

Copyright © 2016 by Academic Publishing House *Researcher*

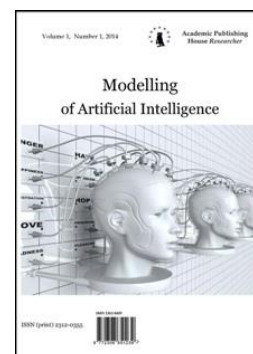
Published in the Russian Federation
Modeling of Artificial Intelligence
Has been issued since 2014.

ISSN: 2312-0355

E-ISSN: 2413-7200

Vol. 9, Is. 1, pp. 55-60, 2016

DOI: 10.13187/mai.2016.9.55

www.ejournal11.com

UDC 681.5/658.5

Methods of Risk Assessment for Dynamic Systems in Their Operation

Pavel V. Gluschenko ^{a, *}^a Sochi State University, Russian Federation

Abstract

In the article on the basis of analysis of scientific works on risk management, technical diagnostics, forecasting and standards for risk management are considered the most appropriate risk assessment methods for technical dynamic systems, especially risk occurs during the processes of diagnostics and forecasting technical condition of these systems. A brief description of each method considered.

Keywords: dynamic system; the operation; the technical condition; risk; risk management; diagnostics; prognosis; risk assessment methods.

1. Введение

Общеизвестно, что технические динамические системы (ДС) (системы в которых процессы протекают в непрерывно меняющемся времени) могут быть различных классов – линейные, нелинейные и стохастические (характеризуются тем, что работают в условиях неопределенности, связанных как с вероятностными изменениями параметров внешней среды, так и с вероятностными изменениями параметров самой системы). Функционирование перечисленных выше ДС связано с определенными классами рисков. Например, для сетевых объектов электроэнергетики можно назвать следующие классы рисков – политические, инвестиционные, стратегические, кредитные, регуляторные, рыночные, репутационные, технические и операционные, природные, прочие риски (Gluschenko, 2015).

Помимо знания классов рисков весьма актуально и полезно знать и уметь применять на практике методики оценки этих рисков. Для поддержания работоспособного состояния ДС необходим постоянный диагностический мониторинг (иначе техническое диагностирование) и прогнозирование будущего технического состояния (ТС). Неправильно поставленные диагноз и прогноз ТС объекта или системы могут привести к фатальным последствиям, причем не только для ДС, но и для других систем прямо или косвенно с ней связанной. В данной статье рассматриваются методы оценки рисков связанные с процессами диагностирования и прогнозирования при функционировании ДС.

* Corresponding author

E-mail addresses: pglout@yandex.ru (P.V. Gluschenko)

2. Материалы и методы

В российском национальном стандарте ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 (ГОСТ)[2] содержатся рекомендации по выбору и использованию различных методов оценки рисков. Для ДС наиболее приемлемыми методами оценки рисков могут быть – экспертный (основанный на изучении и обработке заключений опытных специалистов), статистический (основанный на изучении статистики потерь, отказов, аварий и т.п.) и расчетно-аналитический (выполняемый с помощью ациклического графа).

Суть применения статистических методов оценки рисков связанных с диагностированием ТС ДС заключается в определении вероятностей появления показателей и соответствующих им диагностических параметров для трех классических видов рисков: допустимых, критических и катастрофических. На рис. 1 показана кривая вероятности отказа оборудования при процессе диагностирования его технического состояния. Величина показателя (например, какого-нибудь диагностического параметра) может неоднократно меняться с течением времени. На рис. 1 обозначены: 1) отрезок [0-A] – безрисковая зона соответствует нормативному значению показателя и исправному и работоспособному состоянию оборудования; 2) отрезок [A-B] – зона допустимого риска соответствует некоторым допустимым отклонениям от нормативного значения показателя и однозначно работоспособному состоянию оборудования; 3) отрезок [B-C] – зона критического риска соответствует предельно допустимым отклонениям от нормативного значения показателя и работоспособному состоянию оборудования близкого к отказу; 4) отрезок [C-D] – зона катастрофического риска соответствует предельно недопустимым отклонениям от нормативного значения показателя и техническому состоянию оборудования, на котором отказ или авария могут произойти в любой момент времени.

