

РАЗВИТИЕ ПОДХОДОВ К ОЦЕНИВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ РИСКА

М.А. Елисеева, К.Н. Маловик*

АО «ЦКБ «Коралл»

299028, г. Севастополь, ул. Репина, 1

** Севастопольское региональное отделение МОО «Академия проблем качества»
299016, г. Севастополь, ул. Переяславская, 71*



Безопасность при проектировании и эксплуатации опасных производственных объектов (ОПО) обеспечивается во многом за счет идентификации, анализа и прогнозирования риска аварий (отказов), выполняемых с помощью, по возможности, более полной количественной оценки риска при определении технического состояния ОПО [1], что осуществляется Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору России (Ростехнадзор). Среди ОПО при наличии многофакторных рисков на этапе проектирования особое место принадлежит объектам ядерной энергетики, техническим средствам для освоения шельфа, платформам для добычи нефти и газа, а также критически важным объектам инфраструктуры как активам, которые необходимы для нормального функционирования общества и экономики нашего государства в условиях влияния факторов катастрофического риска [2 – 4].

Проблемные вопросы оценивания и прогнозирования показателей опасности рисков неблагоприятных и чрезвычайных ситуаций, аварий и отказов рассматриваются в [2, 3, 5 – 8], где безопасность ОПО определяется двумя основными факторами: вероятностью возникновения неблагоприятного события (ситуации) и ущербом от этого события, с помощью различных методов определения рисков, включая современные достижения асимптотической теории вероятностей экстремальных значений.

Для решения проблемных задач оценки риска рассмотрены вопросы оценивания параметров риска при различных вариантах интерпретации графического пространства состояний ОПО. Показаны особенности оценивания чувствительности риска и степени риска и эволюция подходов для его оценки при проектировании и эксплуатации ОПО. Предложены методики анализа Big Data для менеджмента риска.

Ключевые слова: степень риска, чувствительность риска, остаточный риск, показатель неопределенности, менеджмент риска, большие данные.

ВВЕДЕНИЕ

Методология оценивания рисков в целом является объектом тщательных исследований, выполненных многими выдающимися учеными. В первую очередь, следует отметить подход Э. Гумбеля, основанный на статистике экстремальных значений времени жизни отдельных комплектующих, входящих в состав ОПО. В этом случае про-

© М.А. Елисеева, К.Н. Маловик, 2017

гноз оценивается как минимальная величина из экстремальных оценок времени безотказной работы для компонент. Им развиты соответствующие положения, теоретически обоснован подход, при котором доступна полная информация о свойствах распределений времени жизни компонент. Второй подход, развитый Д.Р. Коксом, относится к построению цензурированных оценок результатов специально спланированных экспериментов по исследованию предельных состояний. Он основан на предположении устойчивости соответствующих статистических свойств исследуемых ОПО. Основой третьего подхода можно считать концепцию обеспечения свойств гарантоспособности ОПО, которые представляются в этом случае как динамические объекты, функционирующие на заданном множестве состояний. Для системного анализа принимаемых решений в области оценивания и прогнозирования рисков, например, в атомной энергетике, широко распространены идеи Фармера о графической интерпретации зон техногенного риска с помощью диаграмм, представленных линиями равного уровня на плоскости риска [7].

Рассмотрение вопросов оценивания и прогнозирования указанных малоисследованных параметров риска направлено на изучение актуальных задач повышения качества прогноза при выборе или принятии решений в условиях риска при проектировании и эксплуатации ОПО.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ОЦЕНИВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ РИСКА

Анализ недостаточного качества оценивания и прогнозирования риска ОПО и его комплектующего оборудования показывает, что существуют системные причины, которые в обобщенном виде определяются следующими нерешенными проблемными вопросами [10]:

- мало исследованы модели для оценивания и прогнозирования риска ОПО и его комплектующего оборудования;
- недостаточно учитывается динамика поведения характеристик безопасности по отношению к внешним воздействующим факторам;
- не полностью охвачен диапазон маловероятных неблагоприятных событий, приводящих к нарушению безопасности ОПО;
- не хватает статистических данных по отказам комплектующего оборудования ОПО;
- невысокая достоверность расчетных оценок риска из-за различных принимаемых упрощений и т.д.

В то же время оценивание и прогнозирование риска ОПО и комплектующего его оборудования можно осуществить с помощью обобщенной математической модели, описание и графическая интерпретация которой представлена в [11].

