

Теоретико-методологический подход к управлению техногенными рисками на предприятиях оборонно-промышленного комплекса



В. А. Малышев,
д. т. н., доцент,
зам. начальника кафедры,
ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная
академия им. профессора
Н. Е. Жуковского
и Ю. А. Гагарина»
vamalyshev@list.ru



А. В. Майоров,
первый зам. главного
конструктора
ОАО «Авиаавтоматика»
им. В. В. Тарасова»
okbavia@fitmail.ru



Ю. В. Никитенко,
к. т. н., преподаватель,
ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная
академия им. профессора
Н. Е. Жуковского
и Ю. А. Гагарина»
yunikson@yandex.ru

Обоснована актуальность задачи управления техногенными рисками на всех этапах жизненного цикла предприятия оборонно-промышленного комплекса. Определены четыре задачи управления техногенными рисками и раскрыт инновационный подход для их решения, сформулированный в форме методики. Управление техногенными рисками предполагает декомпозицию общих задач на частные подзадачи, последовательное решение которых позволит систематизировать процесс и эффективно его организовать в виде системы управления техногенными рисками на предприятиях оборонно-промышленного комплекса.

Ключевые слова: техногенный риск; методика управления рисками; ситуация, превышающая уровень безопасности; источники риска; методы управления рисками.

Актуальность управления техногенными рисками на предприятиях оборонно-промышленного комплекса

Современный этап развития оборонно-промышленного комплекса (ОПК) России характеризуется восстановлением его позиций, потерянных в 1990-е гг. Предприятия возрождаются, расширяются, появляются новые, растет номенклатура продукции, ее сложность. Это влечет за собой совершенствование технологий, технологической цепочки производства, усложнения процесса управления на предприятии. В то же время увеличиваются различного вида риски, в том числе, техногенные. Это приводит к значительным дополнительным расходам на их диагностирование, ликвидацию и т. д. Для снижения расходов на управление рисками и ликвидацию их последствий необходимо применить инновационный подход, основанный на системном управлении техногенными рисками, описываемый оригинальной методикой.

Для описания методики управления рисками на предприятии ОПК необходимо сформулировать

основные этапы процесса управления и отметить, что на различных этапах жизненного цикла производства присутствуют свои особенности.

Для любого производства характерны следующие этапы жизненного цикла:

- разработка или создание;
- использование или функционирование;
- совершенствование или модернизация;
- ликвидация или утилизация.

Для любого из указанных этапов актуальна задача управления техногенными рисками. Разница заключается в наличии особенностей решения этой задачи, сложности и количества подзадач для каждого этапа.

Прежде чем рассматривать решение задачи управления экологическими рисками на каждом этапе жизненного цикла предприятия ОПК необходимо определить соотношение целей функционирования предприятия с сопровождающими его техногенными рисками.

Будем предполагать, что функционирование предприятия ОПК характеризуется некоторым показателем производительности μ , и чистая прибыль от

его деятельности α пропорциональна производительности. Опуская зависимость прибыли предприятия от экономических показателей выпускаемой продукции, можно утверждать, что эта зависимость носит прямой характер.

Функционирование предприятия ОПК сопряжено с техногенными рисками, которые могут неблагоприятно воздействовать на производство, персонал, внешнюю среду, и сопровождаться авариями и катастрофами. Под риском будем понимать — неопределенность возникновения события, способного позитивно (возможности) или негативно (угрозы) повлиять на достижение установленных целей. Позитивные риски в рамках исследования рассматриваться не будут. Обозначим R — множество рисков, сопровождаемых предприятием ОПК на всем жизненном цикле (ЖЦ). Исходя из этапов ЖЦ множество R примет следующий вид:

$$R = \langle R_c, R_f, R_m, R_u \rangle, \quad (1)$$

где R_c — множество рисков на этапе создания производства; R_f — множество рисков на этапе функционирования производства; R_m — множество рисков на этапе модернизации производства; R_u — множество рисков на этапе ликвидации производства.

Задачи подхода к управлению техногенными рисками на предприятиях оборонно-промышленного комплекса

Предлагаемый подход содержит последовательное решение четырех задач $\langle t_1, t_2, t_3, t_4 \rangle$. Причем четвертая задача имеет три подзадачи. Для каждого элемента множества (1) можно применить предлагаемый подход в полном объеме.

Каждый риск имеет свои источники (причины) и последствия. Независимо от этапа ЖЦ, в первую очередь, необходимо определить множество источников рисков $S = \{s_1, s_2, s_3, s_4, s_5\}$ и дать им взвешенные оценки w_s .

Поэтому первой задачей управления рисками на предприятии t_1 является определение источников опасности и их весов.