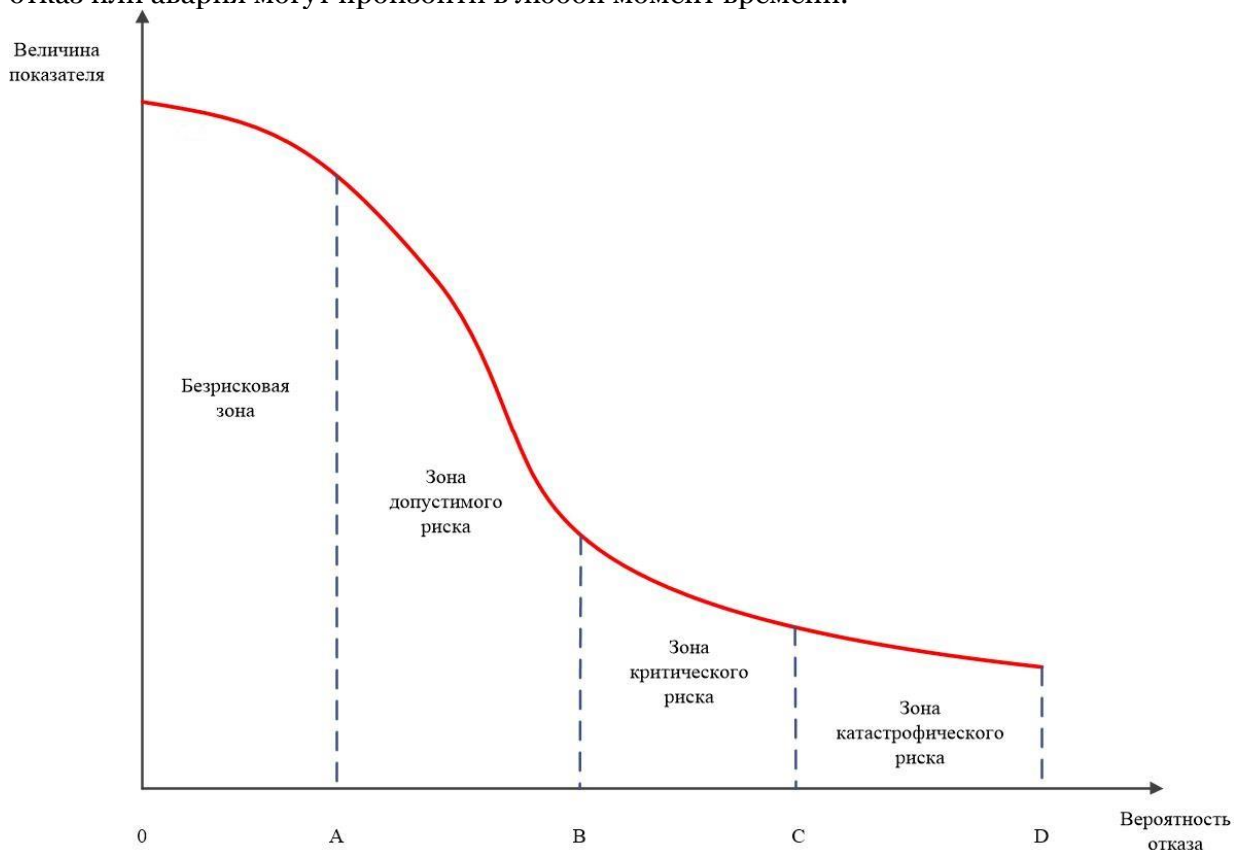


Рис. 1. Кривая вероятности отказа оборудования при процессе диагностирования

3. Результаты

Вероятность возникновения любого вида риска в процессе диагностирования означает получение возможного определенного результата опирающегося на статистические данные и может быть достаточно точно рассчитана. Если применить теорию вероятности к задаче определения вида риска при диагностировании, то необходимо определить значения

