

## МЕТОД ВИБОРУ МОДЕЛЕЙ НАДІЙНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧИХ СИСТЕМ

Скляр В. В., Малохатко С. А.

*ЗАТ Науково-виробниче підприємство "Радій" (м. Кіровоград)*

*Запропоновано новий метод вибору моделей надійності інформаційно-управляючих систем (ІУС), який базується на узагальненні і класифікації існуючих моделей.*

**Постановка проблеми.** У сучасній теорії надійності та теорії безпеки ІУС критичного застосування досить гостро стоїть проблема підвищення точності та достовірності показників надійності та безпеки систем. Ця проблема може бути вирішена за рахунок вибору найбільш підходящої моделі з множини існуючих або за рахунок створення нових моделей. Значна кількість і різноманітність моделей надійності приводить до необхідності розробки єдиної класифікації моделей та процедур їх вибору в залежності від типу системи.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Підхід до систематизації моделей надійності розроблено у статтях [1,2]. У технічному звіті [3] проаналізовано види версійної надмірності та підходи до її реалізації. У роботі [4] запропонований підхід до розрахунку показників надійності багатoversійних систем. У публікації [5] досліджений новий клас ІУС – мультідиверсні системи, у яких одночасно реалізоване кілька видів версійної надмірності (наприклад, різні версії програмних та апаратних засобів). Одними з останніх у цій галузі науки слід вважати публікації [6-8], у яких викладений сучасний стан теорії надійності складних систем.

**Мета статті.** Пропонується новий метод вибору моделей надійності ІУС, який базується на класифікації у вигляді матриці моделей та на втіленні процедури вибору.

**Основні матеріали дослідження.** Узагальнення результатів досліджень за останні 10 років в області аналізу надійності складних систем з різними видами резервування призвело до необхідності здійснювати процедури структурного та параметричного синтезу моделей на множині вже існуючих прототипів.

Класифікація ІУС з точки зору моделей, які використовуються для розрахунку, має наступний вигляд:

1) відновлюваність: системи можуть бути невідновлювальними та відновлювальними;

2) кількість каналів і логіка голосування: системи можуть бути нерезервованими, дубльованими, мажоритарно-резервованими (останній клас широко застосовується для систем критичного використання);

3) мережеве мажоритування: у системах може бути присутнім або відсутнє мережеве мажоритування;

4) версійна надмірність (ВН): однодиверсні системи з версійною надмірністю апаратних засобів (АЗ) або програмних засобів (ПЗ), мультідиверсні системи з одночасною реалізацією версійної надмірності АЗ та ПЗ, мультідиверсні системи на основі диверсності процесів, в яких застосовуються види диверсності згідно з класифікацією [3];

5) адаптація до відмов: системи можуть бути неадаптивними і адаптивними;

6) вплив збоїв АЗ та ПЗ на значення показників надійності (в моделях можуть враховуватися або не враховуватися збої);

7) вплив помилок контролю і управління (КіУ) на значення показників надійності (в моделях можуть враховуватися або не враховуватися помилки КіУ);

8) наявність оператора: системи можуть включати або не включати до складу оператора.

Розроблена класифікація є основою для матриці моделей надійності ІУС, яка включає наступні поля (див. таблицю 1):

1) класифікаційна ознака системи – має вісім варіацій у відповідність із запропонованою вище класифікацією;

2) класифікаційна ознака моделі та позначення – включає можливі типи моделей, що враховують виділені класифікаційні ознаки систем;

3) тип моделі – базовими типами є структурна схема надійності (СН) для невідновлювальних ІУС і марківські (напівмарківських) моделі для відновлюваних ІУС; допоміжні типи моделей розширюють базові типи і дозволяють врахувати ту чи іншу особливість, обумовлену типом системи;

4) спосіб застосування моделі – включає коментар щодо комплексування базової і допоміжних типів моделей для аналізу і розрахунку надійності заданих типів систем.

Отримана матриця має властивість розширюваності, тобто може бути доповнена новими рядками і полями без зміни концепції її застосування.

Модель, що класифікована згідно матриці моделей надійності ІУС, має бути описана кортежем класифікаційних ознак. Наприклад, моделі, які запропоновано в [2], описуються наступним кортежем <НВ, 2ооЗ, НСМ, ЗПЗ, ВПА, БезЗбоїв, БезКіУ, безПО>, що означає модель невідновлюваної мажоритарно-резервованої системи «2 з 3» з трьома версіями ПЗ і з версійно-пороговою адаптацією (без урахування збоїв, помилок контролю і управління та помилок оператора).

Сформована матриця моделей надійності ІУС включає декілька тисяч варіантів моделей, що робить актуальною рішення задачі вибору моделей надійності ІУС (див. рисунок 1).

