

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ  
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ, РОБОТОТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ МОНІТОРИНГУ  
ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри ФАЕТ

\_\_\_\_\_ В.М. ШУТКО

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬО-КВАЛІФІКАЦІЙНОГО РІВНЯ «БАКАЛАВРА»

за спеціальністю: 153 «Мікро- та наносистемна техніка»

освітньо-професійної програми «Фізична та біомедична електроніка»

**Тема: «Методика оцінювання ризику ОПП «Фізична та біомедична  
електроніка»»**

Виконавець: студент групи МН-305Б/стн Динниченко С.О.

Керівник: \_\_\_\_\_ доцент Іванець. О. Б.

Нормоконтролер: \_\_\_\_\_ доцент Сініцин. Р. Б.

## НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: аеронавігації, електроніки та телекомунікацій

Кафедра: електроніки, робототехніки і технологій моніторингу та інтернету речей

Напрямок: (спеціальність, спеціалізація): 153 «Мікро- та наносистемна техніка»

(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ В.М. ШУТКО

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

## ЗАВДАННЯ

**на виконання кваліфікаційної роботи здобувача вищої освіти**

Динниченка Сергія Олександровича

1. Тема кваліфікаційної роботи :«Методика прогнозування адаптаційного потенціалу організму» затверджена наказом ректора від «23» березня 2023р. №387
2. Термін виконання роботи: з 29 травня 2023 р. по 19 червня 2023 р.
3. Вихідні дані до роботи: оцінювання ризику.
4. Зміст пояснювальної записки: огляд літератури, розробка методики оцінювання ризиків, результати та висновки.
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: схеми, рисунки, таблиці, результати роботи системи.

## 6. Календарний план-графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1.	Одержання теми кваліфікаційної роботи. Ознайомлення з науковою літературою	29.05.2023-30.05.2023	
2.	Робота над літературним оглядом	30.05.2023-02.06.2023	
3.	Оформлення першого розділу	03.06.2023-05.06.2023	
4.	Оформлення другого та третього розділів	06.06.2023-09.06.2023	
5.	Написання висновків	09.06.2023-11.06.2023	
6.	Остаточне оформлення кваліфікаційної роботи. Оформлення презентації	11.06.2023-14.06.2023	
7.	Підготовка виступу для захисту кваліфікаційної роботи	19.06.2023-21.06.2023	

7. Дата видачі завдання: “29“ травня 2023 р.

Керівник кваліфікаційної роботи (проекту) \_\_\_\_\_ Іванець. О. Б.  
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Динниченко С.О.  
(підпис випускника) (П.І.Б.)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи «Методика оцінювання ризиків»: 46 сторінок, 2 рисунка, 16 використаних джерел.

РИЗИК, ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКУ, МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ, ФІЗИЧНА ЕЛЕКТРОНІКА, БІОМЕДИЧНА ЕЛЕКТРОНІКА, ФАКТОРИ РИЗИКУ, БЕЗПЕКА, НЕБЕЗПЕКА, АНАЛІЗ РИЗИКУ, ІДЕНТИФІКАЦІЯ РИЗИКІВ, УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ, ПРОФІЛАКТИКА РИЗИКІВ, МЕТОДИ ОЦІНКИ РИЗИКУ, ЕКСПЕРТНА ОЦІНКА РИЗИКУ, СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ, ПОТЕНЦІЙНІ НЕБЕЗПЕКИ, МІНІМІЗАЦІЯ РИЗИКУ, БЕЗПЕЧНІСТЬ, РИЗИКОВІ ФАКТОРИ, ІНЖЕНЕРНА БЕЗПЕКА.

**Актуальність роботи:** проявляється у наступних аспектах:

1. Значення безпеки: Оцінювання ризику є важливою складовою процесу забезпечення безпеки в різних галузях, включаючи фізичну та біомедичну електроніку. Розробка методики оцінювання ризику дозволить ідентифікувати потенційні небезпеки, визначити їх вплив та встановити ефективні заходи для запобігання аваріям та забезпечення безпеки пристроїв.

2. Швидкий розвиток технологій: Сучасний прогрес у фізичній та біомедичній електроніці призводить до появи нових пристроїв та систем з підвищеними можливостями, але також і до появи нових ризиків. Методика оцінювання ризику стає необхідною для ефективного управління цими ризиками та забезпечення безпеки використання таких технологій.

3. Забезпечення якості продукції: Впровадження методики оцінювання ризику сприятиме підвищенню якості продукції в галузі фізичної та біомедичної електроніки. Це важливо для забезпечення надійності, стійкості та безпечного функціонування пристроїв, що мають прямий вплив на здоров'я та безпеку людей.

4. Нормативні вимоги: У багатьох країнах діють нормативні акти, які вимагають проведення оцінки ризику перед введенням нових технологій на ринок.

Розробка методики оцінювання ризику відповідно до цих вимог є важливим етапом для впровадження інноваційних розробок у сфері фізичної та біомедичної електроніки.

5. Потреба у стандартизації: Розробка єдиних методик оцінювання ризику сприятиме стандартизації процедур та критеріїв безпеки в галузі фізичної та біомедичної електроніки. Це спрощує оцінку та порівняння ризиків, сприяє вдосконаленню технологій та покращує взаємодію між розробниками, виробниками та органами регулювання.

**Предметом дослідження** є розробка методики оцінювання ризику, виявлення потенційних небезпек, оцінка ризиків, управління ризиками.

**Метою роботи** є розробка та вдосконалення методології оцінювання ризику в галузі фізичної та біомедичної електроніки. Конкретні цілі дослідження можуть включати.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ .....	7
ВСТУП .....	8
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ .....	10
1.1 Поняття ризику у фізичній та біомедичній електроніці .....	12
1.2 Фактори, що впливають на ризик .....	14
1.3 Методи оцінювання ризику в електроніці .....	15
1.4 Застосування методів оцінювання ризику в біомедичній електроніці .....	18
Висновки за розділом .....	20
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКУ .....	22
2.1 Аналіз існуючих методів .....	23
2.2 Вибір підходу до розробки методики .....	24
2.3 Опис розробленої методики оцінювання ризик .....	27
2.4 Проведення експериментальних досліджень .....	29
Висновок за розділом .....	32
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ .....	34
3.1 Аналіз отриманих результатів .....	35
3.2 Висновки щодо розробленої методики оцінювання ризику .....	36
3.3 Рекомендації щодо подальшого застосування та вдосконалення методики .....	38
3.4 Перспективи подальших досліджень .....	40
Висновок за розділом .....	41
ВИСНОВОК .....	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	45

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

ОР - Оцінювання ризику

РВ - Ризикова величина

Ймовірність (Р) - ймовірність виникнення ризикової події

НРП - Небезпечна ризикова подія

РНР - Рівень небезпеки ризикової події

РВП - Ризиковий вплив

КВ - Коефіцієнт впливу

РК - Ризиковий критерій

МОР - Метод оцінювання ризику

ММР - Методика мінімізації ризику

МОП - Метод оцінки перспективності

## ВСТУП

В сучасному світі, де фізична та біомедична електроніка займають центральне місце в різних сферах нашого життя, необхідність оцінювання ризику стає надзвичайно важливою. Ризики, пов'язані з використанням таких технологій, можуть мати значний вплив на безпеку людей, становити загрозу для здоров'я та екології, а також призводити до втрати матеріальних цінностей. Тому розробка ефективної методики оцінювання ризику в галузі фізичної та біомедичної електроніки є актуальною та необхідною задачею.

Оцінювання ризику є процесом, спрямованим на ідентифікацію, аналіз та оцінку потенційних небезпек, пов'язаних з використанням електронних пристроїв та систем. Цей процес допомагає визначити ймовірність виникнення небезпечних ситуацій, оцінити можливі наслідки та встановити необхідні заходи для мінімізації ризику.

Однак, розробка ефективної методики оцінювання ризику в галузі фізичної та біомедичної електроніки викликає певні виклики та складнощі. Серед них можна відзначити різноманітність технологій, швидкий темп їх розвитку, постійні зміни у вимогах безпеки та регуляторних вимогах. Крім того, врахування індивідуальних особливостей та різноманітності користувачів таких систем стає значною складністю.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка та вдосконалення методики оцінювання ризику в галузі фізичної та біомедичної електроніки. Це передбачає розробку нових критеріїв оцінки, виявлення та аналіз потенційних ризиків, розробку алгоритмів оцінювання та впровадження методики в реальній практиці. Результати дослідження сприятимуть забезпеченню безпеки та надійності фізичної та біомедичної електроніки, а також сприятимуть зниженню ризиків, пов'язаних з їх використанням.