Классический подход к определению количественного значения риска R интерпретируется диаграммой Фармера, известной как кривая изориска или равнобочная гиперболой, асимптоты которой совпадают с осями координат [11 – 13]. Если вероятность исходных событий P_i и ущерб Z_i являются независимыми случайными величинами, задаваемыми в общем случае своими законами распределения $f_p(p/z_i)$ и $f_z(z/p_i)$, то $R = H\{p, z\}$, и функция распределения риска $F_R(\mu)$ имеет вид [12]

$$F_R(\mu) = \iint_W f_p(p) f_z(z) dp dz, \quad (1)$$

где W – область определения, задаваемая как

$$W : \begin{cases} 0 \leq p \leq 1; \\ 0 \leq z \leq z_{\max} \end{cases}.$$

Тогда может быть представлен набор (множество) кривых равного уровня риска (изориска), который зависит от функциональной структуры и взаимодействий комплектующего оборудования ОПО, влияния факторов внешней среды, видов опасностей и угроз и т.п. [10, 11]. Поэтому существует определенный разброс кривых Фармера, который можно представить в виде области неопределенности, включающей в себя кривые изориска при оптимистическом и пессимистическом прогнозах F_0, F_{Π} , что показано на рис. 1, где Z – величина ущерба; P – вероятность отказов; $F_{И}$ – исходная линия изориска.

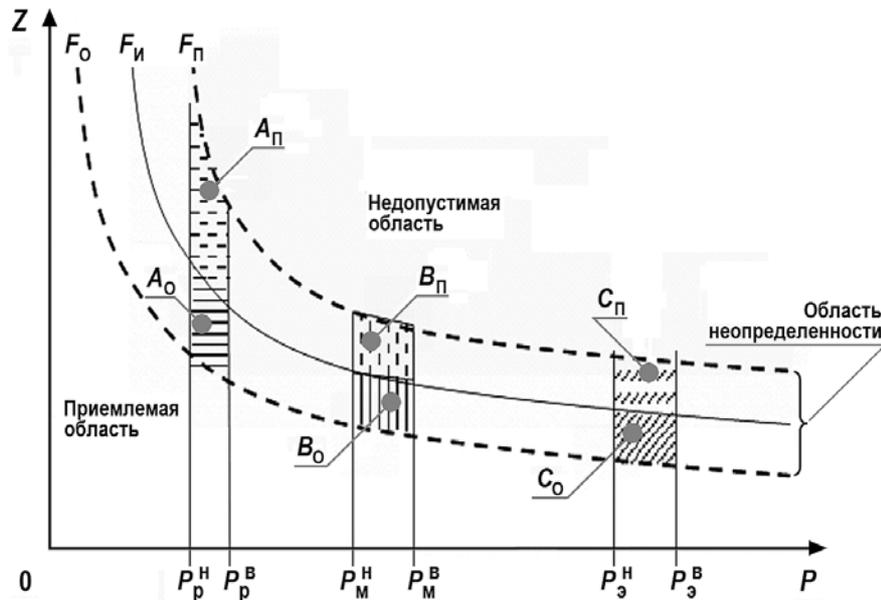


Рис. 1. Совершенствование диаграммы Фармера

Недопустимая область риска расположена выше $F_{И}$, приемлемая область риска расположена ниже $F_{И}$; вероятности P_p^H и P_p^B , P_m^H и P_m^B , P_z^H и P_z^B характеризуют нижние и верхние значения интервальной оценки вероятности отказов на этапе разработки, мониторинга при различных испытаниях и эксплуатации комплектующего оборудования ОПО; характеристические зоны рисков указанной области неопределенности $A_0, B_0, C_0, A_{\Pi}, B_{\Pi}, C_{\Pi}$ связаны с наличием ошибок при разработке, мониторинге и эксплуатации при переходе комплектующего оборудования ОПО в область предельных состояний. Характерно, что зоны $A_0, B_0, C_0, A_{\Pi}, B_{\Pi}, C_{\Pi}$ определяют модули, характеризующие поведение кривых изориска. Так как проведению анализа риска присуща значительная неопределенность [14], вызванная изменениями различных параметров и предположений, то применение таких модулей позволяет анализировать чувствительность риска в зависимости от уменьшений отдельных индивидуальных входных параметров.

Применяя материалы работ [14, 15], можно показать, что только метод анализа «затрат и выгод» содержит принцип разделения риска на три уровня:

- уровень, выше которого риск недопустим и не должен быть принят иначе как в экстраординарных обстоятельствах;
- уровень, ниже которого риск незначителен и необходим лишь мониторинг для его поддержания;
- центральная зона, где риск следует удерживать настолько низким, насколько это возможно, наличие которой определяет область допустимого риска, т.е. риск допускают, если получены преимущества. Рассмотрим концепцию построения такой области (рис. 2).

