

115.

3. Давыденко А.Н. Анализ основных информационных компонент систем доступа / А.Н. Давыденко // Моделивання та інформаційні технології: Зб. наук. праць вип. 59. – К., 2011, – С.11-20
4. Редько В. Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект. Модели и концепции эволюционной кибернетики / В. Г. Редько . – М. : Эдиториал УРСС, 2005 . – 224 с.
5. Гладков Л. А. Генетические алгоритмы / Л. А. Гладков, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик . – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Физматлит, 2006 . – 320 с
6. Акимов О. Е. Дискретная математика: логика, группы, графы, фракталы / О. Е. Акимов . – М. : Акимова, 2005 . – 656 с.
7. Уотшем Т.Дж. Количественные методы в финансах / Т.Дж Уотшем, К. Паррамоу - М.: Юнити, 1999
8. Хованов Н. В. Анализ и синтез показателей при информационном дефиците / Н. В. Хованов – СПб.: Издательство Санкт-Петербургского университета, 2011

*Поступила 22.08.2016 р.*

УДК 004.4

С.М.Головань, А.М.Давиденко, Т.Л.Щербак, м.Київ

## МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ НАДІЙНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ НА ЕТАПІ ЇХ ПРОЕКТУВАННЯ

**Abstract.** The following basic methods of natural and technical sciences in calculating the reliability of modern information systems, which in practice is a hardware-software implementation of technical systems. One of the main objects of study on reliability of systems is a mathematical model of functioning of the system for complete in time and in space the sequence preset functions.

**Вступ.** Відомо [1-4], що незважаючи на стрімкий рівень розвитку інформаційних систем, їх широке використання у різних предметних областях, надійність як інтегральна характеристика функціонування таких систем залишається основною властивістю систем зберігати значення своїх характеристик в часі і в просторі у межах заданих режимів і умов експлуатації, технічного обслуговування, зберігання і транспортування. В останній період число публікацій по проблемам надійності інформаційних систем у порівнянні з минулими періодами значно зменшилась по різним причинам. Але актуальність і важливість науково-технічної проблеми надійності таких систем не тільки не зменшилась, а навпаки зросла.

**Постановка завдання.** Навести основні методи природничих і технічних наук для розрахунків характеристик надійності сучасних інформаційних систем на етапі їх проектування.

**Результати досліджень.** Аналізуючи життєвий цикл інформаційних систем слід відмітити, що в більшій мірі надійність систем визначається на етапі її проектування.

Перед початком етапу проектування інформаційної системи виконується значний об'єм робіт по обґрунтуванню, розробці і узгодженні технічного завдання на створювану систему між замовником та виконавцем – розробником системи. В технічному завданні на систему обґрунтовуються всі технічні характеристики, в першу чергу характеристики надійності, часові терміни виконання розробки системи, проведення випробувань, сертифікації і передачі системи для експлуатації, вартість розробки системи та інше.

На етапі проектування системи виконується значний об'єм теоретичних, імітаційних (моделюючих) та експериментальних (лабораторних) досліджень, на основі результатів яких розробляється технічна, конструкторська документація, відповідне програмне забезпечення, для подальшої апаратно-програмної реалізації системи. Одночасно визначають розрахункові характеристики надійності конкретно створюваної інформаційної системи, які є базовими на подальших етапах життєвого циклу системи. Ці характеристики можуть бути скоректованими по реальним даним експлуатації.

При цьому методи математичного апарату основ надійності інформаційних систем використовується майже в повному об'ємі.

Математична модель об'єкту досліджень - інформаційної системи є однією з основних складових, вказаних вище видів досліджень.

Відомо, що математична модель досліджуваного об'єкту – це сукупність знань, припущень, гіпотез, умов, побудованих у вигляді цілісної, логічно витриманої і несуперечливої структури, яка гомоморфно відображає основні властивості і характеристики об'єкту дослідження, взаємозв'язок, взаємодію і відношення між його складеними компонентами і модулями, записана з використанням математичних символів, об'єктів, і призначена для вирішення певного класу завдань.

Основні характеристики (показники) інформаційної системи обумовлені дією у часі і просторі значної кількості факторів, фізична природа яких стохастична. Тому ймовірнісні моделі знайшли найбільш широке використання при створенні математичних моделей в теорії надійності.