вероятности наступления событий и к выбору из этих возможных событий самого подходящего, исходя при этом из наибольшего значения величины математического ожидания, которое должно быть равным значению абсолютной величины этого самого события, умноженной на вероятность его наступления (Фирсова, 2012). Главными инструментами статистического метода расчета риска здесь являются – вариация, дисперсия и стандартное (среднеквадратическое) отклонение. Степень риска при этом можно измерять двумя показателями: 1) величиной среднего ожидаемого значения, 2) изменчивостью возможного результата. Среднее ожидаемое значение может быть представлено как средневзвешенная величина всех возможных результатов $E(x)$, где вероятность каждого полученного результата (P) используется в качестве частоты или веса соответствующего значения (x) (Фирсова, 2012). Для описываемого примера вполне приемлема следующая формула:

$$E(x) = P_1 X_1 + P_2 X_2 + \dots + P_n X_n \quad (1)$$

Очевидно, что средневзвешенная величина представляет собой некоторую обобщенную количественную характеристику и не может позволить принять окончательное решение в пользу какого-то одного из имеющихся вариантов. Для того чтобы принять окончательное решение нужно определить меру изменчивости возможного результата. Изменчивость возможного результата (Фирсова, 2012) представляет собой определенную степень отклонения ожидаемого значения от средней величины, и определяется путем вычисления дисперсии (среднеквадратическое отклонение) по следующей формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_{cp} - X_i)^2}{N}} \quad (2)$$

Необходимо также определить в данном случае коэффициент вариации V (отношение среднего квадратичного отклонения к средней арифметической величине), который показывает степень отклонения полученного значения [3]:

$$V = \frac{\sigma}{X_{cp}} \times 100\% \quad (3)$$

При этом, чем больше коэффициент вариации, тем больше изменчивость результата, или иначе говоря, чем меньше коэффициент вариации, тем меньше степень риска. Подводя итог рассмотрения статистических методов, можно сделать вывод о полезности применения данных методов оценки рисков при функционировании ДС. Однако данные методы оценки рисков являются не единственным способом решения проблемы, а должны применяться в сочетании с иными методами оценки рисков.

Экспертные методы (называемые также эвристическими) представляющие собой методы, основанные на организации работы со специалистами-экспертами и обработки заключений, мнений и рекомендаций экспертов. основополагающим фактором в применении данных методов является использование знаний и опыта экспертов для получения количественных оценок исследуемых процессов, неподдающихся непосредственному измерению по причинам неполной и недостоверной имеющейся информации о процессе или объекте (Общая..., 2008). Экспертные методы оценки рисков условно можно разделить на 1) индивидуальные, использующие мнение и знания одного эксперта-специалиста; 2) коллективные, использующие коллективные мнения экспертов о возможных перспективах функционирования объекта прогнозирования. Наиболее приемлемыми для ДС являются именно коллективные виды методов по причинам сложности этих систем.

Основные экспертные методы оценки рисков, в том числе описанные в вышеназванном стандарте (ГОСТ), для ДС могут быть следующие: «мозговой штурм», «метод Дельфи», метод анализа сценариев, а также многие другие. Например, метод мозгового штурма является неким обсуждением проблемы группой экспертов-специалистов в максимально доброжелательной форме, и целью этого обсуждения является идентификация всевозможных видов критических ситуаций (и/или соответствующих опасностей), рисков, критериев принятий решений и возможных способов обработки

рисков. Данный метод может быть применен самостоятельно или в сочетании с другими методами оценки рисков, может использоваться для общего обсуждения, когда имеющиеся проблемы только идентифицированы, также для более тщательного анализа и для конкретно определенных проблем. Что особенно актуально вопросов будущего ТС ДС, это то, что при применении метода данного особое значение придается возможности участников прогнозировать ситуацию. Для метода Дельфи характерной особенностью является возможность индивидуального и анонимного выражения мнений экспертов, при имеющей одновременной возможности узнать мнения других специалистов-экспертов. Этот достаточно популярный метод может применяться на тех этапах жизненного цикла ДС, везде, где необходимы согласованные оценки специалистов-экспертов.

