

ВОЕННО-КОСМИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ ИМЕНИ А.Ф. МОЖАЙСКОГО

Кафедра информационно-вычислительных систем и сетей

УТВЕРЖДАЮ

Начальник 24 кафедры

ПОЛКОВНИК

А. Басыров

« ____ » _____ 20__ года

Автор: преподаватель 24 кафедры,
кандидат технических наук, доцент В.Тимофеев

Лекция № 14

Заключение

по дисциплине

Надежность автоматизированных систем

Обсуждено и одобрено на заседании 24 кафедры
« ____ » _____ 20__ года протокол № ____

Санкт - Петербург

Цель занятия: сформировать у слушателей знания по направлениям развития теории надежности и факторам, влияющими на ее развитие на современном этапе.

СОДЕРЖАНИЕ ЗАНЯТИЯ И ВРЕМЯ

Введение	5 мин.
1. Надежность: прошлое, настоящее, будущее	80 мин.
Заключение	5 мин.

1. Надежность: прошлое, настоящее, будущее

В развитии современной теории надежности можно выделить три периода.

Первый период – период становления (конец 40-х – начало 60-х годов).

В это время разрабатывались основы теории надежности и методы количественной оценки технических систем. Расчет надежности производился по интенсивностям отказов входящих в систему элементов, полученных по статистике отказов. Такой подход развивался в связи с решением проблемы надежности в радиоэлектронике и автоматике. В этом направлении первые работы по вопросам надежности в нашей стране были выполнены А.М. Бергом, Н.Г. Бруевичем, В.И. Сифоровым, А.М. Половко, Г.В. Дружининым, Н.А. Шишонком и др. Так в 1959 году издательством Судпромгиз была выпущена монография «Основы теории и расчета надежности», авторами которой в том числе были А.М. Половко и П.А. Чукреев. В 1964 году была издана монография А.М. Половко – первая в стране книга, в которой сформулированы основные положения теории надежности как науки.

Второй период – период бурного развития теории надежности (60-е годы). При оценке надежности объектов стали учитывать влияние функциональных связей между элементами системы, влияние режимов работы (внутренних факторов) и факторов окружающей среды – температуры, влажности, давления, вибрации, излучения и т.п. (внешних факторов). В этот период расчеты и оптимизация надежности объектов получили распространение во всех отраслях техники. Многие вопросы надежности были стандартизированы. Большое внимание было уделено физике отказов.

Третий период начался со второй половины 70-х годов по настоящее время.

Основные направления современной теории надежности

На современном этапе развития теории надежности четко выделились следующие основные направления:

- разработка моделей и методов анализа надежности;
- подготовка исходных данных для системных моделей надежности;
- статистические методы оценки надежности.

В современном **анализе надежности** можно выделить следующие направления:

1. Классический анализ надежности, в котором используется понятие полного отказа системы, когда отказ некоторых (или даже многих) элементов приводят к отказу системы;
2. Анализ эффективности касается систем, для которых используется понятие частичного отказа, когда отказ некоторых (или даже многих) элементов приводят лишь к частичной деградации операционных возможностей системы. Такого рода модели используются для описания многоканальных систем, например, коммуникационных, транспортных, энергетических или же систем с «встроенной избыточностью», где имеются дополнительные способы выполнения требуемых задач, хотя, возможно, и с пониженной эффективностью. Для таких систем показатель эффективности, E , может быть записан в виде:

$$E = \sum_{\forall i} P_i H_i$$

где H_i – вероятность состояния i ;

P_i – условная вероятность того, что система в этом состоянии успешно функционирует.

Конечно, легко свести анализ эффективности к классическому анализу надежности, выбрав соответствующий критерий отказа. Например, система может рассматриваться как отказавшая, если результирующая «пропускная способность» системы упала ниже некоторого заданного уровня.

3. Анализ живучести как специального свойства системы, характеризующего ее способность «выдержать» внешнее воздействие, не предусмотренное технической документацией на эту систему. Такими воздействиями могут быть грубые непредсказуемые ошибки оператора, внешние природные воздействия (землетрясения, ураганы,

наводнения) или враждебные действия (военные действия неприятеля, теракты). В этом случае рассматривается ситуация, когда указанное возмущение на систему оказывается на наиболее критичный элемент системы. Анализ живучести обычно проводится в минимаксных терминах и сводится к анализу «узких мест», или «минимальных сечений». Обычно живучесть рассматривается как характеристика больших территориальных систем. Мерой живучести, как правило, выбирают минимальную мощность множества элементов, разрушение которых приводит к гибели системы.

4. Анализ безопасности как свойства системы, характеризующее ее функционирование без опасных последствий для человека и окружающей среды. Обычно в рамках безопасности решается следующая оптимальная задача:

$$B = \min_{\varphi} \{S(\varphi) | P(\varphi) \geq P_d, S(\varphi) \geq S_d\}$$

где φ – конфигурация системы;

S – стоимость системы;

P – показатель надежности системы;

B – показатель безопасности системы.

В последнее время задачи живучести и безопасности часто рассматриваются в рамках вероятностной теории риска.

