**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**

**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

ФАКУЛЬТЕТ АВІАЦІЙНИХ ТА КОСМІЧНИХ СИСТЕМ

(повна назва інституту/факультету)

КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

|  |  |
| --- | --- |
| (повна  «На правах рукопису» УДК 006.86 | назва кафедри)  «До захисту допущено»  Завідувач кафедри    (підпис) (ініціали, прізвище)  “ ” 20 р. |

Магістерська дисертація

зі спеціальності (спеціалізації) 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна

(код і назва спеціальності)

техніка (Метрологія та вимірювальна техніка)

на тему: Дослідження впливу похибок вимірювального обладнання на достовірність контролю

Виконала: студентка 2 курсу, групи ВВ-61м

(шифр групи)

Бокеєва Вікторія Вікторівна

(прізвище, ім’я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник доцент кафедри ІВТ, к.т.н. Шведова В.В.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант

(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, , прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент професок кафедри АЕД, д.т.н. Володарський Є.Т.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент

(підпис)

Київ – 2018 року

**РЕФЕРАТ**

Загальний обсяг магістерської дисертації складається з вступу, 5 розділів, висновків, списку використаної літератури з 25 найменувань. Загальний обсяг роботи складає 92 сторінки. Робота містить 32 таблиць та 17 рисунків.  Будь-якій процедурі контролю продукції передує вимірювання параметрів цієї продукції, а вже потів ці результати вимірювання порівнюють з контрольними границями і на основі цього порівняння формують висновок щодо якості продукції або відповідності її параметрів контрольним вимогам.

При масовому виробництві випадковий характер дестабілізуючих факторів призводить до розсіювання значень параметрів контрольованих величин. Відхилення дійсного значення параметра від його номінального значення визначається випадковими похибками виробництва, які при певній схемі технологічного процесу характеризуються конкретними теоретичними законами розподілу можливих значень.

Як відомо якість результатів вимірювання характеризується такими кількісними показниками як похибка або невизначеність вимірювання. При цьому однією з найсуттєвіших складових похибки вимірювання (для більшості видів вимірювань) є похибка, викликана інструментальною складовою засобу вимірювання. З іншого боку достовірність контролю характеризується таким показником якості як достовірність. Враховуючи той факт, що процедура контролю ґрунтується на попередній процедурі вимірювання, то рівень достовірності контролю значно залежить від точності вимірювального обладнання, яким проводились вимірювання контрольованого параметра.

Для практичних задач велике значення має вирішення оберненої задачі, а саме: за встановленим рівнем достовірності обрати обладнання для проведення контролю, яке забезпечить цей встановлений рівень достовірності.

Тому з метою покращення точності та якості продукції запропоновано дослідити вплив випадкових похибок на достовірність контролю. Виділити фактори (параметрів вимірювального обладнання та параметрів вимір продукції) від яких залежатиме достовірність контролю.

Метою даної роботи є дослідити вплив похибок вимірювального обладнання на достовірність контролю.

Для досягнення мети було поставлено наступні задачі:

- розглянути процедуру контролю як процедуру експериментальної інформатики та фактори, що впливають та достовірність цієї процедури;

- проаналізувати існуючі підходи щодо визначення впливу похибок засобів вимірювальної техніки, які використовуються під час процедури контролю параметрів якості продукції на достовірність процедури контролю;

- сформувати власні пропозицій щодо визначення впливу похибок засобів вимірювальної техніки, які використовуються під час процедури контролю параметрів якості продукції на достовірність процедури контролю;

- вирішити обернену задачу, а саме сформувати рекомендацій щодо вибору засобу вимірювальної техніки в залежності від необхідного рівня достовірності контролю параметрів продукції. Змоделювати та здійснити апробацію запропонованих рішень.

Об’єкт дослідження - процедура контролю якості продукції.

Предмет дослідження - вплив похибок засобів вимірювальної техніки, які використовуються під час процедури контролю параметрів якості продукції на достовірність процедури контролю.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

Проведено дослідження впливу випадкових похибок вимірювального обладнання на достовірність контролю. Сформовані власні пропозиції щодо визначення впливу похибок вимірювального обладнання, яке використовується під час процедури контролю параметрів якості продукції на достовірність процедури контролю. Вирішено обернену задачу, а саме сформовані рекомендації щодо вибору вимірювального обладнання в залежності від необхідного рівня достовірності контролю параметрів продукції.

