

УДК 004.681.5

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ НАДЕЖНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Волхонский А.Н.¹

¹ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Самара, e-mail: avolhonskij34@gmail.com

Изучение методов оценки надежности автоматизированных систем становится всё более актуальным по большому спектру причин. С одной стороны, показатели надежности позволяют отслеживать общее состояние автоматизированного объекта и выявлять возможные повреждения и сбои. С другой, показатели надёжности определяют состояние каждого отдельного уровня автоматизации, начиная от уровня функциональных элементов, заканчивая организацией систем логистики и экономического анализа. Для изучения современных тенденций развития применяемых методов и средств анализа надежности автоматизированных систем необходимо изначально определиться с предметной областью, которой занимается теория надежности. Развитие теории надежности прямо связано с развитием автоматизированных систем, которые в свою очередь развивались путем наращивания количества уровней автоматизации. Это позволяет, изучив историю изменения и развития теории надежности, изучить методы оценки состояния различных уровней автоматизированных систем. Надежность в течение долгого времени не определялась какой-либо определённой величиной, а представляла собой достаточно эмпирическую оценку высокая или низкая. Это значительно затрудняло её объективную оценку, но было достаточным для систем того времени. В данной статье будут рассмотрены предпосылки появления теории надежности, как направления контроля состояния автоматизированных систем, будут рассмотрены основные этапы его развития и выявлены тенденции, появившиеся в процессе этого развития.

Ключевые слова: надежность, автоматизация, методы оценки, контроль

DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF METHODS FOR MONITORING THE RELIABILITY OF AUTOMATED SYSTEMS

Volkhinskij A.N.¹

¹Samara State Technical University, Samara, e-mail: avolhonskij34@gmail.com

The study of methods for assessing the reliability of automated systems is becoming increasingly relevant for a wide range of reasons. On the one hand, reliability indicators allow you to monitor the general condition of an automated facility and identify possible damages and failures. On the other hand, reliability indicators determine the state of each individual level of automation, starting from the level of functional elements, ending with the organization of logistics systems and economic analysis. To study the current trends in the development of applied methods and tools for analyzing the reliability of automated systems, it is necessary to initially determine the subject area that reliability theory deals with. The development of reliability theory is directly related to the development of automated systems, which in turn developed by increasing the number of automation levels. This makes it possible, after studying the history of changes and the development of reliability theory, to study methods for assessing the state of various levels of automated systems. Reliability for a long time was not determined by any particular value, but represented a empirical assessment of high or low. This made it much more difficult to evaluate it objectively, but it was sufficient for the systems of that time. This article will consider the prerequisites for the emergence of the theory of reliability as a direction for monitoring the state of automated systems, will consider the main stages of its development and identify trends that have emerged in the process of this development.

Keywords: reliability, automation, evaluation methods, control

Появление теории надежности как научной дисциплины связано с появлением в конце 19 века первых технических устройств. В это время начали задумываться о том, как сделать любую машину «не ломающейся» и появилось понятие «запас прочности» [3].

На начальных этапах увеличение параметра прочности производилось за счет увеличения габаритов изделия, что не всегда было приемлемо. По этой причине начали

рассматривать не конструкционные, а статистические методы контроля состояния управляемых объектов [1].

Вместе с тем возникали новые направления исследований, связанные с поиском принципиально новых способов повышения надежности, прогнозированием отказов и показателей надежности, анализом физико-химических процессов, оказывающих влияние на надежность, установлением корреляционных связей между характеристиками этих процессов и показателями надежности, совершенствованием методов расчета показателей надежности [2].

Испытания на надежность совершенствовались главным образом в направлении проведения ускоренных и неразрушающих испытаний. Наряду с совершенствованием натуральных испытаний широкое распространение получило математическое моделирование.

В 1930 г. А. Н. Колмогоров изложил теорию вероятностей формальным аксиоматическим методом. При построении теории, в соответствии с работами Д. Гильберта и П. Бернаиса по обоснованию математики, стали различать использование двух видов аксиоматических методов: формальный и содержательный [4].

