

**ПОКАЗАТЕЛИ РИСКА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ
УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ВВСТ**

Аннотация: в данной статье рассмотрены способы обеспечения безопасности эксплуатации ВВСТ путем оценки показателей риска и применения способов их минимизации и устранения опасных факторов при эксплуатации. Описанная номенклатура показателей риска позволяет решать широкий круг задач, связанных с количественным анализом риска, выбором управляемых параметров и обоснованием их значений.

Ключевые слова: риск, показатель, безопасность, эксплуатация, вероятность.

Boykov L. A.

Senior Test Engineer

Missile Complexes Test Center

Russia, Mirny

**RISK INDICATORS AND IT APPLICATION TO SOLVE THE PROBLEMS
OF EQUIPMENT OPERATION MANAGEMENT**

Abstract: this article discusses methods for ensuring the safety of the operation of MISSI by assessing risk indicators and applying methods for their minimization and eliminating hazardous factors during operation. The described nomenclature of risk indicators allows solving a wide range of problems related to quantitative risk analysis, selection of controlled parameters and justification of their values.

Keywords: risk, indicator, safety, operation, probability.

Деятельность, связанная с эксплуатацией ВВСТ, всегда сопровождалась неблагоприятными событиями: гибель и травмирование людей, материальные

потери, нанесение ущерба окружающей природной среде. Подходы к исследованию причин этих событий, количественному описанию опасностей и обоснованию мер по их предотвращению стали интенсивно разрабатываться относительно недавно, в 60-е годы XX века. Во многом это связано с существенным усложнением технических устройств, увеличением энергоемкости технологических процессов, повышением цены ошибок эксплуатирующего персонала, увеличением тяжести последствий отказов техники, переходом от создания и эксплуатации отдельных изделий к созданию и эксплуатации сложных технических объектов.

Одной из актуальнейших проблем, требующих своего скорейшего разрешения, является поиск эффективных путей предотвращения происшествий при эксплуатации ВВСТ (катастроф, аварий, поломок, несчастных случаев) и снижения вызванного ими ущерба до допустимого (приемлемого) уровня.

Существует две основных концепции решения указанной проблемы:

1) Концепция «абсолютной» безопасности. Она основывается на том, что при функционировании сложных технических объектов, безусловно, должна быть обеспечена безопасность людей, окружающей среды, сохранность техники. Эта концепция была основополагающей в 60-80-е годы XX века, однако, как показал опыт (особенно после аварии на Чернобыльской АЭС, которая считалась абсолютно безопасной), такой подход во многих случаях себя не оправдывает, так как обеспечить абсолютную безопасность невозможно по объективным причинам.

2) Концепция приемлемого риска. При этом безопасность обеспечивается путем количественного оценивания возможных опасностей, обоснования допустимого их уровня и разработки и внедрения мер, которые обеспечивают это уровень. Решение этой задачи предполагает достижение рационального (разумного) компромисса между уровнем безопасности и экономическими возможностями по его обеспечению.

Развитием идеи приемлемого риска является концепция управления

риском. Эта концепция предполагает получение оценки риска и определение допустимого его уровня, исходя не только из экономических соображений, но и – в первую очередь! – из сложившихся условий проведения процесса. Сопоставление планируемого полезного эффекта с возможными потерями, степень угрозы здоровью и жизни людей, уровень располагаемых ресурсов и времени – вот те факторы, которые лежат в основе управления риском. Именно такой подход лежит в основе настоящей работы.

Проведение анализа риска обуславливает необходимость обоснования номенклатуры соответствующих показателей.

Показатели риска являются универсальным способом описания неопределенности в управленческой деятельности. Их значения должны обуславливать выбор решения (варианта проведения эксплуатационного процесса) в конкретных условиях.

Показатели должны иметь ясный физический смысл и отражать сущность риска, которая проявляется в следующих аспектах:

- возможность недостижения желаемого результата при проведении процесса;
- возможность наступления негативных последствий (происшествий) при реализации вариантов в условиях неопределенности для лица, принимающего решения, который идет на риск;
- материальные и иные потери, связанные с реализацией выбранного варианта в условиях неопределенности;
- наличие угроз воздействия опасных факторов при проведении процессов эксплуатации.