Апробація результатів. Основні результати роботи підготовлені та подані до редакцій збірника Міжнародної науково-практичної конференції «Інфраструктура якості: перспективи та тенденції розвитку» [1] та всеукраїнської практично-пізнавальній конференції «Наукова думка сучасності і майбутнього» [2].

*Ключові слова: достовірність контролю, ризик хибної відмови, ризик невизначеної відмови, адитивна похибка, мультиплікативна похибка, допуск.*

**АНОТАЦІЯ**

В магістерській дисертації проведено дослідження впливу випадкових похибок вимірювального обладнання на достовірність контролю. Сформовані власні пропозиції щодо визначення впливу похибок вимірювального обладнання, яке використовується під час процедури контролю параметрів якості продукції на достовірність процедури контролю. Вирішено обернену задачу, а саме сформовані рекомендації щодо вибору вимірювального обладнання в залежності від необхідного рівня достовірності контролю параметрів продукції.

**ANNOTATION**

In the master's dissertation the research of influence of random errors of measuring equipment on the reliability of control was conducted. Own proposals for determining the influence of measuring equipment errors, which are used during the process of controlling the parameters of product quality on the reliability of the control procedure, have been formed. The inverse problem is solved, namely, the established recommendations for the choice of measuring equipment depending on the level of reliability of control over the product parameters.

**ВСТУП**

Будь-якій процедурі контролю продукції передує вимірювання параметрів цієї продукції, а вже потів ці результати вимірювання порівнюють з контрольними границями і на основі цього порівняння формують висновок щодо якості продукції або відповідності її параметрів контрольним вимогам.

Як відомо якість результатів вимірювання характеризується такими кількісними показниками як похибка або невизначеність вимірювання. При цьому однією з найсуттєвіших складових похибки вимірювання (для більшості видів вимірювань) є похибка, викликана інструментальною складовою засобу вимірювання. З іншого боку достовірність контролю характеризується таким показником якості як достовірність. Враховуючи той факт, що процедура контролю ґрунтується на попередній процедурі вимірювання, то рівень достовірності контролю значно залежить від точності вимірювального обладнання, яким проводились вимірювання контрольованого параметра.

Для практичних задач велике значення має вирішення оберненої задачі, а саме: за встановленим рівнем достовірності обрати обладнання для проведення контролю, яке забезпечить цей встановлений рівень достовірності.

Об’єкт дослідження - процедура контролю якості продукції.

Предмет дослідження - вплив похибок засобів вимірювальної техніки, які використовуються під час процедури контролю параметрів якості продукції на достовірність процедури контролю.

Метою даної роботи є дослідити вплив похибок вимірювального обладнання на достовірність контролю.

Для досягнення мети було поставлено наступні задачі:

- розглянути процедуру контролю як процедуру експериментальної інформатики та фактори, що впливають та достовірність цієї процедури;

- проаналізувати існуючі підходи щодо визначення впливу похибок засобів вимірювальної техніки, які використовуються під час процедури контролю параметрів якості продукції на достовірність процедури контролю;

- сформувати власні пропозицій щодо визначення впливу похибок засобів вимірювальної техніки, які використовуються під час процедури контролю параметрів якості продукції на достовірність процедури контролю;

- вирішити обернену задачу, а саме сформувати рекомендацій щодо вибору засобу вимірювальної техніки в залежності від необхідного рівня достовірності контролю параметрів продукції. Змоделювати та здійснити апробацію запропонованих рішень.

**ЗМІСТ**

[**РОЗДІЛ 1. ПРОЦЕДУРА КОНТРОЛЮ ЯК ПРОЦЕДУРА ЕКСПЕРИ-ТАЛЬНОЇ ІНФОРМАТИКИ ТА ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ДОСТОВІРНІСТЬ ЦІЄЇ ПРОЦЕДУРИ** 6](#_Toc514326273)

[1.1 Поняття гносеотехніки або експериментальної інформатики................... 6](#_Toc514326274)

[1.2 Місце контролю серед експериментальних методів пізнання.................. 6](#_Toc514326275)

[1.3 Зв'язок між контролем та вимірюванням..................................................... 10](#_Toc514326276)

[1.4 Показники вірогідності контролю................................................................. 11](#_Toc514326277)

1.5 Висновки до розділу 1.......................................................................................19

[**РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПІДХОДІВ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПОХИБОК ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ НА ДОСТОВІРНІСТЬ КОНТРОЛЮ**................................................................... 18](#_Toc514326278)