5. Анализ защищенности системы рассматривается часто в рамках проблем, связанных с анализом надежности и безопасности. Многие системы должны работать не только надежно, но и должны быть защищены от несанкционированного доступа. Многие военные, банковские и другие телекоммуникационные системы, имеющие дело с предельно конфиденциальной информацией, немыслимы без обеспечения их высокой защищенности. Здесь решается задача «двух надежностей» – технической и информационной.
6. Анализ надежности математического обеспечения. Проблема качества компьютерных программ представляется предельно важной, тем более если учесть, что все больше и больше современных систем зависит от этого. В этой новой области надежности уже имеется много интересных и полезных публикаций, но в целом, это направление еще остается весьма противоречивым. Это связано тем, что пока нет устоявшегося ответа на фундаментальный вопрос в теории надежности

программного обеспечения – что понимать под отказом компьютерной программы и какова его природа (случайность, зависимость от времени, объективность, зависимость отказов друг от друга и т.п.). Попытки механически распространить математические модели и методы традиционной теории надежности на надежность программного обеспечения» представляется не только бесперспективной, но и вредной.

7. Анализ надежности человека-оператора характерен для автоматизированных информационных систем. В этой области надежности, как и в надежности математического обеспечения, необходимо ответить на вопрос – что понимать под отказом человека-оператора и какова его природа (случайность, субъективность, зависимость от внешних раздражителей, зависимость от периодической переподготовки и т.п.). Здесь также применение традиционных методов анализа надежности не даст положительных результатов.

В области **подготовки исходных данных для системных моделей надежности** осуществляется дальнейшее развитие методов и методик:

- прогнозирования безотказности элементной базы на основе физики отказов элементов и статистических испытаний;
- по исследованию влияния космических излучений на надежность компонентов радиоэлектронной аппаратуры.

Статистическое моделирование является эффективным средством анализа различных сложных систем, но оно пока остается искусством, овладение которым под силу только профессионалам в данной области. Необходимо создание простых и доступных специальных языков высокого уровня, которые помогли бы более широкому внедрению методов статистического моделирования в инженерную практику.

Факторы, определяющие развитие теории надежности на современном этапе

Спад интереса к «теоретической надежности»

К спаду интереса к теории надежности среди разработчиков и производителей техники (в особенности электронной) привело существенное повышение надежности радиоэлектронных элементов. Если наработка на отказ электронных («вакуумных») ламп в 50-60-х годах измерялась десятками, в лучшем случае - сотнями часов, то нынешние микросхемы,

заменяющие по своим функциональным возможностям целые блоки, а то и стойки «ламповой аппаратуры», имеют интенсивность отказа порядка 10^{-6} - 10^{-8} 1/час.

Понятно, что в такой ситуации проблема надежности перешла на другой уровень - на уровень больших систем, требующих практического индивидуального подхода.

Перенасыщенность «научного рынка»

Теория всегда должна опережать нужды сегодняшней практики, иначе она будет держать руку на «пульсе уже умершего». Однако, в настоящее время теория надежности в одних направлениях слишком сильно «рванула» вперед, а в других заползла в «экзотические тупики». В то время как практика с успехом обходится громадным и достаточно первоклассным общетеоретическим багажом. Возникающие же текущие локальные проблемы и разрешаются на локальном уровне.

Сейчас, видимо, фирмам-разработчикам выгоднее и эффективнее приглашать на текущие проекты по надежности квалифицированных специалистов со стороны для выполнения конкретных исследований.

Возникновение «теории ради теории»

Первые работы по надежности конца 50-х и начала 60-х годов прошлого столетия отличались прагматичностью. Даже «чистые математики» писали не для себя, а для «пользователей»: конечные результаты были прозрачны и практическая их применимость была очевидна. Однако уже в 70-е годы стали появляться публикации, либо посвященные изучению «экзотических» (а то и вовсе надуманных) моделей, либо содержавшие головоломные математические выкладки, за которыми терялся и смысл задачи, да и конечные результаты представлялись в совершенно неудобоваримой форме. Это были работы, которые авторы писали для себя, а не для читателя.

Это, безусловно, положило начало определенной дискредитации теории надежности, что позволило, например, одному из ведущих советских конструкторов космических аппаратов заявить: «Теорией надежностью занимаются те, кто в надежности ничего не понимает. Те же, кто понимает в надежности, те просто делают надежную аппаратуру!» (К несчастью, такое отношение к теории привело к тому, что произошел тот печальный случай, когда при посадке «Союза-11» трое космонавтов погибли из-за непродуманной схемы резервирования в системе разгерметизации: конструкторы не подумали о том, что релейные схемы имеют отказы типа ложного срабатывания, как на замыкание, так и на размыкание.)

Потеря прагматичности работ по надежности стала с годами пугающей.

Смещение «центра тяжести» проблемы

Теория надежности всегда уделяла основное внимание анализу систем: понятно, что на уровне элементов теоретические методы сводились в основном к задачам планирования испытаний и обработки экспериментальных данных. Современные системы все более и более усложняются, посмотрите на глобальные транспортные системы, телекоммуникационные сети. И здесь, действительно, есть много интересных, сложных и актуальных задач, но от специалиста по надежности уже требуется не написание общетеоретических работ, а решение этих конкретных задач, участие в «живых проектах».

Зачастую задачи настолько специфичны, что их решения уже не носят междисциплинарного характера. Но, безусловно, решение этих задач опирается на общеметодологическую и математическую базу современной теории надежности.

На одной из конференций по надежности в США была поднята дискуссия на тему: «А не умерла ли теория надежности?» Такой вопрос представляется больше праздным чем практическим: может ли умереть медицина, пока люди продолжают болеть? Пока инженерная мысль живет, пока развивается техника, до тех пор жизнь будет ставить новые и новые проблемы надежности, которые нельзя не решать. Какие-то чисто теоретические «фундаментальные» проблемы надежности уже сильно «заезжены», но море практических задач - неисчерпаемо, а их нельзя решить, не развивая и дальше теорию надежности.

В.Тимофеев

(воинское звание, подпись, инициал имени, фамилия автора)

« ____ » _____ 20__ г.