

ВІДГУК
офіційного опонента

кандидата технічних наук **Федули Миколи Васильовича**
на дисертаційну роботу **Заярнюка Павла Михайловича** на тему:
**«Підвищення ефективності оцінювання надійності радіоелектронної
апаратури з урахуванням особливостей дрейфів параметрів і статистики
відмов»**, подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за
спеціальністю 05.12.13 – радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій

Актуальність теми роботи. Питання забезпечення якості та надійності радіоелектронної апаратури (РЕА) на всіх стадіях її життєвого циклу завжди перебували у центрі уваги спеціалістів. Завдяки роботам багатьох видатних науковців на сьогодні сформульовано основні підходи до прогнозування показників надійності, запропоновано аналітичні залежності для їх розрахунків та статистичні методи визначення ресурсу РЕА. Ефективність оцінювання та забезпечення надійності РЕА розглядають як єдину комплексну проблему, для вирішення якої необхідно розв'язати низку завдань і проблем нижчого рівня.

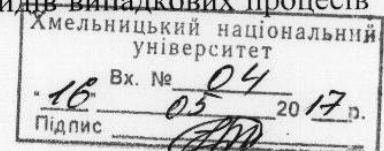
Велика кількість відмов РЕА є наслідком поступових відхилень визначальних параметрів апаратури від заданих значень, значна частина відмов спричинена виробничими дефектами. І хоча існує велика кількість різноманітних методів врахування дефектності (моделі перетворення потоків дефектів у потоки відмов) та прогнозування параметричної надійності (прогнозування γ – відс откового ресурсу), вони є недостатньо ефективними через неврахування певних факторів, таких як флуктуаційна складова дрейфу параметра, або ж є дещо ускладненими, наприклад, потребуючи статистики потоків дефектів, внесених при виготовленні усіх вузлів та елементів, і потоків відмов, викликаних цими дефектами.

Отже, поставлене Заярнюком П.М. наукове завдання, яке полягає у розробленні методів прогнозування параметричної надійності (ПН) за визначальними параметрами для різних характерів їх дрейфів з урахуванням впливу виробничої дефектності на безвідмовність є **актуальним**.

Наукова новизна результатів дисертаційної роботи. У роботі вказано на наступні нові наукові результати:

- запропоновано метод розрахунку похибки прогнозування гарантованого часу наробки до відмови, викликаній флуктуаційною складовою у методі квантильних зон, що дало змогу ефективно визначити гарантований час наробки на відмову при різних моделях квазідетермінованих процесів дрейфів ВП;

- розроблено метод прогнозування мерехтливих відмов РЕА, що базується на основі математичного апарату теорії викидів випадкових процесів



і забезпечує прогнозування в умовах квазістаціонарного та стаціонарного процесу дрейфу ВП;

- удосконалено метод прогнозування надійності РЕА за статистикою її дефектності на стадії виробництва, запропоновано графічні матеріали для оперативного розрахунку впливу дефектів на надійність;

- розвинуто модель процесів дрейфів ВП РЕА, що враховує розподіли їхніх початкових значень, набуті в процесі виробництва, монотонні зміни їх значень в процесі експлуатації та флуктуаційні відхилення, що виникають під дією внутрішніх та зовнішніх чинників; ця модель, на відміну від відомих, враховує реальні розподіли ВП, чим забезпечено її високу адекватність й ефективність прогнозування надійності РЕА;

Ці результати є повністю розкритими по тексту дисертації.

Практична значимість результатів дисертаційних досліджень.

Застосування результатів дисертаційного дослідження дає змогу підвищити ефективність оцінювання надійності РЕА за рахунок врахування особливостей дрейфів параметрів і статистики відмов.