[2.1 Вплив випадкових похибок вимірювання на достовірність контролю.. 18](#_Toc514326279)

[2.1.1 Вплив випадкової адитивної похибки вимірювання........................ 18](#_Toc514326280)

[2.1.2 Вплив випадкової мультиплікативної похибки вимірювання......... 24](#_Toc514326281)

[2.2 Вплив систематичної похибки вимірювання на достовірність контролю. 28](#_Toc514326282)

# 2.3 Висновки до розділу 2 .........................................................................................30

[**РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПОХИБОК ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ**](#_Toc514326283) [**ТЕХНІКИ НА ДОСТОВІРНІСТЬ КОНТРОЛЮ**..................................................31](#_Toc514326284)

3.1 Фактори, від яких залежатиме достовірність контролю та пропозиції щодо визначення їх впливу.....................................................................................................31

# 3.2 Висновки до розділу 3.........................................................................................34

[**РОЗДІЛ 4. ФОРМУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ, ЩОДО ВИБОРУ ВИМІРЮВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД НЕОБХІДНОГО РІВНЯ ДОСТОВІРНОСТІ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРА ПРОДУКЦІЇ**.......................... 35](#_Toc514326285)

[4.1 Вибір вимірювального обладнання , що використовується в процедурі контролю за умови адитивної похибки цього засобу............................................ 35](#_Toc514326286)

[4.1.1 Адитивна похибка вимірювального обладнання та контрольованого параметру мають рівномірний розподіл.............................................................. 35](#_Toc514326287)

[4.1.2 Адитивна похибка вимірювального обладнання має нормальний розподіл, а контрольованого параметру має рівномірний розподіл..................40](#_Toc514326288)

[4.1.3 Адитивна похибка вимірювального обладнання та контрольованого параметру мають нормальний розподіл....................... 50](#_Toc514326289)

[4.1.4 Адитивна похибка вимірювального обладнання має рівномірний розподіл, а контрольованого параметру має нормальний розподіл................... 55](#_Toc514326290)

[4.2 Вибір вимірювального обладнання , що використовується в процедурі контролю за умови мультиплікативної похибки цього засобу............................ 60](#_Toc514326291)

[4.2.1 Мультиплікативна похибка вимірювального обладнання та контрольованого параметру мають рівномірний розподіл................................ 60](#_Toc514326292)

[4.3 Система розрахунку достовірності контролю при застосуванні вимірювального обладнання із заданими параметрами 67](#_Toc514326293)

4.4 Висновки до розділу 4.......................................................................................68

[**РОЗДІЛ 5. СТАРТАП-ПРОЕКТ**...............................................................................70](#_Toc514326294)

[5.1 Опис ідеї проекту............................................................................................. 70](#_Toc514326295)

[5.2 Технологічний аудит ідеї проекту.................................................................. 72](#_Toc514326296)

[5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту..................... ..72](#_Toc514326297)

[5.4 Розроблення ринкової стратегії проекту.................................................. 80](#_Toc514326298)

[5.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту...................... 82](#_Toc514326299)

[5.6 Висновки....................................................................................................... 85](#_Toc514326300)

[**ВИСНОВКИ**................................................................................................................. 86](#_Toc514326301)

[**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**......................................................... 88](#_Toc514326302)

**ВСТУП**

Будь-якій процедурі контролю продукції передує вимірювання параметрів цієї продукції, а вже потів ці результати вимірювання порівнюють з контрольними границями і на основі цього порівняння формують висновок щодо якості продукції або відповідності її параметрів контрольним вимогам.

Як відомо якість результатів вимірювання характеризується такими кількісними показниками як похибка або невизначеність вимірювання. При цьому однією з найсуттєвіших складових похибки вимірювання (для більшості видів вимірювань) є похибка, викликана інструментальною складовою засобу вимірювання. З іншого боку якість контролю характеризується таким показником якості як достовірність. Враховуючи той факт, що процедура контролю ґрунтується на попередній процедурі вимірювання, то рівень достовірності контролю значно залежить від точності вимірювального обладнання, яким проводились вимірювання контрольованого параметра.

Для практичних цілей велике значення має вирішення оберненої задачі, а саме: за встановленим рівнем достовірності обрати обладнання для проведення контролю, яке забезпечить цей встановлений рівень достовірності.

Об’єкт дослідження - процедура контролю якості продукції.

Предмет дослідження - вплив похибок засобів вимірювальної техніки, які використовуються під час процедури контролю параметрів якості продукції на достовірність процедури контролю.