Для оценки рисков для ДС может применим также метод анализа сценариев. Данный метод основан на процессе разработки описательных вариантов моделей развития сценариев (событий), может быть использован для идентификации рисков путем рассмотрения возможных будущих событий, и исследования их значения и различных последствий. Метод анализа сценариев может использоваться, например, для прогнозирования возможных видов угроз и их развития относительно времени и может применим для всех видов риска. Для обработки экспертных оценок при коллективной экспертизе может быть использован метод осреднения индивидуальных оценок экспертов, основанный на определении обобщенной оценки исследуемого объекта, оценки согласованности и зависимости мнений экспертов, оценки достоверности полученных расчетных величин (Мыльник и др., 2003). Если результаты применяемых экспертных оценок представлены в виде баллов (чисел), то построение общей коллективной экспертной оценки может заключаться в определении среднего арифметического значения или медианы. Если же результаты экспертных оценок представляют собой ранги, то появляется задача построения обобщенного ранжирования объектов на основании наиболее приемлемого способа согласования индивидуальных ранжирований экспертов в виде медианы, сумма расстояний от которой результатов индивидуальных ранжирований является минимальной.

Для обработки экспертных оценок при коллективной экспертизе может быть полезен метод осреднения индивидуальных оценок экспертов, основанный на определении обобщенной оценки исследуемого объекта, оценки согласованности и зависимости мнений экспертов, оценки достоверности полученных расчетных величин (Мыльник и др., 2003). Если результаты применяемых экспертных оценок представлены в виде баллов (чисел), то построение общей коллективной экспертной оценки может заключаться в определении среднего арифметического значения или медианы. Если же результаты экспертных оценок представляют собой ранги, то появляется задача построения обобщенного ранжирования объектов на основании наиболее приемлемого способа согласования индивидуальных ранжирований экспертов в виде медианы, сумма расстояний от которой результатов индивидуальных ранжирований является минимальной (Мыльник и др., 2003).

Для оценки некоторых групп рисков обусловленных полной определенностью (Общая..., 2008), т.е. для ситуации, когда имеющаяся информация о рискованной ситуации достаточно полна, могут быть вполне применимы расчетно-аналитические методы. Данные методы используются при расчете показателей риска выражаемых в абсолютных, относительных и средних величинах на основе имеющихся учетных данных. Для анализа и управления рисками кроме оценки величины потерь от возможных рисков серьезное значение может иметь возможность определения наиболее важных последовательных цепочек рисков (Варжапетян и др., 2013). Можно отметить, что количественная оценка величины показателя возможных потерь является некоей средней величиной потерь общего показателя при реализации возможных рисков. При этом возможность одновременного проявления всех всевозможных рискованых ситуаций является маловероятной. Но очевидно, что возникновение того или другого вида рискованой ситуации может, в свою очередь, повлечь за собой другую рискованую ситуацию. И, в конечном счете, может возникнуть целая цепочка взаимосвязанных между собой рисков. Таким образом, появляется задача определения среди целого множества цепочек рисков именно ту, которая может вызвать максимально возможную величину потерь показателя, определяемого системой критериев. Решить эту задачу, особенно актуальную для ДС, возможно с помощью ациклического ориентированного графа рисков. Вероятно, что число возможных

рисковых ситуаций в реальности случается не очень большим, поэтому размерность самой матрицы смежности ациклического графа может позволить применить к нему алгоритм полного подбора всех возможных цепочек. Для этого можно использовать компьютерный математический пакет MapleSoft, имеющий средства представления графов и их обработки (Варжапетян и др., 2013).

4. Заключение

Вышеперечисленные статистические, экспертные и расчетно-аналитические методы, безусловно, могут быть эффективно использованы при оценке рискованных ситуаций при функционировании технических динамических систем, и особенно для процессов диагностирования и прогнозирования их технического состояния.