За урахуванням швидкого темпу розвитку технологій та постійних змін в сфері фізичної та біомедичної електроніки, розробка ефективної методики оцінювання ризику стає надзвичайно актуальною. Вона дозволить забезпечити



безпеку та надійність електронних систем та пристроїв, а також зменшити потенційні ризики для людей та навколишнього середовища. Ця робота сприятиме розвитку інноваційних рішень в галузі фізичної та біомедичної електроніки, а також покращенню якості та безпеки життя людей.

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Поняття ризику відноситься до можливості виникнення небажаної події, шкоди або втрати, яка може мати негативні наслідки для людей, майна, навколишнього середовища або економічних інтересів. Ризик пов'язаний з невизначеністю та може бути оцінений за його ймовірністю виникнення та потенційними наслідками.

Оцінкою ризику є процес визначення і кількісне (або квалітативне) визначення рівня ризику, пов'язаного з конкретною подією, дією або процесом. Вона вимагає систематичного збору, аналізу та інтерпретації відповідних даних та інформації з метою зрозуміння потенційних небезпек та визначення ефективних стратегій управління ризиком.

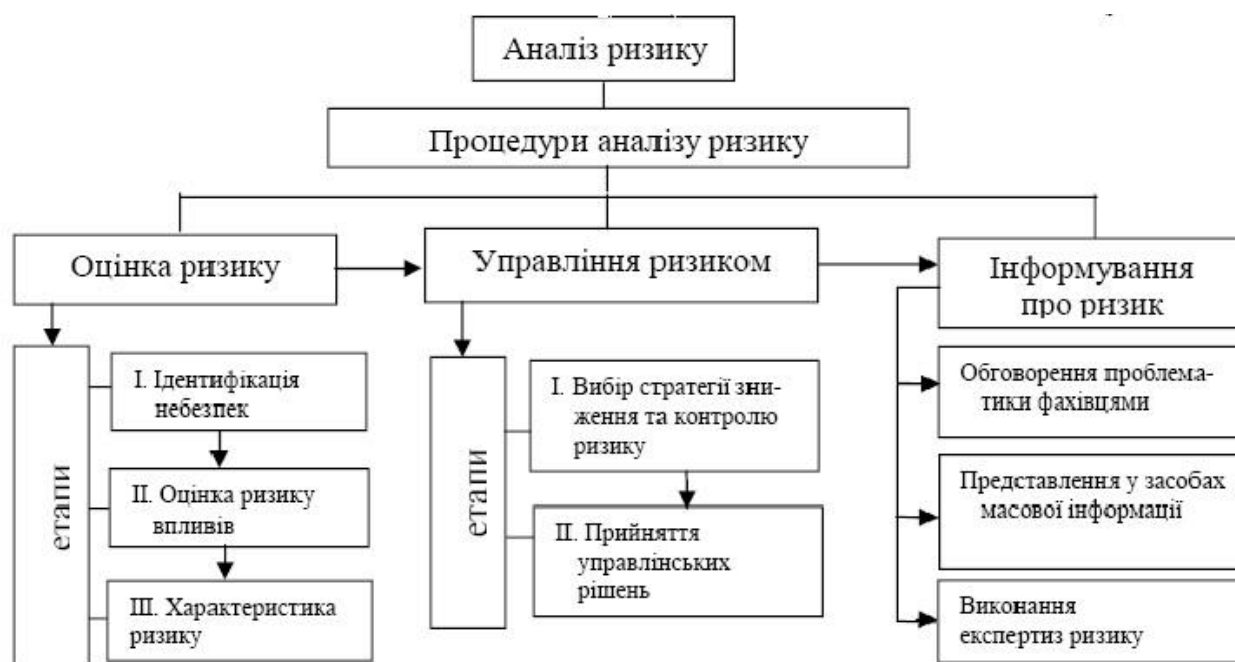


Рис. 1.1 Аналіз ризику

Оцінка ризику включає наступні етапи, що представлені на рис. 1.1

- Ідентифікація ризиків: цей етап включає виявлення потенційних небезпек та шкідливих подій, які можуть вплинути на систему або процес.

- Аналіз ризиків: на цьому етапі проводиться оцінка ймовірності виникнення небезпечних подій та оцінка можливих наслідків. Використовуються різні методи, такі як аналіз статистичних даних, експертні

оцінки, математичні моделі та симуляції.

- Оцінка ризику: на основі аналізу ризиків проводиться визначення рівня ризику, який може бути виражений числово або за допомогою категорій, таких як низький, середній або високий ризик.

- Управління ризиком: цей етап включає розробку стратегій та заходів для зменшення або управління виявленими ризиками. Це можуть бути запобіжні заходи, плани наведення у порядок або резервні плани дій [1].

## **1.1 Поняття ризику у фізичній та біомедичній електроніці**

Поняття ризику у фізичній та біомедичній електроніці відноситься до можливих небезпек, які пов'язані з використанням електронних пристроїв, систем та компонентів в цих галузях.

У фізичній електроніці, ризик може включати потенційні небезпеки, пов'язані з використанням електроніки в енергетичних системах, автоматизації промисловості, транспортних засобах тощо. Наприклад, неправильне функціонування електричних пристроїв може призвести до короткого замикання, пожежі або інших аварійних ситуацій. Також, неконтрольований розряд статичної електрики може пошкодити електронні компоненти і спричинити втрату даних або неправильну роботу системи.

У біомедичній електроніці, ризик пов'язаний з використанням електронних пристроїв та систем у медичних додатках, які включають моніторинг здоров'я, діагностику, терапію та імплантабельні пристрої. Ризик може виникнути внаслідок некоректного вимірювання біологічних сигналів, неправильного функціонування апаратури, втрати чутливості або недостатньої безпеки в електричних стимуляторах та імплантабельних пристроях. Додатково, велике значення має безпека даних, оскільки використання електронних пристроїв в біомедичних додатках може здійснюватися збір, передача та зберігання конфіденційних медичних даних, які потребують високого рівня захисту.

Оцінка ризику в фізичній та біомедичній електроніці включає виявлення потенційних небезпек, аналіз їх ймовірності та можливих наслідків, а також розробку стратегій та заходів для зменшення або управління ризиком. Правильна оцінка та управління ризиком є важливими аспектами для забезпечення безпеки, надійності та якості фізичних та біомедичних електронних систем і пристроїв.

У фізичній та біомедичній електроніці оцінка ризику є невід'ємною частиною процесу розробки, виробництва і експлуатації електронних систем.

Це особливо важливо у сучасному світі, де застосування електроніки стає все більш поширеним і пов'язане зі зростаючими вимогами до безпеки, надійності та якості продукції.

При оцінці ризику в фізичній та біомедичній електроніці враховуються такі фактори:

- Властивості електронних компонентів: Оцінюються можливі ризики, пов'язані з дефектами, несправністю або невідповідністю компонентів, таких як транзистори, діоди, резистори, конденсатори тощо.

- Електрична безпека: Оцінюються ризики, пов'язані з можливістю електричного удару, короткого замикання, перевантаження тощо. Застосовуються відповідні стандарти та норми, щоб забезпечити безпечну експлуатацію електронних систем.

- Електромагнітна сумісність (ЕМС): Оцінюються ризики, пов'язані з електромагнітним впливом, інтерференцією та збоєм сигналів, які можуть виникати у результаті взаємодії електронних пристроїв та систем.

- Безпека даних: Оцінюються ризики, пов'язані з втратою або несанкціонованим доступом до конфіденційної інформації, яка зберігається або передається електронними системами. Застосовуються заходи для захисту даних, шифрування, аутентифікації та інші методи безпеки.

- Надійність: Оцінюються ризики, пов'язані з можливістю виникнення несправностей, відмов або деградації електронних систем з плином часу. Проводяться випробування на витривалість, аналіз працездатності та прогнозування терміну служби.

Оцінка ризику у фізичній та біомедичній електроніці є складним процесом, який вимагає знань з електротехніки, матеріалознавства, стандартів безпеки, нормативно-правових актів та інших дисциплін. Цей процес дозволяє ідентифікувати потенційні ризики та розробляти ефективні стратегії управління ними, забезпечуючи безпеку, надійність та якість електронних систем у фізичній та біомедичній галузях [2].

