

И.В. ЗАЙЦЕВА

**Методы исследования состояний
информационной системы**

УДК 519.718.2

ФГОУ ВПО
«Ставропольский
государственный
аграрный университет»,
г.Ставрополь

Рассматриваются основные понятия надежности как науки исследования информационных систем. Приводятся пример исследования состояний информационной системы, которая может находиться в двух состояниях.

The basic concepts of reliability as sciences of research of information systems are considered. The example of research of conditions of information system which can be in two conditions is resulted.

Теория надежности как наука исследует процессы возникновения отказов объектов и способы борьбы с ними. Надежность - это комплексный показатель системы, который обусловлен целым рядом факторов: конструктивных, производственно-технологических, эксплуатационных и др.

Современные технические и информационные системы являются системами человеко-машинными, в состав которых входят технические средства, средства математического обеспечения и люди, занимающиеся их созданием, технической эксплуатацией и эксплуатацией по назначению. Такие системы относятся к классу сложных систем, обладающих следующими свойствами:

- большое количество элементов, функционально связанных между собой;
- наличие естественной и искусственной избыточности;
- многофункциональность;
- восстанавливаемость;
- неоднозначность понятия "отказ";

- неодновременность работы элементов.

Характеристиками таких систем являются: качество, эффективность, безопасность, живучесть, риск, готовность и долговечность. Все эти характеристики в той или иной степени зависят от надежности системы.

Практика эксплуатации сложных технических систем ставит такие задачи, решение которых — сложная научная проблема.

К таким задачам можно отнести следующие:

- научное обоснование критериев и показателей безопасности информационных систем;
- разработка математических моделей функционирования сложных систем и алгоритмов их практической реализации;
- разработка инженерных методов анализа безопасности систем на всех этапах их жизненного цикла;
- способы практического решения проблем безопасности.

Следствием многообразия и сложного переплетения факторов, влияющих на надежность информационной системы является случайный характер процессов изменения свойств во времени приводящей к деградации характеристик и отказам системы. Поэтому надежность сложных систем описывается вероятностно-статистическими закономерностями.

Надежность сложных систем должна решаться на всех стадиях «жизни» системы (изделия, программ): проектирование, производство и испытания, эксплуатация, причем расходы на повышение надежности значительно возрастают, если они вкладываются на более поздних стадиях «жизни».

По определению, установленному в ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения», надежность – свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования. Таким образом, надежность является внутренним свойством системы, заложенным при ее создании и проявляющимся во времени при функционировании и эксплуатации.

Для информационной системы важным принципом построения является надежность, т. к. информационная система должна быть максимально защищена от несанкционированного доступа к информации, а также полностью отображать информационные и функциональные параметры. Надежность информационной системы обеспечивается с помощью средств адекватных назначению и масштабу системы в процессе хранения и обработки данных [1]. А также следует особо выделить безотказное выполнение функций информационной системой в течение срока эксплуатации.

В общем случае процесс функционирования информационной системы на этапе эксплуатации складывается из чередующихся фаз: транспортировки, хранения, подготовки к работе (транспортировке, хранению), техническому обслуживанию и применению по назначению (работе), наличие и порядок чередования которых зависят от назначения и решаемых ими конкретных задач и условий их применения.

Таким образом, в процессе функционирования информационная система может находиться в одном из некоторого множества состояний (фаз), причем каждое из состояний характеризуется определенным уровнем надежности, т.е. переход из одного состояния в другое определяется показателями надежности информационной системы, в частности «интенсивностями переходов» - условными плотностями вероятностей переходов.

Одним из наиболее распространенных методов исследования состояний информационной системы является метод интенсивностей переходов, основанный на предположении о пуассоновском потоке редких событий, переводящих информационную систему из одного состояния в другое, т.е. поток событий обладает свойствами ординарности и отсутствия последствия.

Для пуассоновского потока [0]:

1) вероятность появления на интервале времени $(0, t)$ m событий равна:

$$P(m, t) = \frac{a^m}{m!} e^{-a}, \quad (m = 0, 1, 2, \dots),$$

где a – математическое ожидание числа событий на участке от

t_0 до $t_0 + \tau$, равное $a = \int_{t_0}^{t_0 + \tau} \lambda(t) dt$, $\lambda(t)$ - интенсивность (плотность) потока событий, причем для простейшего потока $\lambda(t) = \lambda = const$.