Метою даної роботи є дослідити вплив похибок вимірювального обладнання на достовірність контролю.

Для досягнення мети було поставлено наступні задачі:

* розглянути процедуру контролю як процедуру експериментальної інформатики та фактори, що впливають та достовірність цієї процедури;
* проаналізувати існуючі підходи щодо визначення впливу похибок засобів вимірювальної техніки, які використовуються під час процедури контролю параметрів якості продукції на достовірність процедури контролю;
* сформувати власні пропозицій щодо визначення впливу похибок засобів вимірювальної техніки, які використовуються під час процедури контролю параметрів якості продукції на достовірність процедури контролю;
* вирішити обернену задачу, а саме сформувати рекомендацій щодо вибору засобу вимірювальної техніки в залежності від необхідного рівня достовірності контролю параметрів продукції. Змоделювати та здійснити апробацію запропонованих рішень.

# **ВИСНОВКИ**

# Процедура контролю є однією з найбільш важливих процедур експериментального визначення параметрів об’єктів, зокрема продукції на підприємствах. При цьому якість процедури контролю залежить від якості вимірювання параметрів, що передує процедурі контролю. Якість вимірювання традиційно характеризується похибкою вимірювального обладнання, похибкою методу вимірювання, тощо, а якість контролю - правильністю прийняття рішення, щодо відповідності продукції встановленим вимогам.

# Важливим фактором, який впливає на достовірність контролю є інструментальна складова вимірювального обладнання, за допомогою якого здійснюється вимірювання параметрів, за якими проводять контроль продукції. При цьому похибки вимірювального обладнання можуть проявлятися як адитивні чи мультиплікативні, що буде обумовлювати різні аналітичні залежності для розрахунку ризиків хибної та невизначеної відмов.

Виділено, що факторами, які впливають на достовірність контролю є : вид розподілу контрольованого параметра; допустимі верхня та нижня границі параметра; вид розподілу похибки вимірювального обладнання та похибка вимірювального обладнання.

Проведено аналіз впливу випадкових похибок засобу вимірювання (адитивної та мультиплікативної) на достовірність контролю продукції в залежності від виду розподілу похибки вимірюваного параметра та засобу вимірювання, за допомогою, якого здійснюється контроль.

Для випадків, коли:

* контрольований параметр та похибка вимірювального обладнання мають рівномірний розподіл:
  + відома формула для розрахунку достовірності контролю трансформована в зведений вигляд;

# контрольований параметр має рівномірний закон розподілу, а похибка вимірювального обладнання нормальний закон розподілу:

# відома формула для розрахунку достовірності контролю трансформована в зведений вигляд;

# отримана точна формула для розрахунку достовірності контролю;

# точна формула для розрахунку достовірності контролю трансформована в зведений вигляд;

# проведено порівняння відомої наближеної формули та отриманої точної формули та обґрунтовано переваги використання точної формули.

# контрольований параметр та похибка вимірювального обладнання мають нормальний закон розподілу:

# отримана точна формула для розрахунку достовірності контролю;

# точна формула для розрахунку достовірності контролю трансформована в зведений вигляд.

* контрольований параметр має нормальний закон розподілу, а похибка вимірювального рівномірний закон розподілу:
* отримана точна формула для розрахунку достовірності контролю;
* точна формула для розрахунку достовірності контролю трансформована в зведений вигляд.

Для всіх наведених варіантів виду розподілу похибки вимірювального обладнання та контрольованого параметру самостійно виведено аналітичні вирази для ризиків хибної та невизначеної відмов та представлено їх таким чином, що отримані вирази дозволяють вводити вхідні параметри у зведеній формі. Дана особливість дозволила створити систему розрахунку достовірності контролю інваріантну від діапазону зміни контрольованого параметру.

# Також проаналізовано вплив випадкової мультиплікативної похибки вимірювального обладнання на достовірність контролю, а саме коли контрольований параметра та похибка вимірювального обладнання мають рівномірний розподіл: отримана точна формула, точна формула трансформована в зведений вигляд.

# Розроблено систему розрахунку достовірності контролю при застосуванні вимірювального обладнання заданими параметрами.

# В роботі проведений аналіз і було виявлено можливість ринкової комерцiалiзацiї проекту на основi магiстерської дисертацiї. Присутнiй попит та рентабельнiсть роботи на ринку.

