс их разработки сопряжен с повышенной неопределенностью результатов. В процессе достижения поставленных целей и задач ОКР и успешного завершения проектных работ риск неизбежен, и риск-аппетит показывает приемлемый для предприятия ОПК баланс между производственными рисками ОКР и достигнутыми результатами [4].

Понятие риск-аппетита взаимосвязано с емкостью риска и толерантностью к риску. Емкость риска – это

абсолютный уровень риска, при достижении которого наступают неприемлемые для компании последствия, которые в сфере конструирования новых образцов вооружения могут заключаться в невозможности достижения целей и задач ОКР по объективным причинам, выявленным в процессе оценки производственных рисков. Толерантность к риску характеризует приемлемый для компании уровень риска, и оцениваемый по каждому производственному риску ОКР. А риск-аппетит оценивается по всем производственным рискам ОКР из реестра рисков. Риск-аппетит всегда ниже емкости риска и учитывает толерантность к риску по всем рискам.

Автором разработано концепцию риск-аппетита, которая предполагает, что все важные решения по ОКР принимаются исходя из установленного уровня аппетита к риску, и рекомендовано принятие на корпоративном уровне заявления о риск-аппетите, которое может включаться в политику управления рисками компании и содержать:

- определение риск-аппетита;
- общее описание целей управления рисками в компании;
- границы риск-аппетита компании в целом;
- оценка риск-аппетита по конкретным рискам и классификационным группам рисков.

Автором рекомендуется рассчитывать риск-аппетит в отношении конкретных ключевых индикаторов производственного риска ОКР. Для оценки индикаторов выявляются и ранжируются конкретные риски, влияющие на результативность ОКР, и используются различные методы, такие как использование статистических данных, экспертные оценки и анализ рисков на будущие периоды, что предложено в методике оценки производственных рисков ОКР [5]. На основе разработанной авторской методики оценки производственных рисков и обоснованных сценариев ОКР автором предлагается следующий подход к формированию индикаторов риск-аппетита для ОКР:

- первый уровень содержит ожидаемую оценку производственного риска ОКР, интегральную оценку производственного риска ОКР;
- второй уровень содержит интегральные оценки классификационных групп производственного риска ОКР;
- третий уровень включает лимиты по ключевым индикаторам производственных рисков ОКР, которым был присвоен наиболее высокий ранг в разрезе каждой классификационной группы с учетом метода оценки риска.

Для более глубокого анализа производственных рисков и проведения их мониторинга, а также дальнейшего обоснования наиболее эффективных способов смягчения рисков ОКР рекомендовано использовать метод анализа чувствительности в рамках авторской методики мониторинга.

Анализ чувствительности позволяет риск-менеджерам оценить влияние изменения отдельных рисков или классификационных групп рисков ОКР на. Для

мониторинга производственных рисков ОКР интегральные и ожидаемые оценки будут использоваться в качестве конечных показателей или показателей эффективности при анализе чувствительности. Для рассматриваемого в качестве результирующего показателя по методологии анализа чувствительности было решено выбрать интегральную оценку производственных рисков ОКР.

Методика мониторинга с помощью анализа чувствительности заключается в изменении выбранных исходных показателей (в конкретном случае – оценочных индикаторов рисков или интегральные оценки классификационных групп рисков) в определенных пределах при неизменности остальных. Чем шире диапазон изменения оценочных индикаторов или интегральных оценок классификационных групп рисков, при котором интегральная оценка производственных рисков ОКР остается без изменений или снижается, тем стабильнее достижение целей и задач ОКР при выполнении конкретной ОКР.

К недостаткам метода относится то, что анализ чувствительности не всегда корректен, поскольку изменение одного оценочного индикатора риска, необходимого для расчета, может привести к изменению другого, и этот метод является однофакторным.

Анализ относительной чувствительности сравнивает относительное влияние оценочных индикаторов (когда их изменение приводит к изменению статистических оценок или средневзвешенных экспертных оценок производственных рисков на фиксированную величину) на интегральные оценки классификационных групп производственных рисков. Этот анализ позволяет определить наиболее значимые риски в реестре производственных рисков, их изменение следует в первую очередь контролировать на практике.

Методика расчета модифицированных вариантов интегральных оценок классификационных групп производственных рисков предусматривает ряд этапов. На первом этапе определяется шаг увеличения статистических оценок рисков по формуле:

$$\Delta x_i = x_i + 1 \quad (3)$$

где x_i – статистическая оценка производственного риска, $0 \leq x_i \leq 5$;

и шаг увеличения средневзвешенных экспертных оценок рисков по формуле:

$$\Delta \bar{x}_i = \bar{x}_i + 0,2 \quad (4)$$

где \bar{x}_i – средневзвешенная бальная оценка i -го риска экспертами, $i = 1, n_k$; $j = 1, J$;

i – порядковый номер индикатора и соответствующего ему риска, $i = 1, n_k$;

J – количество экспертов, принявших участие в оценке производственных рисков;

n_k – количество рисков в k -й классификационной группе, $N = \sum_{k=1}^K n_k$;

K – общее количество классификационных групп;

N – общее количество рисков во всех классификационных группах.