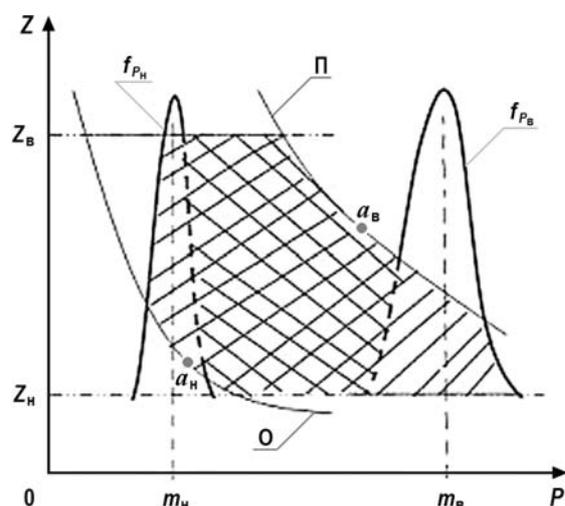


Рис. 2. Концепция построения области неопределенности риска на плоскости ZOP

Известен опыт вычисления значений техногенного риска [11, 15], который показывает, что определение ущерба Z_i принципиальных трудностей не содержит, за исключением организационных, связанных с субъективными факторами. Согласно методике анализа «затрат и выгод», можно ввести верхний (Z_B) и нижний (Z_H) уровни ущерба, ограничивающие область допустимого риска (см. рис. 2). Известно [11], что большинство проблем возникает при определении значений вероятностей исходных событий отказов. К настоящему времени разработаны и рекомендованы многими национальными и международными организациями разнообразные модели, основанные на логико-вероятностных методах, в которых используются характеристики надежности оборудования в виде вероятности или интенсивности отказов. Это связано с учетом таких условий, как высокая надежность оборудования, малое число отказов, неоднородность выборок, разнородность элементной базы, различие технологических схем и т.д. Поэтому можно предположить аналитические зависимости для функции плотности распределения риска, применение которых должно учитывать их нижний (f_{P_H}, m_H) и верхний (f_{P_B}, m_B) уровни (см. рис. 2) применительно к нормальному закону распределения. В результате можно предложить графическую интерпретацию концепции построения области неопределенности риска на плоскости ZOP , где штриховкой выделены ее минимальная и максимальная площади.

Таким образом, модель области неопределенности риска можно интерпретировать в следующей последовательности.

Используя заданные показатели надежности исследуемого ОПО, можно получить множество вероятностей отказов $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$, $p_i \in P, i = 1, \dots, n$, включая нижнее (m_H) и верхнее (m_B) значения их математических ожиданий. Для прогнозных значений m_H и m_B целесообразно вычислить соответствующие распределения вероятностей отказов f_{P_H} и f_{P_B} с учетом использования наиболее распространенных законов распределения применительно к исследуемому объекту.

Границы диапазона изменений математических ожиданий вероятности отказов $m_H - m_B$ позволяют построить предельно допустимые кривые изорисков O и Π , используя уравнение $R = 0,5a^2$, где a – вершина равнобочной гиперболы, минимальное значение которой a_H соответствует оптимистическому прогнозу (O), а максимальное a_B – пессимистическому (Π). Таким образом, предложено получить границы центральной зоны области допустимого риска, для дальнейшего построения которой следует определить плотности распределений вероятности отказов f_{P_H} и f_{P_B} , а так-

же показать диапазон изменений ущерба от свершения i -х отказов в виде нижней Z_n и верхней Z_b границ (см. рис. 2).

Модель области неопределенности риска на плоскости ZOP можно описать для определенного закона распределения с помощью системы уравнений

$$\begin{aligned} P &= \{p_1, p_2, \dots, p_n\}, \quad p_i \in P, \quad i = 1, \dots, n; \\ Z &= \{z_1, z_2, \dots, z_n\}, \quad z_i \in Z, \quad i = 1, \dots, n; \\ R_0 &= (P \cdot Z)_0 = 0,5a_n^2; \\ R_n &= (P \cdot Z)_n = 0,5a_b^2; \\ f_{P_n} &= f_P(m_n); \quad f_{P_b} = f_P(m_b). \end{aligned} \quad (2)$$

Таким образом, на основании методологии вероятностной оценки риска предложен подход разработки адекватных моделей, учитывающих неопределенность реализации событий, который иллюстрируется с помощью рис. 2 и системы уравнений (2). Необходимо понимать, учитывая [12], что анализ неопределенности является главной частью вероятностной модели риска и обеспечивает основу для применения результатов предложенного подхода при принятии решений в области менеджмента риска. Согласно международным стандартам [9, 14], анализ неопределенности предусматривает определение изменений и неточностей в результате моделирования, которые являются следствием отклонений параметров и предположений, применяемых при построении модели. Областью, тесно связанной с анализом неопределенности, является анализ чувствительности – тип анализа неопределенности, направленный на оценку влияния на результаты изменений (вследствие неопределенности в предположениях) при моделировании физических параметров и основных опасных событий. Анализ чувствительности выполняют, применяя метод вероятностной оценки риска [15] для выявления исходных факторов или элементов, изменения которых вызывают наибольшие отклонения конечной оценки риска, а также для оценки результатов вероятностной оценки в зависимости от нескольких основных событий. Таким образом, под анализом чувствительности можно понимать [15] определение изменений в реакции модели на отклонение отдельных параметров модели (в статье вопросы ранжирования при вероятностной оценке риска не рассматриваются).