При виконанні дисертаційної роботи в процесі активного і пасивного експериментів накопичено експериментальні дані, які характеризують дрейф параметрів та залежності між дефектністю й безвідмовністю РЕА за різних умов. Зокрема, приведено статистичні дані, отримані в результаті оцінювання надійності кварцових генераторів, підсилювачів на основі мікросхем К157УД2, калібраторів аналогових осцилографів С1-35. Також приведено характеристики статистичних зв'язків між дефектністю друкованих плат і безвідмовністю роботи пристроїв, побудованих на їх основі. Відповідно до сформульованих у розділі 4 рекомендацій розроблено алгоритм застосування запропонованих у роботі методів, який, зокрема, дає можливість більш ефективно приймати рішення щодо вибору методу оцінювання надійності РЕА на основі інформації про характер процесів дрейфу параметрів.

Особливо слід відзначити, що в процесі дисертаційного дослідження розроблено програмний засіб, який реалізує запропоновані методи оцінювання надійності РЕА і дозволяє підвищити ефективність аналізу процесів дрейфу параметрів та обчислення показників впливу дефектності на надійність РЕА. Швидкість розрахунків із використанням розробленого програмного засобу на 10% вища порівняно із програмним комплексом MathCad.

Результати дисертаційної роботи можуть використовуватися в процесі модернізації та продовження термінів експлуатації радіоелектронної апаратури. Крім того, отримані результати можуть бути використані з метою коригування технологічних процесів на виробництві, а також для подальшого дослідження процесів дрейфу параметрів та статистичних зв'язків між дефектністю та безвідмовністю РЕА.

Робота виконана відповідно до наукового напрямку кафедри теоретичної радіотехніки та радіовимірювань Національного університету «Львівська політехніка», а також у межах двох науково-дослідних держбюджетних тем кафедри, а саме: «Розроблення методів забезпечення конкурентоздатності радіоелектронної апаратури шляхом комплексної оптимізації процесів виробництва за критеріями якості та раціонального використання ресурсів» (2010–2012 рр., номер держреєстрації 0113U003199) та «Комплексна оптимізація процесів виготовлення радіоелектронної апаратури за критеріями якості та раціонального використання ресурсів» (2013–2014 рр., номер держреєстрації 0110U001112). Окремі результати було впроваджено у виробничому процесі на судноремонтному підприємстві «ASABA» (Екваторіальна Гвінея) на етапах першого запуску та припрацювання РЕА (акт впровадження від 01.05.2014 р.).

Структура дисертації та її обсяги. Дисертація складається зі змісту, переліку умовних позначень та скорочень, вступу, п'яти розділів, висновків, списку літератури та додатків, загальним обсягом 164 сторінки.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання досліджень, визначено наукову новизну та практичне значення результатів досліджень, наведено методи, об'єкт та предмет досліджень, вказано публікації за темою дисертації та особистий внесок здобувача у них і наведено основні характеристики пояснювальної записки.

У першому розділі дисертації проведено аналіз наукових публікацій за темою дисертаційних досліджень, визначено недоліки існуючих теоретико-практичних напрацювань та сформовано основні напрямки подальших досліджень.

У другому розділі проведено розроблення методів прогнозування параметричної надійності для різних характерів дрейфів визначальних параметрів (метод квантильних зон, метод прогнозування мерехтливих відмов).

У третьому розділі роботи досліджено процес формування дефектності, запропоновано аналітичну залежність, графіки та номограму для розрахунку інтенсивності відмов, викликаних дефектами.

У четвертому розділі дисертаційної роботи проведено експериментальне підтвердження працездатності методів прогнозування ПН, запропонованих у другому її розділі на статистичних даних, які були отримані здобувачем експериментально.

У п'ятому розділі висунуто пропозиції щодо використання результатів роботи та запропоновано програмний засіб для полегшення і автоматизації використання результатів досліджень.

У висновках відображено основні результати досліджень.

Структура та обсяги дисертації відповідають діючим вимогам Кабінету Міністрів України.

Дисертаційна робота написана українською мовою на належному рівні і відповідає всім вимогам, що ставляться до науково-технічної літератури.