Похідними даними для реалізації методу є параметри ІУС, які є необхідними для розрахунку показників надійності. Вихідними даними методу є розраховані чисельні значення показників надійності.

Таблиця 1 – Фрагмент матриці моделей надійності ІУС

Класифікаційна ознака системи	Класифікаційна ознака моделі та позначення	Тип моделі	Спосіб застосування моделі
1. Відновлюваність	Модель невідновлюваної системи – <НВ>	ССН	Комбінаторні формули для розрахунку показників безвідмовності
	Модель відновлюваної системи – <В>	Марківські та напів-марківські	Формули для розрахунку показників готовності на основі систем диференціальних та алгебраїчних рівнянь
2. Кількість каналів і логіка голосування	Модель нерезервованої системи – <1оо1>; Модель дубльованої системи – <1оо2>; Модель мажоритарно-резервованої системи «2 з 3» – <2оо3>; Модель мажоритарно-резервованої системи «2 з 4» – <2оо4>	ССН, марківські та напів-марківські	Даний тип систем базується на класичних методах розрахунку невідновлювальних та відновлюваних систем
3. Мережеве мажоритування	Модель системи без мережевого мажоритування – <НММ>	ССН, марківські та напів-марківські	Відсутність мережевого мажоритування не вносить додаткових компонентів в модель системи
	Модель системи з мережевим мажоритуванням – <ММ>	ССН, марківські та напів-марківські	Даний тип систем базується на класичних методах розрахунку невідновлювальних та відновлюваних систем з урахуванням місткових схем
4. Версійна надмірність	Моделі однодіверсних систем: Модель двохверсійної системи з ВН ПЗ – <2ПЗ>; Модель трьохверсійної системи з ВН ПЗ – <3ПЗ>; Модель чотирьохверсійної системи з ВН ПЗ – <4ПЗ>; Модель двохверсійної системи з ВН АЗ – <2АЗ>; Модель трьохверсійної системи з ВН АЗ – <3АЗ>; Модель чотирьохверсійної системи з ВН АЗ – <4АЗ>	Діаграма Венна, ССН, марківські та напів-марківські [5]	Прояв відносних, групових і абсолютних дефектів у ССН, марковських та напівмарковських моделях враховується через метрики диверсності продуктів, які отримують через діаграми Венна
	Моделі мультідиверсних систем на основі диверсності продуктів: Модель двохверсійної системи з ВН ПЗ та АЗ – <2ПЗАЗ>; Модель трьохверсійної системи з ВН ПЗ та АЗ – <3ПЗАЗ>; Модель чотирьохверсійної системи з ВН ПЗ та АЗ – <4ПЗАЗ>	Діаграма Венна, ССН, марківські та напів-марківські [5]	Прояв відносних, групових і абсолютних дефектів у ССН, марковських та напівмарковських моделях враховується через метрики, які отримують через діаграми Венна диверсності продуктів
	Моделі мультідиверсних систем на основі диверсності процесів: враховується комбінація наступних типів диверсності: - Диверсність проектна – <ДП>; - Диверсність функціональна – <ДФ>; - Диверсність сигнальна – <ДС>; - Диверсність життєвого циклу (суб'єктивна) – <ДЖЦ>	Граф багатоверсійного життєвого циклу (мережева модель) [4]	Вплив типів диверсності на показники безвідмовності та готовності враховується через метрики диверсності процесів