В общем случае допустимое отклонение риска ΔR можно представить выражением

$$\Delta R = \sum_{j=1}^k S_j \Delta v_j, \quad (3)$$

где $j = 1, \dots, k$ – число определяющих (характерных) аргументов модели для исследуемого объекта; Δv_j – максимальное отклонение от средних значений выбранных аргументов модели области неопределенности риска исследуемого объекта; S_j – чувствительность риска, определяемая в виде частной производной по выбранным аргументам, исследование которого рассмотрено в [15].

Учитывая [12, 15], можно показать, что наиболее полное представление о риске дает пространственная иллюстрация динамики изменения оценок риска, которую можно получить, моделируя функцию плотности распределения риска от выбранных аргументов. Такими аргументами могут быть математические ожидания вероятности отказа (события) или ущерба и среднеквадратические отклонения вероятности отказа (события) или ущерба. Для более детального исследования эти аргументы могут рассматриваться как функции, зависящие от технических параметров комплектующего оборудования ОПО, которые выбраны критическими. Тогда можно классифицировать множество функций риска для выбранных влияющих факторов (аргу-

ментов) при заданных значениях аргументов, постоянных для текущего эксперимента. При этом необходимо учитывать законы распределения вероятности исходных событий (отказов) и ущерба [12], что дает возможность исследовать функцию плотности распределения риска, которая, например, для закона Гаусса имеет вид

$$f_R(r) = \frac{1}{2\pi\sigma_p\sigma_z} \int_0^1 \frac{1}{p} \exp\left(-\frac{(p-m_p)^2}{2\sigma_p^2} - \frac{(r/p-m_z)^2}{2\sigma_z^2}\right) dp, \quad (4)$$

где m_p – математическое ожидание вероятности; m_z – математическое ожидание ущерба; σ_p – среднееквадратическое отклонение (СКО) вероятности; σ_z – СКО ущерба при $m_p \geq 3\sigma_p$ и $m_z \geq 3\sigma_z$.

Следовательно, при исследовании влияющего аргумента, например, m_p , плотность распределения риска определяется при заданном риске r и дискретных интервалах σ_p, m_z, σ_z с учетом того, что влияющими аргументами можно считать аргументы σ_p, m_z, σ_z при которых исследование соответствующих сценариев осуществляется аналогично. Графически динамика функции плотности распределения риска $f_R(r)$ (рис. 3) иллюстрирует пространственное представление данных на этапе проектирования комплектующего оборудования ОПО, а также после генерации прогнозов при мониторинге рисков ОПО.

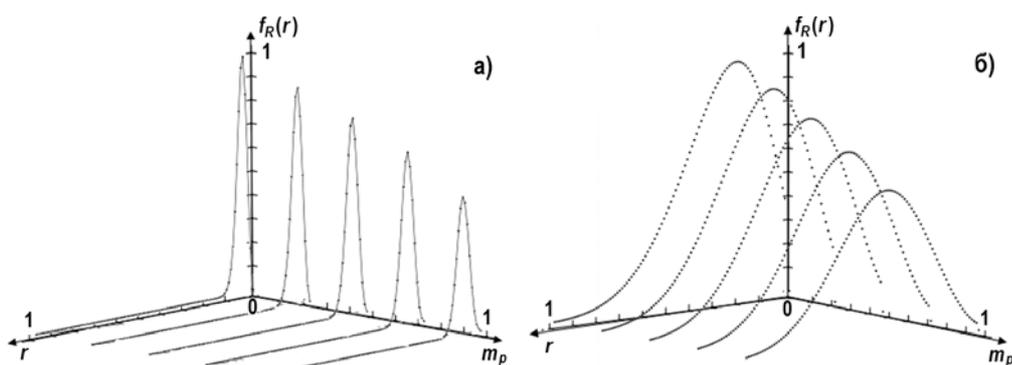


Рис.3. Динамика функции плотности распределения риска $f_R(r)$ для $r \in [0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9]$ и $m_p \in [0,5; \dots; 1]$: а) – $\sigma_p = 0,17; m_z = 0,1; \sigma_z = 0,03$; б) – $\sigma_p = 0,3; m_z = 0,6; \sigma_z = 0,2$

Приведенное исследование чувствительности риска – одного из определяющих его параметров – показывает, что пространственное представление риска позволяет повысить такие показатели качества проектирования, как полнота, точность и достоверность, а следовательно, научно обосновать принимаемые решения как при проектировании, так и эксплуатации ОПО.

