

## ВІДГУК

Офіційного опонента на дисертаційну роботу  
Стрельнікова Павла Валерійовича на тему «Експериментальне оцінювання надійності обладнання інформаційних систем в умовах малої статистики відмов» подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

### **Актуальність теми дисертації**

Створення досконалої техніки висуває як одне з головних завдань забезпечення її високої якості і надійності. Надійність - найважливіший техніко-економічний показник техніки під час експлуатації, який визначає розмір втрат і конкурентоспроможність продукції будь-якої країни. У загальній проблемі забезпечення надійності важливим є експериментальна оцінка показників надійності, тобто підтвердження відповідності проектного рівня надійності результатам випробувань або експлуатації. На практиці, як при випробуваннях, так і в умовах експлуатації доводиться визначати показники надійності при обмеженому (малому) обсязі випробувань. У цьому випадку існуючі методи призводять до низької достовірності цих оцінок. У зв'язку із зазначеним, розробка методик оцінювання показників надійності з метою підвищення точності та достовірності оцінок показників надійності при обмеженому обсязі випробувань (спостережень) є актуальною темою.

### **Ступінь обґрунтованості наукових положень**

У розділі 1 представлено аналіз сучасного стану проблеми дослідження надійності. Проведено аналіз існуючих методів і методик експериментального оцінювання показників надійності. За результатами попередніх досліджень сформувався завдання розробки методів випробувань з метою оцінювання показників надійності на основі імовірно-фізичних відмов (дифузійних розподілів) в умовах малої статистики відмов на основі використання додаткової апріорної інформації про коефіцієнт варіації розподілу наробітку до відмови (на відмову).

У розділі 2 розроблено ряд методик оцінювання показників надійності для різних планів випробувань (спостережень) в умовах малої статистики відмов та малого числа випробовуваних (спостережуваних) об'єктів:

- оцінювання показників надійності при одноразовому та багаторазовому цензуруванні;
- оцінювання показників надійності при відсутності відмов;
- контроль і визначення середнього напрацювання без попереднього планування випробувань

**Третій розділ** присвячений статистичному моделюванню випробувань (малих вибірок відмов) з метою оцінки працездатності розроблених методик оцінювання показників надійності як на основі реальних статистичних даних про відмови, так і шляхом моделювання малих вибірок за допомогою генератора випадкових чисел (напрацювань до відмови), розподілених по заданому закону розподілу.

Моделювання (формування) малих вибірок напрацювань до відмови проводилося методом Монте Карло (з використанням таблиць випадкових чисел), тобто елементи з конкретними напрацюваннями до відмови випадковим чином вибиралися з однієї вибірки. На початку у відповідності з прийнятим обсягом  $N$  випадкової вибірки, що витікає з конкретного плану випробувань формують, використовуючи таблицю рівнорозподілених чисел. Далі у відповідності з номером визначають значення напрацювання  $t_{[N]}$  з наведеного варіаційного ряду напрацювань до відмови. На підставі кожної вибірки було сформовано таким чином по сто малих вибірок, що містять по п'ять значень напрацювань. На підставі статистики відмов цих ста вибірок визначалися відомим чином основні вибірккові (експериментальні) показники надійності елементів досліджуваного типу, зокрема, середнє напрацювання до відмови  $\tilde{T}_1$ .

При моделюванні малих вибірок використовували відомі генеральні сукупності напрацювань до відмови (ресурсу), що мають різноманітні форми розподілів. Доведено, що показники достовірності оцінок показників

надійності за малими вибірками (по п'ять значень напрацювань до відмови) мають значення довірчої ймовірності не менш ніж 0,7, а значення відносної помилки не більше 0,3.

**Четвертий розділ** присвячений розробці програмних засобів моделювання випробувань, планування та оцінки параметрів розподілу, показників надійності в умовах малої статистики відмов.

Розроблена програма, яка дозволяє обчислювати параметри закону  $DN$ -розподілу  $(\mu, \nu)$  і необхідні показники надійності, коли число відмов перевищує 6 (шість) для планів випробувань (спостережень): [NUN]; [NUT]; [NUr]; [NRr]; [NRT].