*Випадкові величини* є ймовірнісними моделями, наприклад, терміну безвідмовної роботи елементів та системи, часу відновлення, величини зносу. Відмітимо про певну специфіку у порівнянні з традиційними класичними заданнями моделей випадкових величин, випадкових процесів і їх законів розподілу при визначенні характеристик надійності, яка полягає у наступному:

– характеристики надійності є функціями часу і мають фізичну розмірність часу (у більшості випадків одиницею часу є 1 година = 60 хвилин

$$= 3600 \text{ сек} = 3.6 \cdot 10^9 \text{ мксек} = 1/24 \text{ доби} = \frac{1}{365 \cdot 24} \text{ року);}$$

– в ряді випадків використовується також одиниця частоти відмов системи  $1\Phi\text{т}=10^{-9} 1/\text{год}$ ;

– закони розподілу випадкової величини, а саме функція розподілу ймовірностей  $F(t)$  і щільність розподілу ймовірностей  $f(t)$  є також функціями часу, тобто аргументом функцій  $F(t)$  і  $f(t)$  є час, який у більшості випадків має область визначення  $t \in [0, \infty)$ , на відміну від традиційного аргумента числової вісі  $x \in \mathbb{R}$ ;

– в якості моделі випадкової величини, у ряді випадків, використовується так звана *безпосередньо задана випадкова величина*  $\xi(\omega)$ , для якої області визначення, тобто простір елементарних подій  $\Omega$  і область значень  $\xi(\omega)$  -  $T$  співпадають між собою  $\Omega = T$  і має місце для  $\forall \omega \in \Omega$  слідує  $\omega = t$ .

Найбільш типовими законами розподілу ймовірностей ймовірнісних моделей надійності є наступні [2,4]:

*рівномірний закон розподілу;*

*зрізаний закон Гаусса (зрізаний нормальний закон);*

*логарифмічний закон Гаусса (логарифмічний нормальний закон);*

*гамма розподіл* описується наступними характеристиками;

*показниковий (експоненціальний) розподіл;*

*розподіл Ерланга;*

*розподіл Вейбулла ;*

*DM – дифузійний монотонний розподіл* для систем, в першу чергу, механічних, де переважають відмови, причинами яких є процеси зношування, втоми і корозії;

*DN – дифузійний немонотонний розподіл* для електронних схем і систем, що складаються з електротехнічних виробів і механічних елементів, основною причиною відмов яких є процеси старіння, різні процеси електричної природи і процеси втоми;

*Випадкові процеси.* Ефективність використання методів визначення характеристик надійності технічних систем в повній мірі залежить від адекватності математичних моделей процесів функціонування досліджуємих систем. Такими моделями є випадкові процеси як упорядковані по часу випадкові послідовності випадкових величин. Значна кількість факторів впливу на функціонування інформаційних систем мають фізичну стохастичну природу, що обґрунтовує використання випадкових процесів. Якщо говорити про загальний клас випадкових процесів, то значна кількість моделей процесів функціонування інформаційних систем в задачах визначення їх характеристик надійності описується класом випадкових процесів з

незалежними приростами і безмежно подільними законами розподілу, частинними випадками яких є закони розподілу Гаусса, Пуассона, Гамма розподіли та інші. Структура таких процесів складається з двох адитивних компонент: гауссової, яка характеризує неперервні процеси, що накопичуються при функціонуванні системи, наприклад, процеси старіння, різні процеси дифузійного типу, і пуассонівської, яка характеризує імпульсні (дискретні) процеси, такі як відмова, миттєві в часі розлади роботи елементів, модулів, ланок, підсистем.

В класі випадкових процесів з незалежними приростами найбільш часто використовуються наступні моделі [2,4]:

- марковські і напівмарковські випадкові процеси;
- однорідні та неоднорідні процеси Пуассона;
- процеси відновлення.

Важливу роль при дослідженнях характеристик надійності інформаційних систем відіграють результати розв'язку наступних задач:

– визначення статистичних характеристик перетину траєкторіями (реалізаціями) процесів функціонування системи заданого рівня (області допустимих рівнів інтенсивності), які характеризують відмови в рамках теорії викидів випадкових процесів ;

– часових моментів розладу характеристик, параметрів процесів функціонування системи.

Конкретизація виду і характеристики відповідного випадкового процесу обґрунтовується постановкою конкретної задачі визначення характеристик надійності досліджуємих інформаційних систем.

*Методи математичної статистики.* Відомо [1-4], що математична статистика базується на теорії ймовірності, точний опис і трактовка якої в свою чергу використовують теорії міри та інтегрування. Математична статистика – розділ математики, присвячений математичним методам систематизації, обробки і використання статистичних даних.

В задачах надійності інформаційних систем методи математичної статистики використовуються, в першу чергу, при обробці статистичних даних випробувань об'єктів на надійність.

На етапі проектування, базуючись на обґрунтованих математичних моделях безвідмовності, довговічності, ремонтпридатності та збережаності інформаційних систем, розробляються методики статистичної обробки даних випробувань.

*Методи теорії відновлення* [4] являються основним математичним апаратом при розв'язанні задач резервування інформаційних систем для забезпечення їх надійності.

На етапі проектування обґрунтовуються постановки задач резервування елементів блоків, модулів, підсистем створюваної інформаційних системи і отримуються розрахункові дані резервування елементів. Використання таких даних резервування є невід'ємним важливим розділом при проектуванні систем.