Целесообразно рассмотреть оценивание степени риска как одного из характерных понятий при анализе риска ОПО. Известно [2, 9, 17], что степень риска представляет собой вероятность появления нежелательных последствий воздействия любых факторов риска в любой момент времени в процессе функционирования ОПО и его комплектующего оборудования. Поскольку при безопасной эксплуатации ОПО должна обеспечиваться идентификация риска, можно представить динамику изменений интенсивности отказов $\lambda(t)$ (рис. 4) при различных ситуациях проведения мониторинга технического состояния эксплуатируемого оборудования ОПО с учетом пессимистического и оптимистического характеров процессов старения, деградации и т.п. Рисунок 4 представляет собой геометрическую интерпретацию совместного изображения функции $\lambda(t)$ и плотности $\varphi(\lambda)$, распределенной по нормальному закону, синхронизированных относительно заданных моментов времени мониторин-

га технического состояния эксплуатируемого оборудования ОПО. На рисунке используются те же обозначения, что и в [9, 16]: λ_n – предельный уровень интенсивности отказов; λ_n – начальный уровень надежности; λ_m^B и λ_m^H – верхнее и нижнее значения интенсивности отказов для заданной области мониторинга предельных и предотказных состояний; t_{np} – время «приработки»; t_n – назначенный ресурс; t_τ – τ -процентный ресурс; t_n, t_0 – времена предельного состояния для пессимистического и оптимистического характера прогноза; $t_1 - t_4$ – выбранные фиксированные моменты времени при контроле предотказных и предельных состояний; $\lambda_n(t), \lambda_0(t)$ – выбранные (или заданные) аппроксимирующие функции интенсивности отказов при пессимистическом и оптимистическом прогнозах соответственно; $\varphi_n(\lambda), \varphi_0(\lambda)$ – плотности распределения, характеризующие интенсивности отказов в моменты времени t_n, t_0 ; P_n, P_0 – вероятности прогноза пессимистического и оптимистического деградационного процессов в условиях предотказного состояния в моменты времени $t_1 - t_4$; «-» – знак, характеризующий, что предотказное состояние находится в области мониторинга; «+» – знак, характеризующий, что предотказное состояние приближается к предельному.

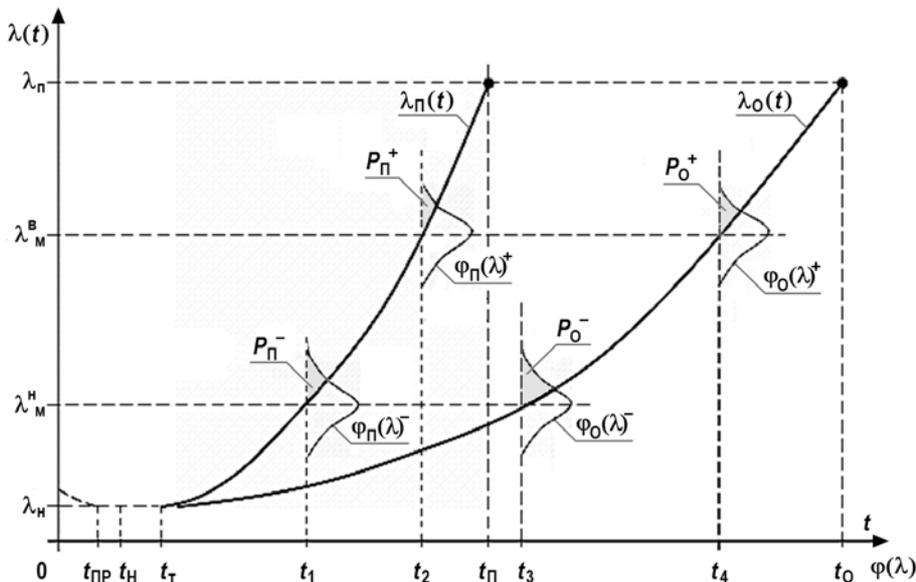


Рис. 4. Геометрическая интерпретация изменений интенсивности отказов $\lambda(t)$ при ситуационном анализе динамики ресурсоспособности ОПО

Оценивание степени риска с помощью вероятностей P_n, P_0 на базе предложенного пространственного представления исследуемых предотказных и предельных состояний определяется следующими воздействующими факторами:

- допустимой областью мониторинга предотказных и предельных состояний ОПО, ограниченной значениями λ_m^H, λ_m^B ;
- трендами аппроксимирующих функций $\lambda_n(t), \lambda_0(t)$;
- моментами времени контроля предотказных и предельных событий $t_1 - t_4$ при мониторинге эксплуатируемого оборудования ОПО;
- коренными причинами отказов, определяющих плотности распределения $\varphi_n(\lambda), \varphi_0(\lambda)$, характеризующие техническое состояние в моменты времени $t_1 - t_4$.

Можно показать, что при оценивании различных параметров риска, таких как чувствительность риска и степень риска, применяются различные варианты графической интерпретации пространства состояний риска (см. рис. 3, 4). При этом двумерное пространство риска не всегда достаточно для достоверного информационного

обеспечения при принятии решений об устойчивой долгосрочной эксплуатации ОПО и его комплектующего оборудования [16]. Это приводит к необходимости применения трехмерного пространства риска [16, 17] и решения системы уравнений (с учетом обозначений, принятых выше)

$$\begin{aligned} p \cdot z &= 0,5(a_j)^2; \\ r &= 0,5(a_j)^2; \\ p &= z, \end{aligned} \quad (5)$$

где вершина равнобочной гиперболы $a_j = j + 1$ для значений $j = 0, \dots, N - 1$ (N – число кривых изориска).