Публікації за темою дисертаційних досліджень та апробація результатів. Результати дисертаційних досліджень у повній мірі висвітлено у 19 наукових публікаціях, із яких 2 статті у періодичних наукових виданнях інших держав, що включені до міжнародних науково-метричних баз, 2 статті у фахових наукових виданнях України, що включені до міжнародних науково-метричних баз, 2 статті у фахових наукових виданнях України (за переліком ДАК ВК МОН України) та 1 стаття у закордонному науковому періодичному виданні, разом 7 статей.

Фрагменти роботи обговорювались на достатній кількості міжнародних науково-практичних конференцій у різних містах України та закордоном.

Достовірність і обґрунтованість результатів, висновків і рекомендацій, поданих у дисертації підтверджуються високим рівнем досліджень із використанням положень теорій надійності та імовірності, коректним і адекватним використанням апробованого математичного апарату, проведенням обчислювальної верифікації згідно результатів активного і пасивного експериментів, які виконувались за участю здобувача.

Відповідність дисертації паспорту спеціальності 05.12.13.

Дисертаційну роботу присвячено підвищенню ефективності оцінювання надійності РЕА, її зміст відповідає «Паспорту» спеціальності 05.12.13 – радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій, а саме пункту «Розроблення методів і приладів вимірювання параметрів радіотехнічних і телевізійних систем, комплексів, пристроїв та їх вузлів та автоматизація контролю і прогнозування їх технічного стану».

Відповідність автореферату змісту дисертації.

Автореферат, згідно із вимогами, містить усі необхідні складові, в ньому приведено основні положення дисертаційної роботи у відповідності з її структурою, надано висновки та список основних публікацій автора. Зміст автореферату повністю відображає основну суть дисертаційної роботи.

Зауваження до дисертації:

1 У п.2.2.1, на ст.63-64 не вказано метод, який використовувався для розрахунку невластних інтегралів із застосуванням ПЕОМ, що не дає можливості проаналізувати похибки, які виникають при вказаному розрахунку.

2. З метою більш чіткого викладу матеріалу на ст.78 разом із виразом (3.7) слід було навести загальний вираз залежності множини показників дефектності на k -му кроці від множини показників дефектності на попередньому кроці з індексом $k-1$, у відповідності з рисунком 3.1.

3. В п.4.1.1 не приведено тип та номінальні значення параметрів опору і ємності кварцових резонаторів у генераторах КГ1 і КГ2, що не дозволяє в достатній мірі проаналізувати обґрунтованість їх вибору для досліджень.


4. Як видно з рис.4.6 а, лінійна модель недостатньо точно описує форму процесу дрейфу параметрів на проміжку від 0 год. до 100 год., проте це практично не знижує точності моделювання в наступному проміжку від 100 год. до 900 год.

Проте, наведені зауваження не применшують наукової та практичної значимості дисертаційного дослідження.

Загальний висновок. Дисертаційна робота Заярнюка Павла Михайловича на тему: «Підвищення ефективності оцінювання надійності радіоелектронної апаратури з урахуванням особливостей дрейфів параметрів і статистики відмов» є цілісним і завершеним науковим дослідженням та заслуговує на позитивну оцінку. Дисертант розв'язав по ставлене перед ним наукове завдання, а одержані в його роботі результати є відчутним внеском у теорію та практику оцінювання і забезпечення надійності РЕА.


За актуальністю теми, науковою новизною, обсягами та рівнем досліджень, структурою та обґрунтованістю результатів дисертаційна робота Заярнюка Павла Михайловича відповідає вимогам положення про «Порядок присудження наукових ступенів», затвердженого постановою КМУ № 567 від 24 липня 2013 р. із подальшими змінами та доповненнями, паспорту заявленої спеціальності, а її автор заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.13 – радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій.

Офіційний опонент
кандидат технічних наук, старший викладач
кафедри фізики і електротехніки
Хмельницького національного університету

 Федула М.В.

Підпис ст. викладача Федули М.В.
засвідчую,
Вчений секретар
Хмельницького національного університету
к.т.н., доцент



 Тебляшкіна Л.І.