В 1933 г. была создана методология проверки качества изделий, входящих в партию, на основе выборочного контроля. В основе методологии контроля были заложены понятия минимизации ошибок первого рода (α – риск поставщика) и второго рода (β – риск потребителя).

Теорию и критерии оценки с 1933 г. связывают с именами Дж. фон Неймана и К. Пирсона, опубликовавших статью "К проблеме эффективной проверки статистических гипотез". Она легла в основу теории решений, широко применяемой во многих областях, в частности в радиолокации при обнаружении групповых целей.

В годы Великой Отечественной войны (1941–1945) А. Н. Колмогоров разработал статистический метод контроля качества продукции при нулевом приемочном числе допустимых дефектных изделий. В. И. Романовский использовал метод дискретных марковских цепей для исследования стохастических процессов с примерами их применения к задачам оценки надежности систем связи, явлениям радиоактивности и катастрофам. Его подход основан на работах выдающегося русского ученого А. А. Маркова и изложен в терминологии А. Н. Колмогорова, А. Я. Хинчина и А. К. Эрланга. Для скорейшей организации производства надежных танков был разработан функционально-стоимостной анализ.

В 1943 г. – американский статистик А. Вальд предложил теорию последовательного анализа для разработки планов выборочного контроля качества изделий.

Важное событие случилось в 1945 г.: были сделаны первые атомные бомбы. Они прошли испытания в США, а затем были впервые применены в ходе военных действий в

Японии, и военными США результаты их применения были признаны успешными. Высокая надежность и эффективность таких бомб была доказана экспериментально, хотя А. Эйнштейн негодовал.

В послевоенное время, как и всегда в подобные периоды, началась переоценка ценностей. Вторая мировая война унесла десятки миллионов человеческих жизней, показала ненадежность хрупкого мироустройства, заставила оценить планетарное влияние. Об этом влиянии пророчески писал основоположник учения о биогеоценозе В. И. Вернадский, теоретически показавший, как опасно изменять пространственно-временнo-энергетические соотношения, переоценивать смысл жизни и опережающую роль управляющих информационных решений людей. В эти годы ставится вопрос о необходимости синтеза высоконадежных информационных (в том числе разведывательных) технических систем. Решения проблемы надежности пытаются найти, переходя от живого вещества к технике. Это связывают с кибернетическими работами группы Н. Винера, работами по теории автоматов Дж. фон Неймана и по кодированию информации К. Шеннона (надежность секретных систем связи). Перу последнего принадлежит, в соавторстве с Э. Муром, известная работа по построению надежных устройств (схем) из менее надежных составляющих (реле). Это инженерно-техническая работа, которая опирается на идеи Дж. фон Неймана, в ней используется лишь вероятностная логика, а также заимствованный у математиков России аппарат производящих функций [5].

В результате к середине XX-го века сформировались основы общей теории надежности. Увеличивающаяся сложность технических устройств, возрастающая ответственность функций, выполняемых техническими системами, повышение требований к качеству изделий и условиям их работы, возросшая роль автоматизации управления техническими объектами – основные факторы, определившие главное направление в развитии науки о надежности. (Если не принимать специальных мер по обеспечению надежности, то любая современная машина практически окажется неработоспособной.)

Этап становления теории надежности

В 1950 г. военно-воздушные силы США организовали первую группу для изучения проблем надежности радиоэлектронного оборудования. Эта группа установила, что основная причина отказов радиоэлектронной аппаратуры заключалась в низкой надежности элементов. Были определены пути решения этой проблемы, в частности, разработка эффективных методов повышения надежности; изучение влияния различных факторов на отказы элементов. Собранный обширный статистический материал послужил основой существенного вклада в теорию надежности.

В середине XX века вопросами надёжности машин стали уделять очень большое внимание [5]. Это объясняется следующими причинами:

1. Технические устройства стали всё более сложными по конструкции, а, следовательно, всё более дорогостоящими.