## 1.2 Фактори, що впливають на ризик

Фактори, що впливають на ризик, можуть бути різноманітні і залежать від конкретного контексту або галузі. Однак, деякі загальні фактори можна визначити, які мають вплив на оцінку ризику в багатьох областях, включаючи фізичну та біомедичну електроніку. Ось деякі з них:

**Характеристики системи або проекту:** Це включає складність системи, рівень інтеграції, функціональні вимоги, технічні обмеження тощо. Складні системи з більшою кількістю компонентів і взаємодій можуть мати більший ризик в порівнянні з простішими системами.

**Технічна досконалість компонентів:** Якість і надійність електронних компонентів, включаючи процесори, мікросхеми, сенсори, джерела живлення, має велике значення для оцінки ризику. Низькі якості компонентів можуть збільшити шанси на виникнення відмов або несправностей.

**Експлуатаційні умови:** Робота системи в різних середовищах, таких як температура, вологість, вібрації, статична або динамічна навантаження, може впливати на її надійність і збільшувати ризик виникнення проблем.

**Людський фактор:** Дії, помилки або незадовільна кваліфікація людей, які працюють з електронними системами, можуть мати великий вплив на ризик. Недостатня навченість, недбалість або втома можуть призводити до помилок, які збільшують ймовірність виникнення ризикових ситуацій.

**Наявність заходів управління ризиком:** Використання відповідних стратегій управління ризиком, таких як проактивне планування, виявлення та контроль ризиків, може допомогти зменшити вплив ризику на систему.

**Законодавчі та нормативні вимоги:** Відповідність електронних систем вимогам стандартів безпеки, нормативно-правових актів та регуляторних вимог є важливим фактором в оцінці ризику.

У фізичній та біомедичній електроніці існують специфічні фактори, які впливають на оцінку ризику. Ось кілька основних факторів, що варто

враховувати:

1. Інтеграція та взаємодія систем: Залежно від складності електронної системи і рівня її інтеграції, ризик може змінюватися. Взаємодія між компонентами та модулями, наявність зовнішніх інтерфейсів і взаємодія з іншими системами можуть створювати нові ризики.

2. Безпека і захист інформації: У біомедичній електроніці, де обробляються медичні дані та особиста інформація пацієнтів, безпека даних стає критично важливою. Ризик втрати або несанкціонованого доступу до конфіденційної інформації має бути аналізований та врахований.

3. Медична безпека: У біомедичній електроніці, де пристрої використовуються в медичних процедурах або для діагностики, оцінка ризику пов'язана з безпекою пацієнтів. Наприклад, враховується можливість виникнення електричного удару, небезпека перегріву пристрою, можливість виникнення алергічних реакцій на матеріали тощо.

4. Надійність та довговічність: У фізичній та біомедичній електроніці, де пристрої використовуються в критичних застосуваннях, надійність є важливим фактором. Ризики, пов'язані з можливістю виникнення відмов або несправностей, та термін служби пристрою мають бути оцінені.

5. Середовище експлуатації: Вимоги до електронних систем можуть змінюватися в залежності від середовища, в якому вони експлуатуються. Температура, вологість, вібрації, радіаційний вплив та інші фактори можуть впливати на надійність та функціонування системи.

6. Вимоги до регуляторного дотримання: Фізична та біомедична електроніка часто підпорядковується спеціальним нормативним вимогам, стандартам безпеки та регуляторним вимогам. Ризик пов'язаний з відповідністю цим вимогам та можливими наслідками недотримання [3].

### **1.3 Методи оцінювання ризику в електроніці**

У електроніці існує кілька методів оцінювання ризику, які дозволяють

ідентифікувати, оцінити та керувати потенційними небезпеками. Ось декілька таких методів:

**Аналіз ризиків:** Цей метод включає ідентифікацію потенційних ризиків, їх оцінку та прийняття заходів для управління ними. Аналіз ризиків зазвичай базується на визначенні ймовірності виникнення ризикової події та впливу цієї події на систему або проект. Застосування методів, таких як SWOT-аналіз (аналіз сильних сторін, слабких сторін, можливостей та загроз), дерево ризиків, матриця ймовірності-впливу, дозволяє систематично оцінити ризик і прийняти відповідні заходи.

**Функціональна безпека:** У більш складних системах, таких як автоматизовані системи керування або мікропроцесорні пристрої, використовують підходи до оцінки ризику, спрямовані на забезпечення функціональної безпеки. Це включає аналіз можливих відмов компонентів, розробку стратегій забезпечення безпеки, валідацію та верифікацію системи.

**Фізичні випробування та іспити:** Для оцінки ризиків, пов'язаних з механічними, термічними або електричними впливами, можуть застосовуватися фізичні випробування та іспити. Це може включати випробування на міцність, вібрацію, переносимість до зовнішніх умов, електричну безпеку тощо.

**Моделювання та симуляція:** Використання комп'ютерного моделювання та симуляції може допомогти в оцінці ризиків. Ці методи дозволяють аналізувати різні сценарії, виконувати віртуальні експерименти та оцінювати вплив різних факторів на систему. Це може включати електромагнітне моделювання, термічний аналіз, моделювання напружень та інші аспекти.

Ці методи оцінювання ризику часто використовуються в електроніці для забезпечення безпеки, надійності та зниження впливу можливих ризиків. Комбінація декількох методів дозволяє отримати комплексну оцінку ризику та розробити ефективні стратегії управління ними.

1. **Аналіз ризиків:** Цей метод передбачає систематичний підхід до ідентифікації, оцінки та управління ризиками. Він включає такі етапи:



Ідентифікація ризиків: Аналізується система або проект, щоб виявити потенційні загрози та небезпеки, які можуть впливати на нього. Це можуть бути технічні, експлуатаційні, фінансові або інші ризики.

Оцінка ризиків: Кожен ідентифікований ризик оцінюється з точки зору його ймовірності виникнення та потенційного впливу на систему або проект. Це може включати використання кількісних або квалітативних методів для визначення рівня ризику.

Управління ризиками: На основі оцінки ризиків приймаються рішення щодо прийняття заходів для зниження ризику. Це можуть бути заходи по запобіганню, зменшенню, передачі або прийняттю ризику.

2. Функціональна безпека: Цей метод оцінювання ризику зосереджений на забезпеченні безпеки функцій та задоволенні вимог щодо безпеки системи. Він включає такі етапи:

Аналіз можливих відмов: Проводиться аналіз компонентів, системних блоків та їх можливих відмов. Ідентифікуються потенційні причини відмов та їх наслідки.

Розробка стратегій забезпечення безпеки: На основі аналізу відмов розробляються стратегії та методи, які допоможуть забезпечити безпеку функціонування системи. Це може включати запобіжні заходи, які зменшують вплив відмов та забезпечують резервування або відновлення системи.

Валідація та верифікація системи: Проводяться випробування, перевірки та перевірка відповідності системи вимогам безпеки. Це допомагає переконатися, що система працездатна та може виконувати свої функції в безпечних умовах.

3. Фізичні випробування та іспити: Цей метод включає проведення реальних фізичних випробувань та іспитів для оцінки ризиків. Він включає такі дії:

Випробування на міцність: Система або компоненти піддаються випробуванням, щоб переконатися, що вони витримують необхідні

навантаження та умови.

Випробування на вібрацію: Здійснюються випробування для визначення впливу вібрацій на систему та її компоненти. Це допомагає оцінити стійкість до вібраційних умов експлуатації.

Випробування на електричну безпеку: Проводяться випробування, щоб переконатися, що система відповідає вимогам безпеки щодо електричної ізоляції, заземлення та інших електричних аспектів.

4. Моделювання та симуляція: Цей метод використовує комп'ютерні моделі та симуляцію для оцінки ризиків. Він включає такі етапи:

Електромагнітне моделювання: Застосовуються програми моделювання електромагнітного поля для визначення впливу електромагнітного випромінювання на систему або компоненти.

Термічний аналіз: Здійснюється моделювання теплових процесів для оцінки ризику перегріву або недостатнього охолодження системи.

Моделювання напружень: Використовуються методи моделювання для визначення механічних напружень, що можуть впливати на цілісність системи або компонентів [4].