Исходя из практики оценивания риска, можно сделать вывод о том, что многие применяемые в различных отраслях показатели риска являются специфическими и имеют достаточно ограниченную сферу применения. Так, в качестве показателей опасности материалов используется их чувствительность к воспламенению и способность к образованию горючих и взрывоопасных сред. Эти показатели являются составными компонентами общего индекса

безопасности, являющегося функцией этих величин. Такие показатели отражают потенциальную опасность производства, но не учитывают фактическое состояние технологического оборудования, характеристики эксплуатирующего персонала, что является особенно важным для процессов эксплуатации ВВСТ. Поэтому они не получили широкого распространения при анализе риска эксплуатации сложных технических объектов.

В связи со случайным характером воздействия опасных факторов и реализаций, обусловленных ими рискованных ситуаций, большинство применяемых показателей риска имеют вероятностную природу. Вероятностные показатели риска условно можно разделить на априорные и апостериорные.

В качестве априорных показателей риска применяются показатели, основанные на использовании статистических оценок:

- показатель социального риска, отражающий зависимость частоты возникновения ситуаций, вызывающих смертельное поражение определенного количества людей, от этого количества. Этот показатель характеризует масштаб возможных происшествий. При этом ущерб может характеризоваться не только количеством погибших, но и другими показателями: количеством пострадавших, материальным ущербом, ущербом, нанесенным окружающей природной среде, и др.;

- ожидаемое количество погибших за год от всех опасностей, связанных с эксплуатацией опасного объекта;

- статистическая оценка числа погибших на 100 миллионов рабочих часов. Значения этого показателя для некоторых видов деятельности составляют: в строительстве – 67, при использовании автомобильного транспорта – 57, авиационного транспорта – 240.

Применение статистических показателей позволяет оценить безопасность лишь после некоторого времени эксплуатации объекта. Время эксплуатации, в течение которого представляется возможным набрать достаточное количество информации для получения статистических показателей риска, может быть

весьма большим, что не всегда приемлемо при эксплуатации ВВСТ. Кроме того, статистические показатели риска не позволяют учитывать влияние ошибок и подготовленности эксплуатирующего персонала на безопасность эксплуатации ВВСТ.

От некоторых из указанных недостатков свободны следующие вероятностные показатели безопасности:

- вероятность безаварийной работы объекта при нахождении всех его характеристик в установленных допусках;
- вероятность возникновения аварийных ситуаций;
- вероятность перехода объекта в опасное состояние.

Эти показатели могут быть использованы в некоторых случаях для анализа риска эксплуатации ВВСТ в качестве частных показателей.

Двумя неотъемлемыми составляющими показателя риска R являются вероятность наступления события q , приводящего к ущербу, и возможные размеры этого ущерба L :

$$R = f(L, q). \quad (1)$$

Риск как управленческая категория связан с возможностью невыполнения задачи (недостижения цели). Причем, невыполнение задачи связано не только с целевым результатом, но и с другими результатами процесса. Так, если, например, целевая задача была выполнена, но при этом пострадали люди или был нанесен ущерб окружающей среде, то нельзя утверждать, что цель операции достигнута. С этих позиций понятие риска тесно связано с понятием эффективности.

Обобщенный показатель риска R показывает степень недостижения цели:

$$R = I - W, \quad (2)$$

где W – показатель эффективности процесса.

В общем случае показатель эффективности характеризует степень получения требуемых результатов при проведении эксплуатационного процесса. Так как результаты любого процесса являются случайными, то в качестве показателя эффективности используется вероятность достижения

его цели.

Достижение цели процессов эксплуатации ВВСТ обусловлено последовательным наступлением случайных событий, связанных со своевременностью их проведения и обеспечением надежности.

Однако во многих случаях применение такого показателя риска, представляющего, по сути, интегральную характеристику всех составляющих его свойств, весьма затруднительно. Во-первых, возникают существенные сложности с его расчетом, во-вторых, этот показатель не всегда дает возможность ответить на вопрос, в чем именно проявилось недостижение цели, какой из объектов риска привел к ущербу. Иными словами, во многих случаях достаточно сложно дать физическую трактовку этого показателя. Поэтому целесообразно использовать трехуровневую систему показателей риска, что позволит оценивать возможный ущерб при решении конкретных задач эксплуатации ВВСТ на различных уровнях иерархии. С этих позиций показатель представляет собой показатель первого уровня. Для того чтобы описать возможные последствия реализации рискованных ситуаций, целесообразно ввести общие показатели риска (показатели второго уровня) для каждого этапа эксплуатации ВВСТ. Такой показатель представляет собой вектор, компонентами которого являются функции вероятностей возникновения рискованных ситуаций r_i :

$$r_{\langle N \rangle} = \langle r_1, r_2, \dots, r_N \rangle; \quad r_i = f(p_i, l_i); \quad i = 1(1)N, \quad (3)$$

где N – количество рискованных ситуаций, которые могут быть реализованы на данном этапе эксплуатации;

p_i – вероятность реализации i -й ситуации;

l_i – ущерб, нанесенный объектам риска при реализации i -й ситуации.