Розроблена також програма, яка дозволяє обчислювати параметр закону  $DN$ -розподілу  $\mu$  і необхідні показники надійності при безвідмовних випробуваннях, а також коли число відмов менше 6 (шість) для планів випробувань (спостережень): [NUT]; [NUr]; [NRr]; [NRT]. При цьому параметр форми  $\nu$   $DN$ -розподілу визначається апіорі згідно з пропонованими рекомендаціями. Автоматично визначається (вводиться) коефіцієнт варіації напрацювання для наступних трьох типів виробів (електронний блок, механічний вузол, електромеханічний пристрій, який містить сукупність електронних та механічних блоків). Якщо представляється встановленим і відомим коефіцієнт варіації, то його значення вводиться спеціально.

Наведені інструкції, керівництво користувача і приклади розв'язання задач з використанням вказаних програм.

### **Наукова новизна результатів, отриманих в дисертаційній роботі**

*Вперше:*

- Розроблені методики оцінки показників надійності за відсутності відмов при випробуванні (спостереженні) сукупності ідентичних зразків.
- Розроблено методики, що дозволяють оцінити чи зробити висновки по контролю середнього напрацювання до відмови (на відмову), визначити приймальний і бракувальний рівні контрольованого показника

надійності, тобто визначити відносну помилку для прийнятого значення довірчої ймовірності (або ризиків) в умовах малої статистики відмов при проведенні запланованих випробувань і без попереднього планування випробувань (спостережень).

*Удосконалено:*

- Розроблено нові методики оцінки показників надійності за наявності одиничних відмов для різних планів випробувань (спостережень), що передбачають як одноразове, так і багаторазове цензурування статистичних даних про відмови.

*Набули подальшого розвитку:*

- Отримав подальший розвиток імовірісно-фізичний підхід до оцінки надійності та вперше розроблено методики оцінки показників надійності об'єктів в умовах малої статистики та відсутності відмов, коли виключно статистичні методи не працюють.

### **Практична цінність одержаних результатів**

Практична цінність результатів дисертаційної роботи полягає в тому, що розроблені методи оцінки показників надійності за результатами випробувань і (або) спостережень за об'єктами в процесі експлуатації, які приводять до підвищення точності оцінок показників надійності для заданих вимог щодо достовірності (довірчої ймовірності й відносної похибки оцінок) або до скорочення обсягу випробувань (кількості об'єктів) для заданих вимог щодо достовірності.

### **Повнота викладу наукових положень, висновків, рекомендацій в опублікованих працях**

Основні наукові дисертаційної роботи викладені в 18 публікаціях, у тому числі 11 статей у спеціалізованих наукових журналах і в збірниках наукових праць (з них 9 одноосібних), рекомендованих ВАК України, 7 тез у матеріалах міжнародних конференцій.

## **Відповідність дисертації встановленим вимогам**

Дисертація написана сучасною науково-технічною мовою, послідовно та логічно. Оформлення дисертації відповідає вимогам, що висуваються до дисертаційних робіт. Стиль викладу матеріалів досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття.

Тема дисертації відповідає п.2 підпункту 14 «Розроблення й дослідження моделей і методів оцінювання якості і підвищення надійності, функціональної безпеки і живучості інформаційних та інформаційно-управляючих систем, а також інформаційних технологій для створення гарантоздатних автоматизованих систем переробки інформації та управління критичного застосування» паспорту спеціальності 05.13.06 – Інформаційні технології, оскільки вона присвячена розроблянню і дослідженню моделей і методів оцінювання надійності інформаційних систем.

## **Зауваження до дисертації**

1. В інформаційних системах мають місце відмови програмного забезпечення. Чи враховуються у пропонованих методиках відмови програмного забезпечення?

2. Відсутній аналіз рекомендованих значень коефіцієнта варіації.

3. Не наведені довірчі ймовірності оцінки параметра масштабу  $DN$ -розподілу при безвідмовних випробуваннях (експлуатації), зокрема  $n=4$ .

## **Загальні висновки**

Дисертаційна робота Стрельнікова Павла Валерійовича на тему «Експериментальне оцінювання надійності обладнання інформаційних систем в умовах малої статистики відмов» є самостійною науковою працею, що містить постановку та розв'язання актуальної науково-прикладної проблеми. За актуальністю, ступенем обґрунтованості, науковою і практичною значущістю одержаних результатів вона відповідає вимогам ВАК України щодо робіт, які висуваються на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, а її автор, Стрельніков Павло Валерійович,

заслугує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент:

Завідувач кафедрою програмної інженерії

доктор техн. наук, професор



В.В. Литвинов

Підпис *Литвинов В.В.* засвідчую

*Харківськ* *Реш* *о. Ш. Ваши.*