Тогда пространство риска отказов можно представить в виде рис. 5, где (см. [16, 17]) $R_{\Pi 0}$ – значение риска, отражающее пессимистический прогноз при эксплуатации ОПО; R_{00} – значение риска, отражающее оптимистический прогноз при эксплуатации ОПО; $R_{y_{10}}$ – значение риска, отражающее оптимистический прогноз при эксплуатации технического устройства У1 ОПО; $R_{y_{20}}$ – значение риска для оптимистического прогноза при эксплуатации технических устройств У2 ОПО; R_{y_2} – значение риска для фактического технического состояния при эксплуатации технического устройства У2 ОПО; $U_1, U_{10}, O_{10}, O_{1n}$ – точки кривой, отражающей динамику риска в пространстве при эксплуатации технического устройства У1 ОПО; $U_2, U_{20}, O_{20}, O_{2n}$ – точки кривой, отражающей динамику риска в пространстве при эксплуатации технического устройства У2 ОПО.

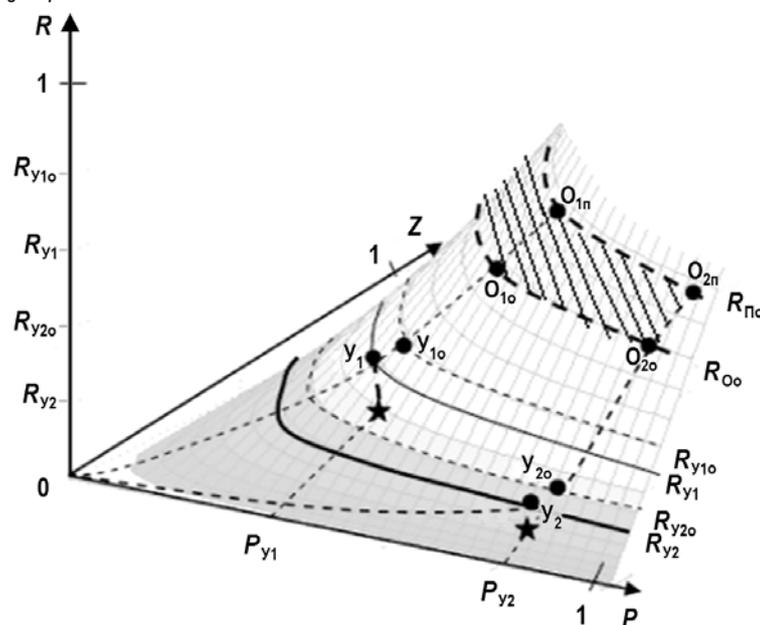


Рис. 5. Пространство риска отказов при эксплуатации ОПО

Предложенная концепция пространства рисков отказов позволяет более полно описывать возможные или грозящие события с катастрофическими последствиями и потерями. Необходимость такого подхода рекомендуется международным стандартом [9], что позволяет применять такие параметры, как остаточный риск и показатель неопределенности риска. Отрезки кривых между точками U_1 и U_{10} и U_2 и U_{20} характеризуют остаточный риск для технических устройств У1 и У2 соответственно, а отрезки кривых между точками U_1 и O_{10} и U_2 и O_{20} – остаточный риск для ОПО

относительно отказов технических устройств У1 и У2. Таким образом, ЛПП получает возможность иметь существенно больше информации для осуществления менеджмента риска при эксплуатации ОПО. Кроме исследований в приемлемой области пространства риска ОПО можно одновременно исследовать параметры риска в области неопределенности. Поэтому можно предложить следующую последовательность процедур менеджмента риска ОПО и его технических устройств:

- оценивание остаточного риска с последующим определением чувствительности риска при исследовании приемлемой области пространства риска;
- оценивание показателя неопределенности риска с последующим определением чувствительности при исследовании области допустимого риска.

В эволюции подходов к оцениванию указанных параметров риска на этапах как проектирования, так и эксплуатации ОПО и его комплектующих устройств для обеспечения высокого качества проектирования и эксплуатации ОПО целесообразно применение информационных технологий Big Data [18]. Для этого можно рекомендовать методики анализа Big Data для менеджмента риска, предложенные в табл. 1.