Выход из строя одной детали такой машины может привести к большим издержкам, а возможно и человеческим жертвам. Примеров довольно много, это и неудачные испытания, и аварии самолётов, ракет, космической техники. Так, в начале космической эры, трое наших космонавтов погибли при спуске с орбиты на землю из-за поломки простейшего клапана, цена которому «копейки» (выход из строя этого клапана привел к разгерметизации кабины космонавтов).

2. С развитием техники, рабочие выходные параметры машин стали резко возрастать. Так, в настоящее время, автомобильная промышленность выпускает автомобили, скорость которых может быть достаточно высокой (150-180 км/час.). Поломка автомобиля на такой скорости может привести к очень тяжелым последствиям, включая и человеческие жертвы.

3. Многие машины стали «участниками» технологических процессов. Поломка такой машины (например, подшипника на сборочном конвейере) может привести к остановке всего производства.

Среди испытаний на надёжность технических средств со временем стали преобладать ускоренные и неразрушающие испытания. Наряду с ними широкое распространение получили математическое моделирование и сочетание натуральных испытаний с моделированием. К 50-м годам XX века сформировались основы общей теории надёжности и ее частных направлений. Технический прогресс первой половины XX в. последовательно ставил все более сложные задачи обеспечения прочности строительных конструкций, машин и надёжной передачи электроэнергии[6].

Введение запасов, с одной стороны, приводило к увеличению габаритов и массы оборудования, дополнительному расходованию материалов; с другой стороны, стимулировало изучение реальных нагрузок эксплуатации и несущих способностей материалов и конструкций, а также процессов изменения несущей способности вследствие усталости и старения материалов. Все это стимулировало более широкое использование методов возникшей еще в XVII в. теории вероятности, а также создание математической статистики.

Этап классической теории надёжности.

В этот период активно развивается космическая техника, требующая повышенной надежности. Начинает развиваться теория диагностики сложных систем. Появляются новые стандарты по надежности машин [6].

В 60-70 годах появляется космическая техника, требующая повышенной надежности. С целью обеспечения надежности этих изделий начинают анализировать конструкцию изделий, технологию производства и условия эксплуатации.

На этом этапе было установлено, что причины поломок машин можно обнаружить и устранить. Начинает развиваться теория диагностики сложных систем. Появляются новые стандарты по надежности машин.

Несмотря на то, что в настоящее время еще продолжается публикация отдельных работ, основанных на концепции случайности причин отказов и их неизбежности, большинству работ на этом этапе присущи следующие принципы:

1. отказ от концепции случайности причин отказов и их неизбежности, и связь отказов с конструктивно-технологическими факторами;
2. необходимость установления причин отказов, а не только констатация их случаев и числа;
3. отсутствие направленности методов промышленного контроля, действующих на предприятиях, на выявление дефектов, приводящих к отказам;
4. необходимость повсеместного перехода на контроль надежности в условиях изготовления.

Список литературы:

1. Корчагин А.Б. Надежность технических систем и техногенный риск/ А. Б. Корчагин, В. С. Сердюк, А. И. Бокарев ОмГТУ – Омск: 2011. – 229с. – ISBN 978-5-8149-1066-0;
2. А.М. Третьяков Основы теории надежности: учебное пособие / А.М. Третьяков; АлГТУ- Бийск: Изд-во АлГТУ, 2016 – 106 с.;
3. История развития теории надежности [Электронный ресурс]// Vizlit// URL: https://vuzlit.com/2212128/istoriya_razvitiya_teorii_nadezhnosti
4. История становления надежности [Электронный ресурс]// Vizlit// URL: https://studme.org/39323/tovarovedenie/istoriya_stanovleniya_nadezhnosti
5. Орлов А.К. Становление, развитие и концепции теории надежности [Электронный ресурс]//Стандарты и качество// URL: https://ria-stk.ru/news/keythemes.php?ELEMENT_ID=175912
6. Надежность информационных систем [Электронный ресурс]// Справочник от автора 24// URL: <https://spravochnick.ru/lektoriy/nadezhnost-informacionnyh-sistem/>