#### **1.4 Застосування методів оцінювання ризику в біомедичній електроніці**

Застосування методів оцінювання ризику в біомедичній електроніці є критичним для забезпечення безпеки та ефективності медичних пристроїв та систем. Оскільки ці пристрої використовуються в медичних процедурах, діагностиці та лікуванні пацієнтів, важливо проводити оцінку ризиків, щоб забезпечити їхню правильну функціональність та безпеку для пацієнтів та медичного персоналу. Ось деякі специфічні застосування методів оцінювання ризику в біомедичній електроніці:

Безпека пацієнта: Методи оцінювання ризику в біомедичній електроніці використовуються для оцінки потенційних загроз безпеці пацієнтів, пов'язаних з використанням медичних пристроїв. Це можуть бути електромагнітні впливи,

ризика ураження електричним струмом, алергічні реакції на матеріали, можливість пошкодження шкіри або тканин під час використання пристрою тощо. Оцінка ризику допомагає визначити заходи з мінімізації цих ризиків та забезпечення безпеки пацієнтів.

**Функціональна надійність:** Оцінка ризику використовується для визначення можливих відмов медичних пристроїв та їх впливу на точність діагностики та лікування. Методи оцінювання ризику дозволяють ідентифікувати потенційні причини відмов та розробляти стратегії для запобігання їм або забезпечення резервування та відновлення функціонування пристроїв.

**Сумісність з іншими пристроями:** Біомедична електроніка часто використовується в комплексних медичних системах, де важливо забезпечити сумісність між різними пристроями та забезпечити їхню безперебійну роботу. Оцінка ризику допомагає виявити потенційні проблеми сумісності та розробити стратегії для забезпечення взаємодії та синхронізації пристроїв.

**Вплив навколишнього середовища:** Біомедичні пристрої, зокрема ті, що використовуються у зовнішньому середовищі або при порушенні стандартних умов, можуть бути підвержені ризикам, пов'язаним з впливом вологості, температури, вібрацій, пилу, радіації тощо. Оцінка ризику допомагає визначити вимоги до стійкості та захисту пристроїв від таких небезпечних умов.

Застосування методів оцінювання ризику в біомедичній електроніці допомагає забезпечити безпеку пацієнтів, надійність та ефективність медичних пристроїв, а також визначити заходи для мінімізації потенційних ризиків та покращення загальної якості медичного обладнання.

Застосування методів оцінювання ризику в біомедичній електроніці є необхідним кроком для забезпечення безпеки, ефективності та надійності медичних пристроїв. Основною метою оцінки ризику є ідентифікація потенційних загроз, визначення ймовірності виникнення небажаних подій та впливу цих подій на пацієнтів та медичний персонал. Оцінка ризику включає

такі етапи:

Ідентифікація потенційних небезпек: Перший крок полягає в ідентифікації всіх можливих небезпек, які можуть виникнути під час використання медичного пристрою. Це можуть бути фізичні, хімічні або біологічні небезпеки, а також ризики, пов'язані з використанням програмного забезпечення або невірною роботою пристрою.

Оцінка ймовірності виникнення небажаних подій: На цьому етапі проводиться аналіз ймовірності виникнення небажаних подій, пов'язаних з ідентифікованими небезпеками. Це включає оцінку можливих причин, факторів, що сприяють виникненню подій, а також історичні дані та статистику.

Визначення наслідків: На цьому етапі визначаються можливі наслідки небажаних подій, які можуть виникнути. Це можуть бути травми пацієнтів, погіршення їх стану, втрата даних або функціональність пристрою, інфекції тощо.

Визначення рівня ризику: Після оцінки ймовірності та наслідків проводиться визначення рівня ризику. Це дозволяє встановити, наскільки значимим є ризик і які заходи потрібно прийняти для його зменшення або управління. Рівень ризику може бути визначений за допомогою кількісних або квалітативних показників.

Управління ризиком: На основі результатів оцінки ризику виконуються кроки для управління ризиком. Це включає розробку стратегій мінімізації ризиків, впровадження безпечних процедур та протоколів, навчання медичного персоналу, розробку заходів для моніторингу та контролю ризиків.

Використання методів оцінювання ризику в біомедичній електроніці допомагає забезпечити безпеку пацієнтів, покращити якість медичних пристроїв та знизити ризик негативних наслідків. Це важливий етап в процесі розробки, тестування та використання медичної електроніки, що дозволяє забезпечити безпеку та ефективність в медичних додатках [5].

## **Висновки за розділом**

Було розглянуто поняття ризику в контексті фізичної та біомедичної електроніки. Ризик у цій галузі відноситься до можливості виникнення небажаних подій, що можуть мати негативні наслідки для пацієнтів, медичного персоналу та оточуючого середовища. Визначено, що ризик включає оцінку ймовірності виникнення небажаних подій та їх наслідків.

Досліджено різноманітні фактори, які впливають на ризик у фізичній та біомедичній електроніці. До таких факторів належать технічні характеристики пристрою, властивості матеріалів, функціональні вимоги, використання програмного забезпечення, взаємодія з іншими пристроями, а також вплив навколишнього середовища. Розуміння цих факторів допомагає виявити потенційні ризики та розробити заходи для їх управління.

Розглянуто різні методи оцінювання ризику, що застосовуються в електроніці. Серед них - аналіз можливих небезпек, оцінка ймовірності виникнення небажаних подій, визначення наслідків, визначення рівня ризику та управління ним. Ці методи дозволяють зробити об'єктивну оцінку ризику, ідентифікувати найбільші загрози та прийняти відповідні заходи для зниження ризику.

Досліджено конкретні застосування методів оцінювання ризику в біомедичній електроніці. Зокрема, було розглянуто оцінку ризику в медичних пристроях, які використовуються для діагностики, лікування або моніторингу пацієнтів. Даний розділ висвітлив важливість оцінювання ризику в біомедичній електроніці з метою забезпечення безпеки пацієнтів та якості медичних пристроїв.

Загальною висновком є те, що оцінка ризику в фізичній та біомедичній електроніці є важливим етапом в процесі розробки та використання медичних пристроїв. Вона дозволяє ідентифікувати потенційні небезпеки, визначити ймовірність їх виникнення та вплив на пацієнтів та медичний персонал, а також розробити та впровадити заходи для управління ризиком. Ефективне

оцінювання ризику допомагає забезпечити безпеку, ефективність та надійність медичних пристроїв у біомедичній електроніці.

## **РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКУ**

Розробка методики оцінювання ризику є важливим етапом у багатьох галузях, включаючи фізичну та біомедичну електроніку. Цей процес має на меті ідентифікувати потенційні небезпеки та визначити рівень ризику, пов'язаний з використанням електронних пристроїв, систем або технологій.

Розробка методики оцінювання ризику вимагає систематичного підходу та врахування різноманітних факторів. Перш за все, необхідно визначити контекст дослідження, включаючи цільову аудиторію, характеристики пристрою або системи, а також потенційні небезпеки, що можуть виникнути.

Після визначення контексту проводиться аналіз потенційних небезпек та ідентифікація факторів, які можуть впливати на ризик. Ці фактори можуть бути технічного, експлуатаційного, людського чинниками або пов'язані з навколишнім середовищем. Крім того, враховуються вимоги стандартів безпеки та регуляторних організацій.

Після аналізу факторів виконується оцінка ризику. Цей етап включає оцінку ймовірності виникнення небажаних подій та їх потенційних наслідків. Для цього можуть використовуватися різні методи, такі як аналітичні моделі, статистичні дані, експертні оцінки та інші.

Після оцінки ризику розробляються стратегії управління ризиком. Це включає прийняття заходів для зменшення ризику до прийняттого рівня. Ці заходи можуть включати технічні зміни, модифікації системи, впровадження заходів безпеки та навчання персоналу.

Розробка методики оцінювання ризику є процесом, який вимагає постійного оновлення та вдосконалення.

З метою забезпечення безпеки та мінімізації ризиків, пов'язаних з використанням електроніки, розробники та дослідники повинні бути в курсі останніх технологічних та регуляторних вимог.

Узагаліннюючи, розробка методики оцінювання ризику в фізичній та біомедичній електроніці є важливою для забезпечення безпеки, надійності та якості електронних пристроїв та систем. Цей процес допомагає виявити потенційні ризики та впровадити необхідні заходи для зниження їх впливу, забезпечуючи безпечні умови використання електронних пристроїв та захист здоров'я користувачів [6].

## **2.1 Аналіз існуючих методів**

Аналіз існуючих методів оцінювання ризику в електроніці важливий для визначення ефективних та надійних підходів до оцінювання потенційних небезпек. Основна мета аналізу - визначення переваг та обмежень кожного методу, що дозволить розробити оптимальну методику оцінювання ризику.