Таблица 1

Методики анализа Big Data, рекомендуемые для менеджмента риска

Обозначение	Содержание
<i>A/B testing</i>	Методика, ориентированная на поочередное сравнение контрольной выборки с другими, при котором выявляется наилучшая комбинация требуемых исследуемых показателей
<i>Data mining</i>	Совокупность методов обнаружения знаний, необходимых для принятия решений по определению прогноза поведенческой модели
<i>Ensemble learning</i>	Метод располагает широким спектром предикативных моделей, что делает прогнозирование максимально эффективным
<i>Predictive modeling</i>	Совокупность методик, нацеленных на создание математической модели, предвещающей заданный вероятный сценарий развития событий
<i>Regression</i>	Совокупность статистических методов для обнаружения закономерности между изменением зависимой переменной и одной или несколькими независимыми
<i>Signal processing</i>	Совокупность методик, взятая из радиотехники, направленная на распознавание сигнала на фоне шума и его последующий анализ
<i>Spatial analysis</i>	Ряд методик анализа пространственных данных
<i>Simulation</i>	Методики моделирования поведения сложных систем, предназначенные для прогнозирования и проработки возможных сценариев поведения
<i>Time series analysis</i>	Совокупность методов анализа повторяющихся последовательностей данных, применяемых, как правило, при мониторинге
<i>Visualization</i>	Ряд методов графического представления результатов анализа больших данных для облегчения и удобства их интерпретации

На основании полученных результатов исследования можно считать, что предложенные параметризация риска и концепция пространства рисков позволяют научно обосновать повышение показателей качества проектирования и эксплуатации ОПО и его комплектующих устройств.

Литература

1. Закон о промышленной безопасности опасных производственных объектов от 21.07.1997 №116-ФЗ.
2. Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ. Проблемы, методология, приложения. / Учебник для вузов. – К.: Наукова думка, 2011. – 726 с.
3. Острейковский В.А. Эксплуатация атомных станций / Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1999 – 928 с.
4. Лапа М.В., Маловик К.Н. Развитие научных основ повышения качества эксплуатации и ресурсоспособности критически важных объектов инфраструктуры / Монография. –

Харьков: Индустрия, 2016. – 280 с.

5. *Махутов Н.А., Фролов К.В., Драгунов Ю.Г.* Анализ риска и повышения безопасности водо-водяных энергетических реакторов / Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН. – М.: Наука, 2009. – 499 с.

6. *Акимов В.А., Быков А.А., Щетинин Е.Ю.* Введение в статистику экстремальных значений и ее приложения / Монография / МЧС России. – М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). 2009. – 524 с.

7. *Бегун В.В., Горбунов О.В., Каденко И.Н.* Вероятностный анализ безопасности атомных станций (ВАБ)/ Учеб. пособие. – К.: Наукова думка, 2000. – 568 с.

8. *Антонов А.В.* Системный анализ / Учеб. для вузов. – 2-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2006. – 454 с.

9. ISO/IEC 31010:2009 Risk management – Risk assessment techniques.

10. *Маловик К.Н.* Развитие научных основ повышения качества оценивания и прогнозирования ресурсных характеристик сложных объектов / Монография. – Севастополь: СНУ-ЯЭиП, 2013. – 332 с.

11. *Острейковский В.А.* Математическое моделирование техногенного риска от эксплуатации нефтегазового оборудования // Вестник кибернетики. – 2012. – № 11. – С. 71 – 75.

12. *Маловик К.Н., Елисеева М.А.* Оценка технического риска при мониторинге и устойчивой эксплуатации сложных объектов // «Устойчивое развитие». Технологии охраны окружающей среды. – Варна – август 2014. № 20. Болгария, Варна: Международная ассоциация «Устойчивое развитие» (МАУР). – С. 125-130.

13. *Елисеева М.А., Маловик К.Н., Мирошниченко А.Н.* Менеджмент ресурсоспособности оборудования горного производства // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – Т. 8. – С. 315-322.

14. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010 -2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска.

15. *Eliseeva M., Malovik C.* Sensitivity Assessment in Risk Management // Scientific Israel – Technological Advantages – 2015. – Vol. 17. – No. 3-4. – PP. 142-148.

16. *Елисеева М.А., Маловик К.Н.* Совершенствование оценивания риска // Качество и жизнь – 2016. – №1. – С.74-76

17. *Елисеева М.А. Маловик К.Н., Маловик С.К.* Совершенствование нормативной базы по эксплуатации изделий ВВТ. / Научные труды МОО «Академия проблем качества» РФ. // Качество и жизнь. Спецвыпуск – 2016. – С. 105-111.

18. *Майер-Шенбергер В.* Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим / В. Майер-Шенбергер, К. Кукьер; пер. с англ. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. – 240 с.

Поступила в редакцию 23.12.2016 г.

Авторы

Елисеева Мария Александровна, инженер 2-й категории, аспирант

E-mail: marysia_a_a@mail.ru

Маловик Константин Николаевич, президент 2-го Севастопольского регионального отделения МОО «Академия проблем качества», профессор, д.т.н.

E-mail: igimar@mail.ru

DEVELOPMENT OF ESTIMATION OF PARAMETERS OF RISK

Eliseyeva M.A. Malovik K.H. *

JSC CDB «Corall». 1 Repin st., Sevastopol, 299028 Russia

* Sevastopol regional office of MOO «Academy for Problems of Quality»

71 Pereyaslavskaya st., Sevastopol, 299016 Russia

ABSTRACT

The production safety at projection and operation of the hazardous production facilities (HPF) is provided, in many respects, due to identification, the analysis and prediction of risk of accidents (refusals) which are carried out by means of, whenever possible, more the overall quantitative assessment of risk, when determining technical condition of HPF [1] that is carried out by Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision of Russia (Rostekhnadzor). Among HPF with multifactorial risks at a design stage the special place belongs to objects of a nuclear power engineering, technical means for development of the shelf, to platforms for oil and gas production, and to also crucial infrastructure facilities as assets which are absolutely necessary for normal functioning of society and economy of our state in the conditions of unexpected influence of factors of catastrophic risk [2 – 4].