# Перспективи впровадження з огляду на потенцiйнi групи клiєнтiв, є дуже хорошими, з урахуванням того, що аналогів ще немає. Представлений товар є конкурентоспроможним, при появі конкурентів.

# Для реалiзацiї було обрано продажа лiцензiй клiєнтам, як фiзична-особа. Даний проект є першовиходцем на ринок. Аналiз показав, що подальша iмплементацiя проекту є доцiльною.

# **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

# Шведова В.В. Бокеєва В. В. Дослідження впливу випадкових похибок засобів вимірювання на достовірність контролю продукції // Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Інфраструктура якості: перспективи та тенденції розвитку», м. Київ - 2017 (15 листопада 2017) – С. 40

# Шведова В.В. Бокеєва В. В. Дослідження впливу випадкової адитивної похибки засобу вимірювання на достовірність контролю продукції // Доповіді всеукраїнській практично-пізнавальній конференції «Наукова думка сучасності і майбутнього», м. Київ – 2018.

# Орнатський П.П. Вступ до методології науки про вимірювання. – Київ: Віпол, 1994 -180 с.

# ДСТУ 2681-94 Державна система забезпечення єдності вимірювань. Метрологія. Терміни та визначення.

# ГОСТ 20911-89 Межгосударственный стандарт. Техническая диагностика. Термины и определения.

# Є.Т.Володарський, В.В.Кухарчук, В.О.Поджаренко, Г. Б.Сердюк «Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю», Вінниця ВДТУ 2001

# Стаднік В.В., Фролов В.Я. Вплив похибок засобів вимірювальної техніки на достовірність контролю.

# В.И. Серых, Л.В. Гребцова. Методы обоснования требований к точности средств измерительного контроля. Вестник СибГУТИ.2012 №1

# Положення про випускну атестацію студентів КПІ ім. Ігоря Сікорського [Електронний ресурс] / Уклад.: В. П. Головенкін, В. Ю. Угольніков. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 98 с.

# Методичні ре-комендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.

# ДСТУ 3008:2015 «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання».

# Цапенко М.П. Измерительные информационные системы: Учеб. Пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. И доп. – М: Энергоиздат, 1985. – 439 с.

# Орнатский П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники. – К.: Выща школа, 1983.

# Володарский Е.Т., Яремчук Н.А. Систематизация процедур экспериментальной информатики. Сб. докладов 6-го национального научного симпозиума «Метрология и надежность 95», Созополь, с. 73-74.

# Серых В. И., Пальчун Ю.А., Квиткова И.Г. Некоторые вопросы метрологического обеспечения продукции.// Метрология. – 2010. - №9. – С.35 – 44.

# Серых В. И., Порватов С. П., Сединин В. И. Многопараметрический контроль: дос-товерность и затраты **//** Методы менеджмента качества. 2010. № 5. С. 44–49.

# Кудрицкий В. Д., Синица М. А., Чинаев В. И. Автоматизация контроля РЭА. М.: Сов. радио, 1977. -270 с.

# Серых В. И., Гребцова Л. В. Достоверность многопараметрического контроля // Вестник СибГУТИ. 2010. № 1. С. 70 – 76.

1. Серых В.И., Козлов А.В. Использование метода условных оценок для выбора системы контролируемых параметров при оценке качества РЭА // Широкополосные радиотехнические цепи и устройства ВЧ и СВЧ. Новосиб. электротехн. ин-т. – Новосибирск, 1987.-с. 125 – 131.

# Цейлин В. Г. Метрологическое обеспечение качества продукции / В.Г. Цейлин. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 88 с.

# ДСТУ ISO 9001-95. Системы качества. Модели обеспечения качества при проектировании, разработке, производстве, монтаже и обслуживании.

# Кузнецова В.А. Метрология (теоретические, прикладные и законодательные основы)/ В.А. Кузнецова, Г.В. Ялунин. – М.: Изд. Стандартов, 1998. – 336 с.

# Чернышевская Е.И., Серых В.И. применение принципов менеджмента качества в СМК вуза: Монография. – Новосибирск: Издательство СибГУТИ, 2011. – 124 с.

# Серых В. И., Пальчун Ю.А., Квиткова И.Г. Достоверность измерительного контроля с учетом требований к показателям точности измерений. // Измерительная техника. – 2011. - №6. – с. 12-15.

# Сергеев А.Г., Латышев М.В., Терегеря В.В. Метрология, стандартизация и сертифи-кация: Учеб. Пособие.- М.; Логос, 2004.- 560 с.