2) интервал времени между событиями распределен по экспоненциальному закону.

При таких предположениях возможно составить и решить систему дифференциальных уравнений А.Н. Колмогорова [2]. Для этого строится ориентированный граф, вершинами которого являются состояния информационной системы, а направленные ребра - интенсивности и направления возможных переходов.

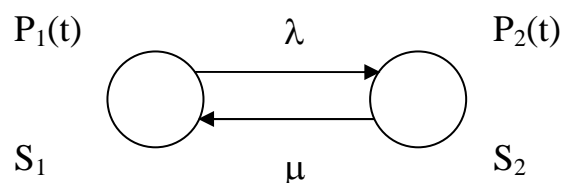
Дифференциальные уравнения А.Н. Колмогорова записываются по следующим правилам:

а) производная от вероятности пребывания в данном состоянии (вершине графа) равна алгебраической сумме произведений интенсивностей переходов из данного состояния на соответствующие вероятности состояний информационной системы, куда или откуда осуществляется переход.

б) число слагаемых равно общему числу входящих и исходящих стрелок для данной вершины (узла) графа, причем для входящих стрелок берется знак плюс, а для исходящих - знак минус.

Решение дифференциальных уравнений осуществляется с использованием преобразований Лапласа, позволяющих свести их к алгебраическим уравнениям.

Рассмотрим на примере исследование состояний информационной системы, которая может находиться в двух состояниях: работоспособном (S_1) и неработоспособном (S_2). Тогда граф состояний рассматриваемой информационной системы имеет вид:



где λ - интенсивность простейшего потока отказов информационной системы, μ - интенсивность простейшего потока восстановления работоспособности информационной системы.

Дифференциальные уравнения А.Н. Колмогорова согласно

приведенных выше правил примут вид:

$$\left. \begin{aligned} \frac{P_1(t)}{dt} &= -\lambda P_1(t) + \mu P_2(t), \\ \frac{P_2(t)}{dt} &= \lambda P_1(t) - \mu P_2(t) \end{aligned} \right\}$$

Поскольку состояния S_1 и S_2 несовместимы, т.е. составляют полную группу событий, то $P_1(t) + P_2(t) = 1$.

Задавая различные начальные условия (при $t = 0$), с помощью преобразований Лапласа получим значения вероятностей $P_1(t)$ и $P_2(t)$.

а) Пусть $P_1(0) = 1$ и $P_2(0) = 0$, т.е. начальное состояние информационной системы работоспособно. Используя преобразования Лапласа, получим:

$$\left. \begin{aligned} sF_1(s) - 1 &= -\lambda F_1(s) + \mu F_2(s), \\ sF_2(s) &= \lambda F_1(s) - \mu F_2(s) \end{aligned} \right\}$$

Переходя от изображений к оригиналам, получим,

$$P_1(t) = \frac{\mu}{\lambda + \mu} + \frac{\lambda}{\lambda + \mu} e^{-(\lambda + \mu)t},$$

$$P_2(t) = 1 - P_1(t) = \frac{\mu}{\lambda + \mu} - \frac{\lambda}{\lambda + \mu} e^{-(\lambda + \mu)t}$$

б) Пусть $P_1(0) = 0$ и $P_2(0) = 1$, т.е. начальное состояние информационной системы неработоспособно. Тогда аналогично получим:

$$P_1(t) = \frac{\mu}{\lambda + \mu} + \frac{\mu}{\lambda + \mu} e^{-(\lambda + \mu)t},$$

$$P_2(t) = 1 - P_1(t)$$

Таким образом, полученные соотношения позволяют определить вероятности двух состояний информационной системы в произвольный момент времени t из различных начальных состояний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аверичкин П.А., Романкова М.В., Зайцева И.В. К вопросу о надежности информационной системы //Актуальные проблемы информатизации современного общества. Сборник заочного международного научно-практического семинара. – Ставрополь: ООО «Мир данных», 2007. – С. 112 – 115.

2. *Вентцель Е.С.* Теория вероятностей: Учеб. для вузов. - 10-е изд. стер. – М.: Высш. шк., 2006. – 575 с.: ил.

3. *Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н.* Введение в теорию массового обслуживания. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 336 с.

E-MAIL: ZIKI@MAIL.RU