Показатели r_i очень часто характеризуют средний возможный ущерб.

Частными показателями риска являются составляющие общего показателя риска:

- вектор вероятностей реализации рискованных ситуаций для каждого этапа эксплуатации;
- вектор возможных значений.

Применение иерархической системы показателей позволяет полнее учесть особенности риска при эксплуатации ВВСТ. При этом обобщенный показатель позволяет учесть риск при принятии решений, связанных с отказом от проведения процесса, а общие и частные векторные показатели дают возможность, с одной стороны, рассмотреть объективно существующие при эксплуатации ВВСТ опасные факторы, с другой стороны, – учесть различие уровней потенциального ущерба от этих опасностей. Это означает, что оценивание риска может быть выполнено по классической бинарной схеме («да – нет»). Одним из ключевых является вопрос об оценивании возможного ущерба. В процессе эксплуатации ВВСТ практически каждый отказ технологического оборудования приводит к затратам, которые связаны с заменой (ремонт) отказавшего элемента, отказавшей системы и другими потерями вследствие отказа.

Как было отмечено выше, все опасности, которые могут привести к невыполнению задачи (ущербу), можно разделить на три группы (рис.1):

- возможность неполучения целевого результата;
- опасности для здоровья и жизни людей;
- угрозы для материальных ценностей и окружающей природной среды.

В реальных ситуациях существует угроза и невыполнению задачи, и материальным ценностям, и здоровью и жизни людей.

В качестве показателей ущерба практически во всех видах деятельности, связанной с риском, используются:

- различные виды ущерба для жизни и здоровья людей (количество погибших, пострадавших, эвакуированных);
- ущерб, связанный с поломками техники;
- экологические последствия (количество выбросов в окружающую среду, загрязненная площадь);

- материальные потери имущества, ответственность перед третьими лицами, ущерб от перерывов производства.



Рис. 1. Составляющие показателя риска

Указанные показатели ущерба в общем случае рассчитываются для каждого возможного сценария аварии вместе с ожидаемой частотой реализации сценария. Полученные в расчетах данные (а количество возможных сценариев достигает для сложных технических объектов сотен тысяч) используются для управления риском.

Ущерб, связанный с неполучением целевого результата, крайне редко удастся оценить количественно, в денежном выражении.

В этом случае целесообразно оценивать возможный ущерб по вероятности невыполнения задачи (показателю первого уровня):

$$R = 1 - P_G \cdot P_H \cdot P_D, \quad (4)$$

где P_G – показатель готовности;

P_H – показатель надежности;

P_D – показатель действенности.

Применение этого показателя предполагает оценивание вероятности последовательного наступления трех событий, для чего следует получить выражение для функции распределения возможных результатов

эксплуатационного процесса.

В случае аварий и поломок техники можно оценить возможный ущерб количественно, в денежном выражении, если имеется статистика или данные о выходе из строя изделий-аналогов.

Одной из наиболее распространенных причин риска является существенный износ оборудования и обусловленные им постепенные отказы и, соответственно, рискованные ситуации. Последствия травм эксплуатирующего персонала могут быть частично оценены количественно (страховые выплаты семьям погибших, оплата лечения пострадавших, если ущерб связан с причинением вреда здоровью, оплата работы заменяющего персонала, и т.п.).

Таким образом, описанная номенклатура показателей риска позволяет решать широкий круг задач, связанных с количественным анализом риска, выбором управляемых параметров и обоснованием их значений, и позволит минимизировать риски в процессе эксплуатации ВВСТ.

Использованные источники:

1. Ковалев А.П. Формирование требований к надежности и эксплуатации распределенных технических комплексов. – СПб: Оракул, 1999. – 104 с.

2. Ковалевич О.М. Некоторые проблемы риска и управления риском, М.: Наука, 2003.– 96 с.

3. Елохин А.Н. Анализ и управление риском: теория и практика. – М.: Полимедиа, 2002. – 192 с.