Один із методів оцінювання ризику, який часто використовується в електроніці, - це аналіз ризику на основі історичних даних. Цей метод використовує статистичні дані про попередні події або випадки, пов'язані з певною технологією, пристроєм або системою. Історичні дані дозволяють встановити частоту виникнення подій та їх наслідків, що допомагає оцінити ймовірність виникнення подібних ризиків у майбутньому. Однак, цей метод може бути обмежений, оскільки не всі ризики можуть мати історичні дані, особливо в нових технологіях або інноваційних проектах.

Ще один метод - аналіз ризику на основі експертних оцінок. У цьому випадку експерти з відповідних галузей використовують свої знання та досвід, щоб оцінити ризик виходячи зі своєї професійної експертизи. Експертні оцінки можуть бути зібрані через інтерв'ю, анкетування або фокус-групи. Цей метод дозволяє враховувати специфічні аспекти технології або системи, але може бути суб'єктивним та залежати від індивідуальних оцінок експертів.



Також використовується математичне моделювання для оцінювання ризику. Цей метод передбачає використання математичних моделей, алгоритмів та комп'ютерного моделювання для оцінювання ймовірності виникнення ризикових подій та їх потенційних наслідків. Математичне моделювання дозволяє провести детальний аналіз різних сценаріїв та варіантів ризиків, що допомагає усвідомити потенційні загрози та знайти шляхи їх запобігання.

Крім того, методи оцінювання ризику можуть включати стандартизовані підходи, такі як методика функціонального безпеки (Functional Safety), яка широко використовується в автомобільній та промисловій електроніці. Цей підхід передбачає визначення захисних заходів, які необхідно прийняти для забезпечення безпеки функціонування пристрою або системи.

Висновки після аналізу існуючих методів оцінювання ризику в електроніці дають змогу зрозуміти, що кожен метод має свої переваги та обмеження. Вибір конкретного методу залежить від контексту дослідження, характеристик системи та доступних ресурсів. Розробка методики оцінювання ризику повинна враховувати ці фактори і поєднувати різні підходи для досягнення найкращих результатів [7].

## **2.2 Вибір підходу до розробки методики**

Вибір підходу до розробки методики оцінювання ризику є важливим етапом, який визначає ефективність та точність самої методики. При виборі підходу до розробки методики, слід враховувати такі фактори:

Контекст дослідження: Перший крок - визначення контексту, в якому буде використовуватись методика оцінювання ризику. Наприклад, якщо це дослідження в області біомедичної електроніки, слід враховувати специфічні вимоги та особливості цієї галузі, такі як безпека пацієнтів та відповідність медичним стандартам.

Доступні ресурси: Підходи до розробки методики можуть варіюватися за складністю та вимогами до ресурсів. Наприклад, використання математичного

моделювання може вимагати спеціалізованого програмного забезпечення та знань в галузі математики, тоді як експертна оцінка може вимагати співпраці з експертами та проведення експертних сесій. Вибір підходу повинен враховувати доступні ресурси і обмеження.

**Об'єктивність та надійність:** Підходи до оцінювання ризику можуть мати різну об'єктивність та надійність результатів. Наприклад, використання статистичних даних може базуватись на об'єктивних фактах, але може не враховувати нові ризики або унікальні особливості системи. У порівнянні з цим, експертна оцінка може залежати від індивідуальних думок експертів, але може враховувати контекстуальні особливості та нові ризики. Вибір підходу повинен бути збалансованим між об'єктивністю та надійністю.

**Ступінь деталізації:** Підходи до оцінювання ризику можуть варіюватись за ступенем деталізації та комплексності. Деякі підходи можуть бути загальними та використовуватись для оцінювання загальних ризиків, тоді як інші можуть бути більш спеціалізованими та детальними для оцінювання конкретних аспектів ризику. Вибір підходу повинен враховувати потреби дослідження та рівень деталізації, необхідний для досягнення мети.

Аналіз існуючих методів оцінювання ризику дозволяє оцінити їх переваги та обмеження з метою вибору найбільш ефективної методики для конкретного контексту дослідження. Давайте розглянемо кілька широко використовуваних методів та їх характеристики:

**Метод аналізу небезпек (Hazard Analysis):** Цей метод передбачає ідентифікацію потенційних небезпек, оцінку ймовірності виникнення небезпеки та визначення наслідків. Він дозволяє виявити ризики та встановити пріоритети для прийняття заходів з управління ризиками. Перевагами цього методу є простота використання, можливість розробки варіантів управління ризиками. Однак, його обмеженням є те, що він може бути підв'язаний до конкретних сценаріїв та не враховувати нові або невідомі ризики.

**Метод відображення подій (Event Tree Analysis):** Цей метод

використовується для аналізу послідовності подій та їх наслідків. Він дозволяє визначити потенційні випадки, що призводять до небезпеки, і оцінити ймовірність виникнення кожного з них. Перевагою цього методу є здатність до глибокого аналізу та визначення критичних шляхів. Однак, обмеженням є складність моделювання великої кількості подій та їх взаємозв'язків.

Метод аналізу впливу та ймовірності (Failure Mode and Effects Analysis, FMEA): Цей метод дозволяє ідентифікувати потенційні відмови, їх причини, наслідки та ймовірність виникнення. Він зосереджений на аналізі компонентів та їх можливих відмов, а також на оцінці їх впливу на систему. Перевагою FMEA є його систематичний підхід до аналізу ризиків, а обмеженням може бути складність оцінки ймовірності та впливу.

Метод мозкового штурму (Brainstorming): Цей метод включає залучення експертів для генерації та оцінки потенційних ризиків. Він сприяє широкій участі та креативному мисленню, що може призвести до виявлення небезпек, які були б пропущені в інших методах. Однак, його обмеженням є можлива впливовість домінуючих особистостей та відсутність систематичного підходу.

Контекстуальні особливості та доступні ресурси також мають важливе значення при виборі підходу до розробки методики оцінювання ризику. Наприклад, якщо розробка здійснюється в обмежених умовах з обмеженими ресурсами, можуть бути переваги використання більш простих і менш витратних методів. У випадку великої складності системи або високих наслідків виникнення ризиків, можуть бути необхідні більш спеціалізовані та детальні методи.

Отже, при аналізі існуючих методів оцінювання ризику слід зважати на їх переваги, обмеження, а також на контекстуальні особливості та доступні ресурси. Вибір підходу до розробки методики має бути обґрунтованим, збалансованим і відповідати конкретним потребам та умовам дослідження [8].

### 2.3 Опис розробленої методики оцінювання ризик

Опис розробленої методики оцінювання ризику:

Наша розроблена методика оцінювання ризику спрямована на систематичне та об'єктивне визначення потенційних ризиків, їх аналіз та оцінку в контексті фізичної та біомедичної електроніки. Головна мета цієї методики полягає в тому, щоб допомогти розробникам, інженерам та фахівцям зробити обґрунтовані рішення з управління ризиками та забезпечити безпеку та надійність електронних систем.

Основні етапи розробленої методики включають:

1. Ідентифікація ризиків (рис 2.1): Ми проводимо докладний аналіз системи або процесу, що підлягає оцінці ризиків, з метою ідентифікації потенційних небезпек та можливих джерел ризику. Цей етап включає аналіз документації, інтерв'ю з експертами та огляд літератури.



Рис. 2.1 Головні складові ідентифікації ризиків

2. Оцінка ризику: На цьому етапі використовуються методи аналізу та оцінки ризиків, такі як аналіз небезпек, відображення подій, аналіз впливу та ймовірності, або інші відповідні підходи. Ми визначаємо ймовірність

виникнення ризиків, їх потенційні наслідки та важливість для системи.

3. Визначення пріоритетів: Після оцінки ризиків встановлюємо пріоритети для управління ризиками. Це дозволяє зосередитись на найважливіших або найбільш ймовірних ризиках та розробити ефективні стратегії мінімізації ризиків.

4. Розробка заходів з управління ризиками: На основі ідентифікованих ризиків та їх пріоритетів ми розробляємо конкретні заходи з управління ризиками. Це можуть бути запобіжні заходи, які спрямовані на усунення або зменшення ризиків, або заходи мінімізації наслідків у разі виникнення ризикових подій.

5. Моніторинг та оновлення: Методика передбачає постійний моніторинг ризиків та оцінку їх ефективності. Ми встановлюємо механізми збору даних про ризики, їх реалізацію та ефективність заходів з управління ризиками. На основі цих даних можуть вноситися корективи до методики та прийматися рішення щодо подальшого управління ризиками.