Основными источниками рисков на производстве являются:

- химическое загрязнение (s_1);
- биологическое загрязнение (s_2);
- радиационное загрязнение (s_3);
- технические аварии (s_4);
- ошибки персонала (s_5);
- пожары и взрывы (s_6).

Однако для специфических производств можно расширить множество источников риска. Тогда в обобщенном виде можно считать, что множество S имеет размерность n .

Для всех видов предприятий ОПК и технологических процессов невозможно определить общую значимость каждого источника. Веса для них чаще всего возможно расставить только методом экспертных оценок. Причем количество экспертов может быть произвольным m . В некоторых случаях веса можно определить, исходя из статистических данных о рисках

на подобных предприятиях, которые функционируют достаточно длительное время. В тоже время, опираясь на статистические данные, можно определить ущерб d предприятия по причине каждого источника. Ущерб, сопровождаемый последствием риска чаще всего выражают в стоимостном эквиваленте. Обобщая экспертные оценки со статистическими данными, можно определить интегрированные веса источников риска для каждого типа предприятия и технологической цепочки производства:

$$w_{si} = \frac{\frac{d_i}{n} + \sum_{j=1}^n S_{ij}}{\sum_{i=1}^m d_i} \cdot \frac{1}{m+1}. \quad (2)$$

Далее, имея интегрированные веса источников риска (2) можно определить обобщенный показатель — входной риск предприятия R_0 :

$$R_0 = \prod_i s_i w_{si}. \quad (3)$$

Этот показатель характеризует опасность предприятия на этапе его создания. Чем больше источников риска, тем выше входной риск и потенциально опаснее предприятие.

Например, на машиностроительном предприятии, не связанном с ядерным производством, экспертные оценки источников распределились следующим образом: $s_1=0,1$; $s_2=0$; $s_3=0$; $s_4=0,6$; $s_5=0,3$. В тоже время ущербы, измеренные в условных единицах и обусловленные теми же источниками, имеют вид: $d_{s1}=3,2$; $d_{s2}=0$; $d_{s3}=0$; $d_{s4}=12,5$; $d_{s5}=2,4$. Имея частные веса можно найти интегрированные веса, используя формулу (2): $w_{s1}=0,18$; $w_{s2}=0$; $w_{s3}=0$; $w_{s4}=0,65$; $w_{s5}=0,17$. Следовательно, технические аварии являются самым неблагоприятным событием для данного предприятия. Входной риск для него равен $R_0=0,02$.

Результатом решения первой задачи является перечень источников риска для предприятия и их веса.

Вторая задача состоит в определении уровня безопасности функционирования предприятия.

Иначе говоря, нужно найти те границы рисков, в рамках которых предприятие будет функционировать эффективно, т. е. с прибылью. Часть прибыли предприятия должна покрывать расходы (ущерб) на ликвидацию последствий рисков, если они не исключены полностью. Причем о размере риска судят именно по последствиям. Он зависит от типа производства, качества технологии, исходного материала и технологического оборудования, доли человеческого фактора в производстве и характеризуется множеством показателей C , которые являются весами тех или иных операций технологической цепочки $Q=\{q_1, q_2, \dots, q_k\}$, вносящих свою долю в общий ущерб от функционирования предприятия.

Общий ущерб от функционирования предприятия можно определить следующим образом:

$$d = \sum_{k=1}^Q c_k q_k. \quad (4)$$

Следовательно, для определения уровня безопасности функционирования предприятия нужно в не-

равенстве $\alpha > E + d$ рассчитать, кроме d , коэффициент E , характеризующий затраты на штрафы. Тогда уровень безопасности функционирования предприятия β с учетом (4) можно представить как:

$$\beta < (\alpha - (E + D)) / \alpha. \quad (5)$$

На каждом предприятии определяется свой уровень безопасности β в зависимости от входного риска (3) в соответствии с выражением:

$$\beta = 1 - \exp(-\tau R_0), \quad (6)$$

где τ — коэффициент, характеризующий регион, в котором функционирует предприятие.

Если выражение (5) выполняется, то предприятие функционирует в условиях минимального риска. При невыполнении этого условия, необходимо осуществлять поиск путей повышения уровня безопасности функционирования предприятия, управлять входным риском (6) или повышать его прибыль.

Третья задача — определение ситуаций превышения уровня безопасности (СПУБ) h . То есть рассмотрение круга ситуаций, в которых функционирует предприятие, при которых не выполняется условие (5). Разновидностей таких ситуаций может быть три:

- безаварийная (h_1);
- аварийная (h_2);
- катастрофическая (h_3).

Раскроем сущность каждой ситуации. Здесь следует указать, что, в общем случае, ущерб нельзя рассматривать только в стоимостном эквиваленте, как это было в первой и второй задачах. При планировании производства не учитываются возможные потери материальных средств и человеческие жертвы. Поэтому расширим понятие ущерба до множества $\{d_1, d_2, d_3\}$, в котором d_1 — потери финансовых ресурсов, d_2 — потери материальных ресурсов, d_3 — потери людских ресурсов.