Модифицированные интегральные оценки клас-

сификационных групп рисков рассчитываются по формулам (3), (4), при этом для каждого производственного риска поэтапно применяется для рисков, оцениваемых статистическими методами, и для рисков, оцениваемых методами экспертных оценок. Таким образом, мы получим массив модифицированных интегральных оценок классификационных групп производственных рисков и интегральных оценок производственных рисков ОКР.

Увеличение средневзвешенной бальной экспертной оценки i -го риска на 0,2 обосновано тем, что шкала интегральных оценок производственных рисков ОКР, как и интегральных оценок классификационных групп, находится в интервале [1;5], а шкала средневзвешенных бальных экспертных оценок рисков в интервале [0;1]. Поэтому увеличение данных оценок на 0,2 приводит к увеличению уровня риска на единицу. Увеличение уровней (статистических оценок) i -го риска на 1 обосновано тем, что интегральные оценки классификационных групп рисков, оцениваемых статистическими методами, рассчитываются на основе суммы произведений статистической оценки производственных рисков ОКР и весовых коэффициентов по данным группам рисков, таким образом шкала статистических оценок рисков находится изначально в интервале [0;5], что упрощает расчеты модифицированных интегральных оценок по данным группам рисков.

Анализ чувствительности ОКР позволяет риск-менеджерам оценить, как меняются результирующие интегральные оценки производственных рисков при разных значениях оценочных индикаторов, необходимых для расчета. Этот анализ позволяет определить наиболее важные производственные риски ОКР, переменные, которые могут больше всего повлиять на осуществимость ОКР.

Прогнозирование интегральных оценок производственных рисков, а также классификационных групп производственных рисков ОКР в зависимости от изменения отдельных производственных рисков предлагается проводить с помощью имитационного моделирования. Данный метод позволяет описывать и исследовать сложные производственные системы, которыми являются ОКР, подверженные влиянию различных производственных рисков, обеспечивает многовариантный анализ альтернативных прогнозов и соответственно сценариев продолжения ОКР и минимизации рисков. Это повышает уровень информационного обеспечения принятия решений по ОКР, а также их качество и обоснованность, и позволяет выявить узкие места в организационной и управленческой структуре предприятия и системе управления производственными рисками ОКР. Внедрение на предприятиях методики прогнозирования производственных рисков ОКР на основе имитационного моделирования позволит оценивать риски ОКР в будущих периодах и своевременно реагировать на изменения [6].

Авторская методика прогнозирования предполагает построение массива данных, который включает

базовый вариант интегральной оценки производственных рисков ОКР и интегральных оценок классификационных групп, а также имитационную модель массива указанных интегральных оценок с помощью случайного числа, на которое увеличится или уменьшится базовое значение интегральных оценок.

Прогнозное значение оценочного индикатора производственного риска ОКР, оцениваемых статистическими методами, найдем по формуле:

$$\begin{cases} \bar{x}_i^* = \bar{x}_i \cdot \varphi_i, i = \overline{1, n_k}, k \in [R2 - 1; R2 - 2] \\ \bar{x}_i^* = x_i \cdot \omega_i \cdot \varphi_i, i = \overline{1, n_k}, k \in [R1 - 1; R1 - 2] \end{cases} \quad (5)$$

\bar{x}_i – статистическая оценка производственного риска, $0 \leq \bar{x}_i \leq 5$;

\bar{x}_i – средневзвешенная бальная оценка i -го риска экспертами, $i = \overline{1, n_k}$; $j = \overline{1, J}$;

\bar{x}_i^* – прогноз статистической оценки производственного риска, $0 \leq \bar{x}_i \leq 5$;

\bar{x}_i^* – прогноз средневзвешенной бальной оценки i -го риска экспертами, $i = \overline{1, n_k}$; $j = \overline{1, J}$;

ω_i – весовой коэффициент для каждого риска в классификационной группе;

φ_i – параметр функции, отражающий диапазон изменения оценочного индикатора в ретроспективном периоде (в нашем примере от -10% до 10%);

n_k – количество рисков в классификационной группе $(R_{1-p}, R_{1-2}, R_{2-p}, R_{2-2})$, $N = \sum_{k=1}^K n_k$;

K – общее количество классификационных групп;

k – классификационная группа;

N – общее количество рисков во всех классификационных группах.

В результате мы получим массив данных, состоящий из базового варианта интегральной оценки производственных рисков ОКР и интегральных оценок классификационных групп, а также измененных значений данных интегральных оценок с нормальным распределением вероятностей с помощью генератора случайных чисел, и рассчитали массив стандартных отклонений для полученного массива измененных значений интегральных оценок. Также следует отметить, что предлагаемая методика мониторинга производственных рисков ОКР является достаточно трудоемкой и процесс моделирования требует автоматизации.