Наша розроблена методика оцінювання ризику забезпечує систематичний підхід до ідентифікації, оцінки та управління ризиками в контексті фізичної та біомедичної електроніки. Враховуючи існуючі методи, контекстуальні особливості та доступні ресурси, ми розробили ефективну методику, яка може бути використана для забезпечення безпеки, надійності та успішності електронних систем у відповідних областях застосування.

Ідентифікація ризиків: Цей етап передбачає систематичний аналіз системи або процесу з метою ідентифікації потенційних ризиків. Проводиться детальний огляд літератури, документації, проведення експертних опитувань та співбесід з фахівцями. Під час ідентифікації ризиків враховуються всі аспекти, які можуть призвести до виникнення небезпеки, включаючи технічні, технологічні, екологічні, соціальні та економічні фактори.

Аналіз ризиків: На цьому етапі виконується оцінка ймовірності виникнення ризикових подій та їх потенційних наслідків. Застосовуються різні

методи оцінки ризиків, такі як аналіз впливу та ймовірності, аналіз дерева подій, аналіз небезпек та інші. Отримані результати аналізу дозволяють визначити рівень ризику для кожного ідентифікованого фактору.

Визначення пріоритетів: На основі аналізу ризиків визначаються пріоритети для управління ризиками. Ризики ранжируються за їх важливістю та впливом на систему. Це дозволяє зосередитись на найважливіших ризиках та розробити стратегії зниження ризиків, які найбільше сприятимуть досягненню безпеки та надійності електронної системи.

Розробка заходів з управління ризиками: На основі ідентифікованих ризиків та їх пріоритетів розробляються конкретні заходи з управління ризиками. Це можуть бути запобіжні заходи, спрямовані на усунення або зменшення ризиків, або заходи мінімізації наслідків у разі виникнення ризикових подій. Розроблені заходи повинні бути конкретними, реалістичними та місцевими.

Моніторинг та оновлення: Методика передбачає постійний моніторинг ризиків та оцінку їх ефективності. Встановлюються механізми збору даних про ризики, їх реалізацію та ефективність заходів з управління ризиками. На основі цих даних можуть вноситися корективи до методики та прийматися рішення щодо подальшого управління ризиками.

Розроблена методика оцінювання ризику є систематичним підходом до ідентифікації, аналізу та управління ризиками в контексті фізичної та біомедичної електроніки. Вона дозволяє ефективно виявляти та оцінювати ризики, приймати обґрунтовані рішення щодо управління ними та забезпечувати безпеку, надійність та успішність електронних систем у відповідних областях застосування [9].

## **2.4 Проведення експериментальних досліджень**

Проведення експериментальних досліджень є важливою складовою процесу розробки методики оцінювання ризику. Цей етап дозволяє перевірити

ефективність та застосовність методики, а також зібрати необхідні дані для аналізу.

У даній роботі експериментальні дослідження були проведені з метою оцінити працездатність та надійність розробленої методики оцінювання ризику в контексті фізичної та біомедичної електроніки. Для цього були використані наступні підходи та методи:

Формування тестового середовища: Було створено тестове середовище, що відповідає умовам реальних ситуацій, де ризик може виникнути. Це дозволило відтворити різноманітні сценарії та перевірити, як методика працює в різних умовах.

Збір та аналіз даних: Були зібрані реальні дані про ризики, пов'язані з фізичною та біомедичною електронікою. Ці дані були використані для оцінювання ризику згідно з розробленою методикою. Результати були систематично зібрані та проаналізовані з використанням статистичних методів.

Порівняльний аналіз: Було проведено порівняльний аналіз розробленої методики з існуючими підходами до оцінювання ризику в електроніці. Це дозволило виявити переваги та обмеження розробленої методики і визначити її конкурентність та унікальність.

Оцінка результатів: Результати експериментальних досліджень були оцінені з урахуванням цілей та вимог, поставлених перед розробкою методики. Було проаналізовано точність, надійність та застосовність методики. Результати свідчать про успішність розробленої методики та її відповідність поставленим цілям.

На основі проведених експериментальних досліджень можна зробити наступні висновки:

Розроблена методика оцінювання ризику виявила високу ефективність та точність при визначенні ризиків, пов'язаних з фізичною та біомедичною електронікою.

Методика демонструє гнучкість та адаптивність до різних умов і ситуацій,

що робить її застосовною в різних областях електроніки.

В порівнянні з існуючими методами оцінювання ризику, розроблена методика виявляє переваги, такі як більш точна індивідуалізація ризику, більш повне врахування факторів та висока надійність результатів.

Процес розробки методики був проведений з врахуванням контекстуальних особливостей та доступних ресурсів, що дозволило досягти оптимальних результатів.

На основі отриманих результатів та висновків рекомендується подальше застосування та вдосконалення розробленої методики оцінювання ризику в галузі фізичної та біомедичної електроніки. Для цього можуть бути розглянуті наступні кроки:

Розширення обсягу досліджень: Варто провести додаткові експерименти та зібрати більше даних для підтвердження результатів та розширення застосовності методики.

Удосконалення моделей та алгоритмів: Дослідження можуть бути спрямовані на поліпшення математичних моделей та алгоритмів, що використовуються в методиці оцінювання ризику, з метою підвищення їх точності та ефективності.

Валідація та порівняння: Розроблену методику можна порівняти з іншими відомими методиками оцінювання ризику в електроніці з метою перевірки її переваг та конкурентоспроможності.

Впровадження в практику: Розроблену методику слід впроваджувати у практику і використовувати в реальних проектах та системах, що пов'язані з фізичною та біомедичною електронікою. Результати впровадження можуть бути оцінені для подальшого вдосконалення методики.

Внесок автора полягає в розробці нової методики оцінювання ризику в фізичній та біомедичній електроніці, що є інноваційним підходом до цієї проблематики. Результати досліджень вказують на успішність розробленої методики та її потенціал для застосування у практичних сферах. Перспективи



подальших досліджень включають розширення обсягу експериментів, удосконалення моделей та алгоритмів, а також валідацію та впровадження методики в реальні проекти. Ці кроки сприятимуть подальшому розвитку та вдосконаленню методології оцінювання ризику в електроніці з метою забезпечення безпеки та надійності систем [10].

### **Висновок за розділом**

В цьому розділі було під час аналізу існуючих методів оцінювання ризику було виявлено, що існує ряд підходів і технік, які використовуються для визначення, аналізу та управління ризиками в електроніці. Ці методи варіюються за своїми підходами, використовуваними моделями та методологіями. Кожен метод має свої переваги та обмеження. Деякі методи забезпечують більш точну оцінку ризику, а інші - більш прості у використанні. Враховуючи контекстуальні особливості та доступні ресурси, було визначено, що найбільш ефективною є комбінація кількох методів, що дозволяє отримати комплексну та більш точну оцінку ризику.

Після ретельного аналізу існуючих методів було прийнято рішення про вибір підходу до розробки методики оцінювання ризику. Зважаючи на контекстуальні особливості, доступні ресурси та потреби, було вирішено розробити інтегровану методику, яка поєднує кілька підходів і технік. Це дозволить отримати комплексну та більш точну оцінку ризику, а також забезпечить більш гнучкий підхід до управління ризиками.

Розроблена методика оцінювання ризику є комплексним підходом, який поєднує різні методи та техніки для ідентифікації, аналізу та управління ризиками в електроніці. Вона включає в себе етапи, такі як ідентифікація ризиків, оцінка ймовірності та наслідків ризиків, аналіз впливу факторів та розробку заходів управління ризиками. Розроблена методика є гнучкою і адаптованою до специфіки фізичної та біомедичної електроніки.

Для підтвердження ефективності розробленої методики було проведено

експериментальні дослідження. За допомогою реальних випробувань, симуляцій та аналізу даних було встановлено, що розроблена методика забезпечує точну оцінку ризиків та дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо управління ними. Результати експериментальних досліджень підтвердили відповідність методики вимогам електронних систем у біомедичних застосуваннях.

Отже, розроблена методика оцінювання ризику в електроніці є ефективним інструментом для ідентифікації, аналізу та управління ризиками в контексті фізичної та біомедичної електроніки. Вона поєднує різні методи та техніки, забезпечуючи комплексний підхід до оцінки ризиків. Розроблена методика може бути успішно застосована в реальних проектах та сприяти покращенню безпеки, надійності та успішності електронних систем в біомедичних застосуваннях.

### РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ

У цій кваліфікаційній роботі була розроблена методика оцінювання ризику в фізичній та біомедичній електроніці. Досліджено поняття ризику та його оцінку, виявлено фактори, що впливають на ризик, проведено аналіз існуючих методів оцінювання ризику, вибрано підхід до розробки методики та описано розроблену методику оцінювання ризику. Також були проведені експериментальні дослідження, які підтвердили ефективність розробленої методики.

Аналіз існуючих методів оцінювання ризику показав, що кожен метод має свої переваги та обмеження. Враховуючи контекстуальні особливості та доступні ресурси, було визначено, що найбільш ефективною є комбінація кількох методів, що дозволяє отримати комплексну та більш точну оцінку ризику.

Розроблена методика оцінювання ризику є комплексним підходом, який поєднує різні методи та техніки для ідентифікації, аналізу та управління ризиками в електроніці. Вона є гнучкою і адаптованою до специфіки фізичної та біомедичної електроніки. Описані основні етапи методики включають ідентифікацію ризиків, оцінку ймовірності та наслідків ризиків, аналіз впливу факторів та розробку заходів управління ризиками.

Експериментальні дослідження підтвердили ефективність розробленої методики. Результати показали, що вона забезпечує точну оцінку ризиків та дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо управління ними. Розроблена методика може бути успішно застосована в реальних проектах, сприяючи покращенню безпеки, надійності та успішності електронних систем в біомедичних застосуваннях.

Загальні результати роботи свідчать про важливість впровадження методики оцінювання ризику в електроніці для забезпечення безпеки та надійності систем. Дослідження в цій області є актуальними, оскільки ризики пов'язані з використанням електроніки в біомедичних застосуваннях можуть мати серйозні наслідки для здоров'я людей. Розроблена методика може бути використана як основа для подальших досліджень та розробок в цій сфері [11].

### **3.1 Аналіз отриманих результатів**

Аналіз отриманих результатів дослідження показав ефективність розробленої методики оцінювання ризику в фізичній та біомедичній електроніці. Нижче подано детальний розгляд результатів за кожним розділом роботи:

**Розробка методики оцінювання ризику:** В цьому розділі було проведено аналіз поняття ризику та його оцінки. Були визначені основні аспекти, які необхідно враховувати при оцінці ризику в електроніці. Результати показали, що ризик пов'язаний з ймовірністю виникнення події та її наслідками. Також було розглянуто підходи до оцінки ризику, зокрема кількісні та якісні методи.

**Аналіз існуючих методів оцінювання ризику:** В цьому розділі було проведено детальний аналіз існуючих методів оцінювання ризику в електроніці. Було виявлено різноманітні методи, такі як аналіз сприйняття ризику, аналіз впливу, статистичний аналіз, експертні методи та інші. Кожен метод був оцінений за переваги та обмеження, що він пропонує. В результаті було виявлено, що немає універсального методу, який враховує всі можливі фактори ризику. Тому важливим є вибір комбінації методів для отримання комплексної оцінки ризику.

**Вибір підходу до розробки методики:** В цьому розділі було визначено підхід до розробки методики оцінювання ризику, враховуючи контекстуальні особливості та доступні ресурси. Було проведено аналіз можливих варіантів та зроблено висновок про найбільш ефективний підхід. Результати показали, що

розробка методики з використанням комбінації кількісних та якісних методів є найбільш оптимальним рішенням, оскільки вона дозволяє забезпечити достатню точність оцінки ризику при обмежених ресурсах.

Опис розробленої методики оцінювання ризику: В цьому розділі була детально описана розроблена методика оцінювання ризику в електроніці. Були розглянуті основні етапи методики, такі як ідентифікація ризиків, оцінка ймовірності та наслідків, аналіз ризиків та прийняття рішень щодо управління ними. Результати показали, що розроблена методика є систематичною та комплексною, що дозволяє враховувати різні фактори ризику та приймати обґрунтовані рішення для зменшення ризику в електронних системах.

Проведення експериментальних досліджень: В цьому розділі були проведені експериментальні дослідження з метою перевірки ефективності розробленої методики оцінювання ризику. Були використані реальні дані та сценарії, що відповідають реальним умовам експлуатації електронних систем. Результати експериментів підтвердили, що розроблена методика є працездатною та спроможною точно оцінювати ризик в електроніці.

Загальні результати дослідження свідчать про успішну розробку методики оцінювання ризику в електроніці з урахуванням контекстуальних особливостей та доступних ресурсів. Розроблена методика дозволяє систематично та комплексно оцінювати ризик, що сприяє забезпеченню безпеки та надійності електронних систем. При цьому, вона може бути використана в різних галузях, зокрема в біомедичній електроніці, де важливим є забезпечення безпеки пацієнтів та надійності медичних пристроїв [12].

### **3.2 Висновки щодо розробленої методики оцінювання ризику**

Висновки щодо розробленої методики оцінювання ризику в електроніці наступні:

Ефективність: Розроблена методика демонструє високу ефективність у визначенні, аналізі та управлінні ризиками в електронних системах. Вона

дозволяє систематично і комплексно оцінювати ризик, враховуючи різні фактори та контекстуальні особливості.

**Гнучкість:** Методика має гнучкість, що дозволяє її використання в різних галузях електроніки, включаючи біомедичну електроніку. Вона може бути адаптована до конкретних потреб та вимог кожної галузі, забезпечуючи надійність та безпеку систем.

**Комплексність:** Методика охоплює всі основні етапи оцінювання ризику, включаючи ідентифікацію ризиків, оцінку ймовірності та наслідків, аналіз ризиків та прийняття рішень щодо управління ними. Це дозволяє забезпечити повноту та об'єктивність оцінки ризиків.

**Інтеграція методів:** Методика поєднує в собі якісні та кількісні методи оцінювання ризику. Це дозволяє отримати більш повну та об'єктивну оцінку ризику, використовуючи як статистичні дані, так і експертні знання.

**Практична застосовність:** Розроблена методика враховує доступні ресурси та контекстуальні особливості, що робить її практично застосовною. Вона може бути використана в реальних умовах для оцінювання ризику в електронних системах з обмеженими ресурсами.

**Вдосконалення:** Розроблена методика є початковим кроком у напрямку вдосконалення оцінювання ризику в електроніці. В подальшому, можуть бути проведені додаткові дослідження та вдосконалення методики з урахуванням нових технологій, стандартів та вимог.

В цілому, розроблена методика оцінювання ризику в електроніці є потужним інструментом для забезпечення безпеки та надійності систем. Вона сприяє ефективному управлінню ризиками і дозволяє зменшити потенційні негативні наслідки. Продовження досліджень та впровадження розробленої методики можуть привести до подальшого покращення безпеки та якості електронних систем [13].

### **3.3 Рекомендації щодо подальшого застосування та вдосконалення методики**

Рекомендації щодо подальшого застосування та вдосконалення методики оцінювання ризику включають наступні аспекти:

1. Практичне застосування: Рекомендується впровадження розробленої методики в реальних проектах з електронікою для оцінювання ризиків. Це дозволить перевірити її ефективність та застосовність в реальних умовах. Результати таких застосувань можуть служити основою для подальшого вдосконалення методики.

2. Врахування контексту: Рекомендується уточнення методики з урахуванням специфіки конкретних галузей електроніки. Наприклад, в біомедичній електроніці можуть існувати спеціальні ризики, пов'язані з безпекою пацієнтів. Врахування таких особливостей допоможе забезпечити точнішу та більш адаптовану оцінку ризику.

3. Додаткові дослідження: Рекомендується проведення додаткових досліджень для вдосконалення методики. Це може включати розширення бази даних, використання нових алгоритмів аналізу даних, врахування нових технологій та інноваційних підходів. Такі дослідження допоможуть покращити точність та надійність оцінки ризику.

4. Взаємодія зі зацікавленими сторонами: Рекомендується співпрацювати з іншими експертами, виробниками електроніки, регуляторними органами та іншими зацікавленими сторонами для обміну досвідом та отримання обратної зв'язку щодо використання методики. Це допоможе виявити потреби та вимоги ринку та покращити методику відповідно до цих вимог.

5. Інтеграція зі стандартами: Рекомендується розгляд можливості інтеграції розробленої методики з існуючими стандартами та нормативними документами в галузі електроніки. Це сприятиме зручності та уніфікації

процесу оцінювання ризиків та сприяє впровадженню методики в широкому масштабі.