Problematic issues of estimation and prediction of indexes of danger of risks of adverse and emergency situations, accidents and refusals are considered in [2, 3, 5 – 8] where safety of HPF on the stipulated interval of time is defined by two major factors: probability of emergence of an adverse event (situation) and damage from this event, by means of various methods of determination of risks, including the modern achievements of asymptotic probability theory of extreme values.

For solution of problem tasks of estimation of risk questions of a parameter estimation of risk at various options of interpretation of the graphic state space of HPF are considered in this work. Features of estimation of sensitivity of risk and degree of risk and evolution of approaches for estimation of risk at projection and operation of HPF are shown. Techniques of the analysis of Big Data for management of risk are offered.

Key words: risk degree, sensitivity of risk, residual risk, index of indeterminacy, management of risk, larger data.

REFERENCES

1. Law on the production safety of hazardous production facilities of 21.07.1997 No. 116-FZ (in Russian).
2. Zgurovskiy M.Z., Pankratova N.D. Systems analysis. Problems, methodology, applications. Kiev. Naukova dumka Publ., 2011. 726 p. (in Russian).
3. Ostreykovskiy V.A. Operation of nuclear power plants. Moscow. Energoatomizdat Publ., 1999. 928 p. (in Russian).
4. Lapa M.V., Malovik K.N. Development of scientific bases of upgrading of operation and resursosposobnost of crucial infrastructure facilities. Kharkov. Industriya publ., 2016. 280 p. (in Russian).
5. Mahutov N.A., Frolov K.V., Dragunov Yu.G. Analysis of risk and increase in safety of water-to-water power reactors. Moscow. Science Publ, 2009. 499 p. (in Russian).
6. Akimov V.A., Byikov A.A., Schetin E.Yu. Introduction to statistics of extreme values and its applications. MChS Rossii. Moscow. FGUVNII GOChS (FTs) Publ., 2009. 524 p. (in Russian).
7. Begun B.B., Gorbunov O.V., Kadenko I.N. Probabilistic analysis of the safety of nuclear power plants (PSA). Kiev, Naukova Dumka Publ., 2000. 568 p. (in Russian).

8. Antonov A.V. Systems analysis. Moscow. Vysshaya Shkola Publ., 2006. 454 p. (in Russian).
9. ISO/IEC of 31010:2009 Risk management – Risk assessment techniques
10. Malovik K.N. Development of scientific bases of upgrading of estimation and prediction of resource characteristics of the composite objects. Sevastopol. SNUYaP Publ., 2013. 332 p. (in Russian).
11. Ostreykovskiy V.A. Mathematical model operation of technogenic risk from operation of an oil and gas inventory. *Vestnik kibernetiki*. 2012, no. 11, pp. 71-75 (in Russian).
12. Malovik K.N., Eliseeva M.A. Assessment of technical risk when monitoring and steady operation of the composite objects. «Sustainable development». Technologies of environmental protection. Varna – August, 2014. Bulgaria, Varna. International association «Sustainable development» (MAUR) Publ., 2014, no. 20, pp. 125-130.
13. Eliseeva M.A., Malovik K.N., Miroshnichenko A.N. Management of a resursosposobnost of an inventory of mining. *Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten'*. 2015, v. 8, pp. 315-322 (in Russian).
14. GOSTRISO/MEK 31010-2011. Management of risk. Methods of assessment of risk.
15. Eliseeva M., Malovik C. Sensitivity Assessment in Risk Management. *Scientific Israel – Technological Advantages*. 2015, v. 17, no. 3-4, pp. 142-148.
16. Eliseeva M.A., Malovik K.N. Perfecting of estimation of risk. *Kachestvo izhizn'*. 2016, no. 1, pp. 74-76 (in Russian).
17. Eliseeva M.A., Malovik K.N., Malovik S.K. Perfecting of the regulatory base on operation of products VVT. Scientific works of MOO «Academy of Problems of Quality». Russian Federation. *Kachestvo izhizn'. Special issue*. 2016, pp. 105-111 (in Russian).
18. Mayer-Shenberger Victor, Kukyer Kenneth. Big Data. Revolution which will change how we live we work and we think. Moscow. Mann, Ivanov and Ferber Publ., 2014. 240 p. (in Russian).

Authors

Eliseyeva Maria Aleksandrovna, Engineer of JSC CDB «Corall», PhD Student
E-mail: marysia_a_a@mail.ru

Malovik Konstantin Nikolaevich, Professor, Dr. Sci. (Engineering)
E-mail: igimar@mail.ru