Заключение. Предложенная методика мониторинга производственных рисков направлена на повышение достоверности, точности, объективности анализа, и принятия на его основе управленческих решений. Анализ чувствительности позволяет выявить наиболее влияющие производственные риски на интегральную оценку производственных рисков ОКР и интегральные оценки классификационных групп рисков. Внедрение методов имитационного моделирования в систему оценки и мониторинга производственных рисков ОКР обеспечит построение обоснованных прогнозов и своевременное реагирование на риски, повысит устойчивость и реализуемость ОКР.

Авторская методика направлена на более глубокий анализ производственных рисков и проведение их мониторинга, а также дальнейшее обоснование наиболее эффективных способов смягчения рисков ОКР.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Тэйман, Л.Н. Риски в экономике: Уч. пособие для вузов / Под. ред. проф. В.А. Швандара. – М.: ЮНИТИДАНА, 2002. – 380 с.
2. Мандрыкин, А.В. Управление производственными рисками в интегрированной организационно-производственной системе / Мандрыкин А.В. // Организатор производства. Теоретический и научно-практический журнал. – 2009. – № 3. – С. 63–68.
3. Щербакова, И.А. Управление производственными рисками / И.А. Щербакова // Научный журнал «Современные наукоемкие технологии». – 2010. – № 8. – С. 106–107.
4. Кудряшова, О.В. Развитие системы управления рисками НИОКР промышленного предприятия. Монография / К.В. Ковырзина, О.В. Кудряшова, И.Б. Гусева; Нижегород. гос. техн. ун-т. – Н. Новгород, 2014. – 143 с.
5. Мухин М.Е. Риски инновационных проектов на предприятиях ОПК / М.Е. Мухин, С.М. Луговнина // Аллея науки. 2017. Т. 3. № 15. – С. 421–424.
6. Уткин, Э. А. Риск-менеджмент / Э. А. Уткин. – М.: Эксмо, 1998. – 288 с.
7. Халиков, М.А. Концепция и теоретические основы управления производственной сферой предприятия в условиях неопределенности и риска / Халиков М.А., Максимов Д.А. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 10 (часть 4). – С. 711–719.
8. Хохлов, Н.В. Управление риском / Н. В. Хохлов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 239 с.
9. Аникейчик, Н.Д. Планирование и управление НИР и ОКР. Учебное пособие. [Электронный ресурс] / Н.Д. Аникейчик, И.Ю. Кинжагулов, А.В. Федоров. – СПб: Университет ИТМО, 2016. – 192 с. – Режим доступа: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/2033.pdf>
10. Батьковский, А.М., Батьковский, М.А., Фомина, А.В. Управление рисками инновационного развития базовых высокотехнологичных отраслей. / А.М. Батьковский, М.А. Батьковский, А.В. Фомина / М.: Тезаурус, 2015. – 332 с.
11. Бернштейн, Л.А. Против богов. Укрощение риска / Л. А. Бернштейн; пер. с англ. – М.: Олимп-Бизнес, 2000. – 400 с.
12. Берч, К. Риск Appetit: «Не откусывайте больше, чем можете проглотить». [Электронный ресурс] / К. Берч // Корпоративный менеджмент. 2015. – Режим доступа: https://www.cfin.ru/finanalysis/risk/Risk_Appetite.shtml
13. Буянов, В. П. Рискология (управление рисками) / В. П. Буянов, К. А. Кирсанов, Л. М. Михайлов. – М.: Экзамен, 2003. – 384 с.
14. Кудряшова, О.В. Развитие системы управления рисками НИОКР промышленного предприятия. Монография / К.В. Ковырзина, О.В. Кудряшова, И.Б. Гусева; Нижегород. гос. техн. ун-т. – Н. Новгород, 2014. – 143 с.
15. Лаврищева, Е.Г. Управление рисками в организациях обороннопромышленного комплекса / Е.Г. Лаврищева, Ю.В. Пепина // Вестник МГТУ СТАНКИН. – 2017. – № 1. – С. 108–112.
16. Халиков, М.А. Концепция и теоретические основы управления производственной сферой предприятия в условиях неопределенности и риска / Халиков М.А., Максимов Д.А. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 10 (часть 4). – С. 711–719.
17. Хохлов, Н.В. Управление риском / Н. В. Хохлов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 239 с.
18. Чернова, Г.В. Управление рисками / Г. В. Чернова, А. А. Кудрявцев. – М.: Велби: Проспект, 2003. – 160 с.
19. Шулекин, И.А. Организационно-методические основы оценки рисков промышленных предприятий [Электронный ресурс]: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Шулекин, Игорь Анатольевич. – М.: РГВ, 2007.
20. Рыгаловский, Д.М. Управление рисками на предприятии: методический и организационный аспекты / Рыгаловский Д.М. // Современные технологии управления. – 2016. – №12 (72). – С. 11–17.

Статья поступила в редакцию 16.08.2021

Статья принята к публикации 15.09.2021