Литература

Варжапетян и др., 2013 - Варжапетян А.Г., Антохина Ю.А., Глущенко П.В. Метод оценки в организации производства критического набора ситуаций в процессе риск-менеджмента / А.Г. Варжапетян, Ю.А. Антохина, П.В. Глущенко // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2013. № 10(58).

ГОСТ - ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Риск менеджмент. Методики оценки риска.

Мыльник и др., 2003 - Мыльник В.В., Титаренко Б.П., Волочиенко В.А. Исследование систем управления: Учебное пособие для вузов/В.В. Мыльник, Б.П. Титаренко, В.А. Волочиенко. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Академический Проект. 2003. 352 с.

Общая..., 2008 – Общая теория рисков: Учебник. / Под ред. Я.Д. Вишнякова и Н.Н. Радаева. М.: Академия, 2008. 368 с.

Фирсова, 2012 - Фирсова О.А. Управление рисками организаций: Учебное пособие / О.А. Фирсова. Электронное издательство МАБИВ, 2012. 82 с.

Gluschenko, 2015 - Gluschenko P.V. The Definition of Risk Groups for the Electricity Network Objects in their Future Intellectualization. // Modeling of Artificial Intelligence, 2015, Vol.(5), Is. 1, pp. 9-17.

References

Varzhapetyan i dr., 2013 - Varzhapetyan A.G., Antokhina Yu.A., Glushchenko P.V. Metod otsenki v organizatsii proizvodstva kriticheskogo nabora situatsii v protsesse risk-menedzhmenta [The method of evaluation in organizing the production of a set of critical situations in the process of risk management] / A.G. Varzhapetyan, Yu.A. Antokhina, P.V. Glushchenko // Upravlenie ekonomicheskimi sistemami: elektronnyi nauchnyi zhurnal. 2013. № 10(58).

GOST - GOST R ISO/MEK 31010-2011. Risk menedzhment. Metodiki otsenki riska.

Myl'nik i dr., 2003 - Myl'nik V.V., Titarenko B.P., Volochienko V.A. Issledovanie sistem upravleniya [Research of management systems]: Uchebnoe posobie dlya vuzov/V.V. Myl'nik, B.P. Titarenko, V.A. Volochienko. 2-e izd., pererab. i dop. M.: Akademicheskii Proekt. 2003. 352 s.

Obshchaya..., 2008 – Obshchaya teoriya riskov [The general theory of risk]: Uchebnik. / Pod red. Ya.D. Vishnyakova i N.N. Radaeva. M.: Akademiya, 2008. 368 s.

Firsova, 2012 - Firsova O.A. Upravlenie riskami organizatsii [Risk management organization]: Uchebnoe posobie / O.A. Firsova. Elektronnoe izdatel'stvo MABIV, 2012. 82 s.

Gluschenko, 2015 - Gluschenko P.V. The Definition of Risk Groups for the Electricity Network Objects in their Future Intellectualization. // Modeling of Artificial Intelligence, 2015, Vol.(5), Is. 1, pp. 9-17.

УДК 681.5/658.5

Методы оценки рисков для динамических систем при их функционировании

Павел Витальевич Глуценко ^{a, *}

Сочинский государственный университет, Российская Федерация

Аннотация. В статье на основе анализа научных работ по риск-менеджменту, технической диагностике, прогнозированию и стандартам по риск-менеджменту рассмотрены наиболее приемлемые методы оценки рисков для технических динамических систем, особенно рисков имеющих место при процессах диагностирования и прогнозирования технического состояния этих систем. Представлено краткое описание каждого из рассматриваемого метода.

Ключевые слова: динамическая система; функционирование; техническое состояние; риск; риск-менеджмент; техническое диагностирование; прогнозирование; методы оценки рисков.

* Корреспондирующий автор
Адреса электронной почты: pglout@yandex.ru (П.В. Глуценко)