Безаварийная СПУБ характеризуется тем, что на предприятии не происходит аварии как таковой, но ущерб окружающей среде значителен и штрафы за это превышают запланированный уровень. В этой ситуации последствиями риска являются штрафы, что влечет снижение прибыли предприятия. Для нее справедливо:

$$h_1 \text{ } \forall h = \{S\} \times \{V\} \times \{Q\} \rightarrow d_1, \quad (7)$$

где h — ситуация функционирования предприятия; V — множество причин возникновения СПУБ.

Аварийная СПУБ характеризуется наличием аварии на предприятии, которая приводит к повреждению или уничтожению материальных средств и загрязнению окружающей среды. В этом случае последствия риска более значительные: штрафы и затраты на ликвидацию аварии. По аналогии с (7) запишем:

$$h_2 \text{ } \forall h = \{S\} \times \{V\} \times \{Q\} \rightarrow d_1 \cup d_2. \quad (8)$$

Катастрофическая СПУБ сопровождается человеческими жертвами и (или) непоправимыми последствиями в жизненном цикле предприятия. Следствием ее являются не только финансовые потери, но и возмож-

ность уголовной ответственности определенных лиц, чаще всего из руководства предприятия. Следовательно, аналогично с (7) и (8) можно записать:

$$h_3 \text{ } \forall h = \{S\} \times \{V\} \times \{Q\} \rightarrow d_1 \cup d_2 \cup d_3. \quad (9)$$

Сущность решения третьей задачи состоит в выявлении условий возникновения СПУБ, т. е. тех событий, при свершении которых совместно или последовательно, возникает та или иная СПУБ.

Строго говоря, необходимо определить те параметры технологического процесса на предприятии, которые в аддитивной или мультипликативной совокупности приводят к превышению уровня безопасности. Для этого технологическую цепочку производства можно представить в виде кортежа $Q = \langle q_1, q_2, \dots, q_k \rangle$, содержащего k технологических операций.

Основными причинами возникновения процесса создания совокупности технологических параметров, приводящей к СПУБ являются:

- человеческий фактор v_1 ;
- ошибки проектирования и монтажа технологического оборудования производства v_2 ;
- несовершенные правила эксплуатации технологического оборудования производства v_3 ;
- низкая надежность технических средств v_4 ;
- несовершенство технологии производства v_5 ;
- внешние факторы v_6 ;
- последствия штатного функционирования технологических систем v_7 .

Анализ выражений (7)–(9) показывает, что, например, к катастрофе может привести один источник риска и одна причина. И, наоборот, в создании безаварийной СПУБ могут принимать участие все причины и все источники риска. Основное внимание следует уделять именно совокупности конкретной причины, источника и звена в технологической цепи. Наиболее весомые из таких совокупностей следует, по возможности, исключать.

Далее решается четвертая задача по определению мероприятий по снижению риска от ситуаций превышения уровня безопасности.

Она решается различными методами управления рисками в зависимости от результатов решения предыдущей задачи, а также в зависимости от текущего момента, т. е. СПУБ еще нет или же она присутствует. В первом случае применяются методы управления рисками с целью снижения возможности наступления такого события. Во втором случае проводятся мероприятия по ликвидации последствий СПУБ. При этом основная задача сводится к принятию решения и реализации мероприятий согласно принятому решению.

Поэтому разделим задачу на три подзадачи. Задача А — определение мероприятий до возникновения СПУБ. Задача Б — определение мероприятий при возникновении СПУБ. Задача В — определение мероприятий после ликвидации СПУБ.

Задача А решается следующим образом. Если причиной СПУБ является один из факторов, то затраты на ликвидацию ее последствий детерминированы. Для таких СПУБ заблаговременно разрабатываются алгоритмы мероприятий по профилактике и ликвидации

последствий. В этом случае для управления рисками используются следующие методы:

- отказ от риска;
- профилактика возникновения риска;
- профилактика снижения последствий риска.

Если же причина заключается в образовании совокупности факторов, то для управления рисками применяют, в дополнение к вышеуказанным, метод страхования рисков.

Для методов отказа от риска и профилактики его возникновения проводят следующие мероприятия:

- анализ технологического цикла и снижение вероятности возникновения СПУБ путем совершенствования технологии производства y_{a1} ;
- снижение влияния источников опасности на производство организационными и техническими способами y_{a2} ;
- повышение надежности технологического оборудования y_{a3} ;
- повышение качества проектирования и строительства, используя механизмы конкуренции между исполнительными организациями, а также независимую экспертизу качества выполненных ими работ y_{a4} ;
- оптимизация эксплуатации технологического оборудования путем внедрения современных методов и способов эксплуатации технических систем, диагностики и поддержания их в исправном состоянии y_{a5} ;
- снижение влияния внешних факторов y_{a6} ;
- снижение влияния человеческого фактора за счет увеличения степени автоматизации производства y_{a7} ;
- совершенствование технологии производства y_{a8} .