*Методи теорії планування експериментів (випробувань)* [2,4] на етапі проектування інформаційних системи обґрунтовуються в залежності від постановки задач. Так, наприклад, в процесі проведення випробувань вирішуються наступні задачі:

- підтвердження принципів функціонування системи;
- сумісність роботи їх модулів і підсистем;
- перевірка розрахункових моделей, які використані при проектуванні;
- оцінка і підтвердження необхідного рівня показників надійності до довговічності і ремонтпригодності.

На етапі проектування розробляються методи проведення випробувань, статистичної обробки даних випробувань, узгодження розрахункових показників надійності з отриманими експериментальними показниками надійності.

*Методи теорії масового обслуговування* [2] на етапі проектування використовуються при постановках задач резервування елементів, модулів, підсистем створюваної системи. Існує цілий клас інформаційних систем як систем масового обслуговування.

*Методи теорії вимірювань(метрології)* [3] на етапі проектування використовуються при проектуванні підсистем вимірювань, контролю та діагностики.

*Методи теорії управління* [4] на етапі проектування використовуються при проектуванні підсистем управління створюваної системи.

*Методи обчислюваної математики* [2] дають можливість визначити точні характеристики досліджуваних характеристик надійності при проведенні комп'ютерних експериментів.

*Методи математичного та імітаційного моделювання* [2,3,4] є основними на етапі проектування системи. На базі створення:

- математичного забезпечення;
- програмного забезпечення і проведення відповідного обчислювального експерименту проводиться порівняльний аналіз варіантів структури створюваної системи з визначенням характеристик надійності обґрунтованого (оптимального) варіанту.

*Методи програмування, створення баз даних* [4] на етапі проектування дають можливість з використанням засобів обчислювальної техніки використати цифрові методи розробки технічної та конструкторської документації для створення і виготовлення системи.

*Рівень автоматизації проектування* [4]. Автоматизація проектування є важливим фактором, що впливає на рівень надійності складних інформаційних систем, оскільки дозволяє вирішити наступні завдання: істотно понизити кількість проектних помилок, підвищити якість конструкторської і технологічної документації, створити умови для багатоваріантного проектування і вибору оптимального варіанту, скоротити терміни проектування, звільнивши тим самим певний час на доопрацювання апаратних технічних рішень, алгоритмічно-програмного забезпечення

узгодження параметрів моделей і ланок, проведення випробувань.

Особливо велике значення для підвищення якості і надійності інформаційних систем має використання при розробці програмного забезпечення систем автоматизованого проектування, оскільки це дозволяє використовувати високі технології програмування, розвинені системи тестування і проводити автономні і комплексні випробування програмного забезпечення за допомогою інструментальних засобів ще до виготовлення інформаційних систем, в яких надалі програмні комплекси функціонуватимуть.

По рівню автоматизації в даний час розрізняють три класи системи автоматизованого проектування: системи низько автоматизованого (до 25%), середньо автоматизованого (від 25 до 50%), високо автоматизованого (понад 50%) проектування.

Складовою частиною в системі автоматизованого проектування може входити система автоматизованого проектування надійності. У системі автоматизованого проектування надійності найбільше застосування знаходять автоматизовані системи розрахунків надійності, що використовують базу даних про надійність елементів.

На основі наведених вище матеріалів можна зробити наступні висновки.

**Висновки.** При розрахунку надійності сучасних інформаційних систем які є апаратно-програмною реалізацією технічних систем використовується широке коло методів природничих і технічних наук. Але основним об'єктом дослідження на надійність систем є математична модель функціонування системи для забезпечення виконання у часі і в просторі послідовності заданих функцій роботи. Обґрунтування такої моделі базується на першу чергу на фізичних законах її роботи і в більшості випадків є складною наукоємною задачею формалізації дії значної кількості факторів, фізична природа більшої частини яких є стохастичною. Але саме така модель конкретизує і забезпечує ефективність розрахунків надійності системи на етапі проектування.

1. *Азарсков В.Н.* Надежность систем управления и автоматики / В.Н. Азарсков, В.П. Стрельников. К.: НАУ. - 2004. - 164с.
2. *Гнеденко Б.В.* Математические методы в теории надежности / Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д., - М.: Изд. «Наука». - 1965. - 526с.
3. *Основи надійності інформаційних систем: підручник / С.М. Головань, О.В. Корнейко, О.С. Хорошко, Л.М. Щербак.* - Луганськ: Вид-во «Ноулідж», 2012.- 335с.
4. *Черкесов Г.Н.* Надежность аппаратно-програмных комплексов / Черкесов Г.Н. - Санк.-Петербург.: Питер. - 2005. - 479с.

*Поступила 10.10.2016 р.*