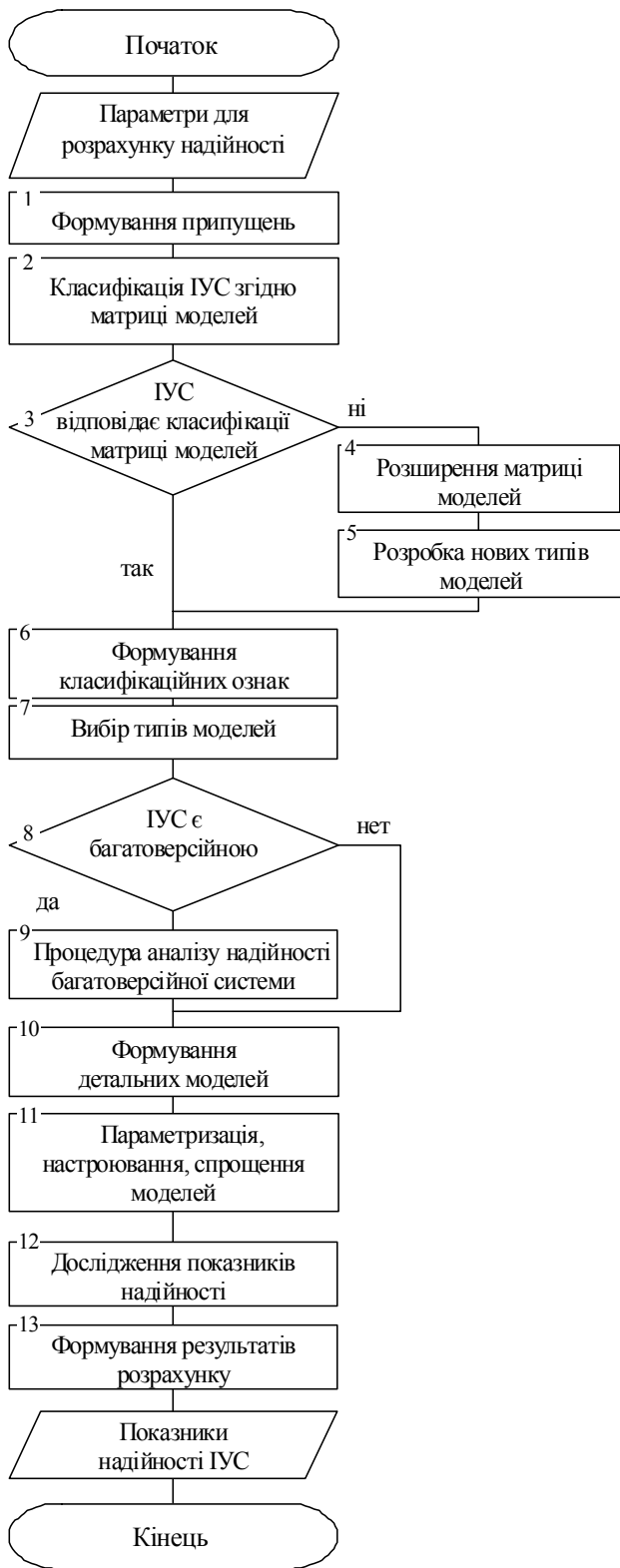


Рисунок 1 – Етапи методу вибору моделей надійності

**Висновки.** Новизна розробленого методу базується на використанні підходу «системи-моделі-припущення». Цей підхід полягає у формуванні на підставі припущень такої моделі надійності, яка б була найбільш адекватною для системи, що оцінюється. Отримана матриця моделей та метод синтезу є основою для побудови експертної системи аналізу та розрахунку надійності та функціональної безпеки ІУС.

## Список використаних джерел

1. Харченко В. С. Выбор моделей надежности программных средств систем критического применения / В. С. Харченко, В. В. Скляр, С. А. Вилкомир // Управляющие системы и машины. – 2000. – № 3. – С. 59-69.
2. Скляр В. В. Отказоустойчивые компьютерные системы управления с версионно-пороговой адаптацией: Способы адаптации, оценка надежности, выбор архитектур / В. В. Скляр, В. С. Харченко // Автоматика и телемеханика. – 2002. – № 6. – С 131-145.
3. NUREG/CR-7007. Diversity Strategies for Nuclear Power Plant Instrumentation and Control Systems. – United States Nuclear Regulatory Commission. – 2010. – 225 p.
4. Головир В. А. Методы внесения и оценки версионной избыточности при разработке информационно-управляющих систем на базе ПЛИС / В. А. Головир, В. В. Скляр, В. С. Харченко // Вісник Хмельницького національного університету. – 2005. – № 4. – Ч. 1. – Т. 1. – С. 94-97.
5. Харченко В. С. Модели безотказности и готовности встроенных мультидиверсных систем / В. С. Харченко, В. В. Скляр, А. А. Сиора, Ю. А. Белый // Авиационно-космическая техника и технология. – 2008. – № 1(48). – С. 64-69.
6. Смагин В. А. Введение в точностную теорию надёжности программного обеспечения / В.А. Смагин // Автоматика и вычислительная техника. – 2004. – № 2. – С. 22-29.
7. Рябинин И. А. Феномен логико-вероятностного исчисления. И. А. Рябинин // Морской Вестник. – 2005. – №1(13). – С. 36-40.
8. Черкесов Г. Н. Надежность аппаратно-программных комплексов / Г. Н. Черкесов. – С.-Пб.: Питер, 2005. – 479 с.

## Аннотация

### МЕТОД ВЫБОРА МОДЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Скляр В. В., Малохатко С. А.

*Предложен новый метод выбора моделей надежности информационно-управляющих систем, который базируется на обобщенные и классификации существующих моделей.*

## Abstract

### A METHOD OF CHOICE OF INSTRUMENTATION AND CONTROL SYSTEMS DEPENDABILITY MODELS

V. Sklyar, S. Malohatko

*A new method of choice of instrumentation and control systems dependability models based on generalization and taxonomy of existing models is proposed.*