Профилактика снижения последствий риска сопровождается следующими мероприятиями;

- внедрение методов и средств обеспечения безопасности людей y_{a9} ;
- разработка алгоритмов действий при возникновении СПУБ y_{a10} .

Страхование риска чаще всего применяется при наличии неопределенности и как метод, дополняющий методы профилактики риска. Для него характерны мероприятия по повышению экономической эффективности производства y_{a11} , т. е. когда доходы превышают все возможные штрафы. Для этого метода выполнения условия (5) должно быть обеспечено при любых значениях β .

Еще один метод — передача риска, суть которого состоит в передаче части технологической цепи (наиболее рискованной) другим предприятиям и организациям, может быть использован только специфически на определенных производствах. Для его реализации предприятие должно иметь значительное превосходство доходов над расходами, чтобы покрыть возможный ущерб того, кто принимает риск.

Основной проблемой задачи Б является принятие решение на выполнение мероприятий при возникновении СПУБ. В случае, если ситуация «типичная», т. е. ее возникновение просчитано, смоделировано и алгоритм действий определен заранее, то принятие решения не представляет сложности. Однако, если

ситуация «нетипичная», то выработка решения и алгоритма действий представляет собой сложную многокритериальную задачу, характеризующуюся неопределенностью исходной информации.

Независимо от типа ситуации при возникновении СПУБ необходимо выполнить следующие мероприятия:

- эвакуация людей y_{61} ;
- оценка степени загрязнения окружающей среды y_{62} ;
- оценка типа ситуации (авария, катастрофа) y_{63} ;
- прогноз развития ситуации y_{64} ;
- принятие решения y_{65} ;
- реализация алгоритма действий для конкретной СПУБ y_{66} ;
- мониторинг и прогноз развития СПУБ y_{67} .

Основная цель задачи В состоит в выработке и реализации мероприятий, направленных на скорейшую ликвидацию последствий СПУБ с минимальными затратами ресурсов, а также, при возможности, с наилучшим качеством.

Основные мероприятия в рамках этой задачи следующие:

- оценка причин возникновения СПУБ y_{B1} ;
- оценка ущерба от СПУБ y_{B2} ;
- оценка последствий СПУБ y_{B3} ;
- оценка возможностей по восстановлению производства и затраченных ресурсов y_{B4} ;
- выработка вариантов выхода из ситуации y_{B5} ;
- принятие решения y_{B6} ;
- реализация принятого решения y_{B7} .

Каждое мероприятие из рассмотренного множества представляет собой отдельную задачу, решаемую в соответствии со спецификой СПУБ.

Таким образом, описание инновационного подхода к управлению техногенными рисками на предприятии ОПК позволяет создать систему управления рисками, реализующую все рассмотренные мероприятия, содержащую в себе элементы, подсистемы и формализованные механизмы управления, которые могут быть реализованы на любом предприятии ОПК с учетом специфики производства.

Список использованных источников

1. В. А. Малышев, Ю. В. Никитенко. Обобщенная методика управления техногенными рисками на предприятии // Вестник Воронежского института высоких технологий, № 2, 2013.
2. Ю. В. Никитенко. Критерии и показатели оценки экологической безопасности предприятия // Моделирование, оптимизация и информационные технологии: электронный журнал, № 1, 2014. <http://www.moit.vivt.ru>.

Theorist-methodological approach to management technogen risk on enterprise is defeneded-industrial complex

V. A. Malyshev, doctor of technical sciences, assistant professor, deputy of the chief of the pulpit VUNC VVS «Air academy of the name of the professor N. E. Zhukovskiy and Yu. A. Gagarin». **A. V. Majorov**, first deputy chief designer of JSC «Aviaavtomatika» n. a. V. V. Tarasov». **Ju. V. Nikitenko**, candidate of technical sciences, teacher VUNC VVS «Air academy of the name of the professor N. E. Zhukovskiy and Yu. A. Gagarin».

Motivated urgency of the technogen risk management problem on all stage of the life cycle of the enterprise is defeneded-industrial complex. They are determined four problems of management technogen risk and reveal innovation approach for their decisions, worded in the form of the methods. Management technogen risk expects the decomposition of the general problems on quotient of the subproblem, consequent decision which will allow to systematize the process and effectively its organize in the manner of managerial system technogen risk on enterprise is defeneded-industrial complex.

Keywords: technogen risk; the methods of management risk; the situation, exceeding level to safety; the sources of the risk; methods of management risk.