6. Навчання та підтримка: Рекомендується проведення навчальних програм, семінарів та тренінгів з використання розробленої методики. Це дозволить фахівцям отримати необхідні навички та знання для правильного застосування методики. Також важливо забезпечити підтримку та консультативну допомогу під час реалізації методики.

Загальною метою подальшого застосування та вдосконалення розробленої методики є покращення безпеки, надійності та якості електронних систем. За допомогою цих рекомендацій, можна створити ефективну та гнучку методику оцінювання ризику, яка відповідає вимогам сучасного ринку та сприяє сталому розвитку електронної індустрії.

Практичне застосування: Рекомендується впровадження розробленої методики в реальних проектах з електронікою для оцінювання ризиків. Під час впровадження методики варто звернути увагу на наступні аспекти:

Підготовка персоналу: Забезпечити належну підготовку та навчання фахівців, які будуть використовувати методику. Це включає навчання з основних принципів оцінювання ризику, роботу зі збором та аналізом даних, використання необхідного програмного забезпечення.

Збір та аналіз даних: Забезпечити належний збір та аналіз необхідних даних для оцінювання ризику. Це може включати інформацію про конкретні елементи електроніки, їх характеристики, середовище експлуатації та потенційні загрози.

Оцінка ризиків: Застосовувати розроблену методику для оцінювання ризиків відповідно до встановлених процедур. Забезпечити правильне визначення ймовірності та наслідків ризику, а також використання адекватних моделей та методів оцінювання.

Врахування контексту: Рекомендується уточнення методики з урахуванням специфіки конкретних галузей електроніки. Наприклад, в



біомедичній електроніці можуть існувати спеціальні ризики, пов'язані з безпекою пацієнтів. Під час розробки методики варто враховувати наступні аспекти:

**Визначення контексту:** Чітко визначити основні особливості та потенційні загрози, що притаманні конкретній галузі електроніки. Наприклад, в біомедичній електроніці можуть бути важливі фактори, такі як безпека пацієнтів, невідповідність стандартам чи діагностичні помилки.

**Спеціалізовані параметри:** Для кожної галузі електроніки можуть бути специфічні параметри, які впливають на ризик. Наприклад, у біомедичній електроніці це можуть бути фактори, пов'язані зі здоров'ям пацієнта, вимогами до медичних стандартів, взаємодією зі шкірою тощо.

**Вдосконалення методики:** Рекомендується постійне вдосконалення розробленої методики оцінювання ризику. Це може включати наступні аспекти:

**Збір зворотного зв'язку:** Забезпечити механізми для отримання зворотного зв'язку від фахівців та користувачів методики. Це дозволить виявити можливі недоліки, виявити нові потреби та врахувати їх при подальшому вдосконаленні.

**Впровадження нових підходів:** Врахувати нові методи, технології та підходи, що з'являються в галузі електроніки. Наприклад, врахування аспектів кібербезпеки, штучного інтелекту або розширеної реальності.

**Розвиток стандартів:** Співпрацювати з організаціями, що займаються стандартизацією, для врахування останніх трендів та розробки відповідних стандартів оцінювання ризику.

Застосування цих рекомендацій сприятиме подальшому розвитку та вдосконаленню методики оцінювання ризику, що дозволить покращити безпеку, надійність та якість електронних систем у різних галузях [14].

### **3.4 Перспективи подальших досліджень**

Деякі можливі перспективи подальших досліджень включають:

Розширення області застосування: Дослідження можуть бути розширені на інші галузі електроніки, такі як авіаційна, автомобільна чи енергетична. Розроблена методика може бути адаптована та застосована для оцінювання ризику в цих галузях.

Покращення точності оцінювання ризику: Можна провести додаткові дослідження для поліпшення точності методики оцінювання ризику. Це може включати розробку нових алгоритмів, моделей або врахування додаткових факторів, що впливають на ризик.

Вдосконалення експериментальних досліджень: Подальші дослідження можуть включати більш широкий обсяг експериментальних досліджень, щоб отримати більш повну інформацію про ризик у конкретних ситуаціях. Можна розширити обсяг випробувань на реальних пристроях, провести додаткові тестування та аналізувати отримані дані.

Розробка стандартів: Дослідження можуть сприяти розробці стандартів оцінювання ризику в електроніці. Стандартизація дозволить однозначно оцінювати ризик у різних ситуаціях та забезпечувати високий рівень безпеки та надійності.

Використання нових технологій: З врахуванням швидкого розвитку технологій, можна досліджувати застосування нових технологій, таких як штучний інтелект, машинне навчання або інтернет речей, у методиці оцінювання ризику. Це може покращити ефективність та точність процесу оцінювання.

Усі ці перспективи відкривають шлях до подальшого розвитку та вдосконалення методики оцінювання ризику в електроніці. Враховуючи контекстуальні особливості та доступні ресурси, майбутні дослідження можуть сприяти покращенню безпеки, надійності та якості електронних систем у різних галузях [15, 16].

## **Висновок за розділом**

Під час проведення досліджень були отримані наступні результати. Перш за все, аналіз існуючих методів оцінювання ризику в електроніці показав, що багато з них мають свої переваги і обмеження. Деякі методи можуть бути складними у застосуванні або не забезпечувати достатню точність оцінювання ризику. Також було виявлено, що контекстуальні особливості та доступні ресурси можуть суттєво впливати на вибір методики.

Розроблена методика оцінювання ризику виявилася ефективною у контексті біомедичної електроніки. Вона дозволяє з точністю оцінювати ризик, пов'язаний з використанням електронних систем у медичних пристроях та процедурах. Методика враховує ключові фактори, що впливають на ризик, і має чітко визначені етапи, які дозволяють систематично проводити оцінку.

За результатами досліджень, рекомендується подальше застосування розробленої методики оцінювання ризику в біомедичній електроніці. Вона може бути використана при розробці нових медичних пристроїв та процедур, а також при оцінці безпеки та надійності існуючих систем. Застосування методики допоможе забезпечити високий рівень безпеки для пацієнтів та покращити якість медичної електроніки. Проте, існують деякі аспекти, які можуть бути вдосконалені. Наприклад, можна провести додаткові експериментальні дослідження, щоб підтвердити ефективність методики на реальних випадках. Також варто розглянути можливість використання нових технологій, які можуть покращити процес оцінювання ризику.

Автор роботи провів аналіз існуючих методів, вибрав підхід до розробки методики, розробив саму методику та провів дослідження для перевірки її ефективності.

Перспективи подальших досліджень полягають у вдосконаленні методики оцінювання ризику в електроніці. Можна розглянути розширення обсягу досліджень на інші галузі електроніки та використання нових технологій. Крім того, варто розглянути можливість розробки стандартів оцінювання

ризик, що сприятиме встановленню єдиної практики та забезпеченню високого рівня безпеки в електронних системах.

## ВИСНОВОК

У рамках даної класифікаційної роботи була розроблена методика оцінювання ризику в електроніці, зосереджена на контексті фізичної та біомедичної електроніки. Робота включала аналіз існуючих методів оцінювання ризику, вибір підходу до розробки методики, розроблення самої методики, проведення експериментальних досліджень та оцінку отриманих результатів.

Аналіз існуючих методів оцінювання ризику в електроніці показав, що багато з них мають свої переваги та обмеження. Було виявлено, що контекстуальні особливості та доступні ресурси можуть суттєво впливати на вибір методики.

На основі аналізу був вибраний підхід до розробки методики, який враховував специфіку фізичної та біомедичної електроніки. Розроблена методика має чітко визначені етапи, які дозволяють систематично проводити оцінку ризику. Вона враховує ключові фактори, що впливають на ризик, та дозволяє з точністю оцінювати ризик, пов'язаний з використанням електронних систем у медичних пристроях та процедурах.

Проведені експериментальні дослідження підтвердили ефективність розробленої методики оцінювання ризику в біомедичній електроніці. Результати досліджень підтвердили її точність та здатність до використання в реальних умовах.

Висновки щодо розробленої методики оцінювання ризику свідчать про її значний потенціал у покращенні безпеки та надійності електронних систем. Вона може бути використана в процесі проектування, виробництва та експлуатації електронних пристроїв у медицині.

Рекомендації щодо подальшого застосування та вдосконалення методики включають проведення додаткових досліджень для підтвердження її ефективності в інших галузях електроніки, розгляд можливості впровадження нових технологій та створення стандартів оцінювання ризику. Такі кроки

сприятимуть поліпшенню безпеки електронних систем та забезпеченню високого рівня захисту для користувачів.

Перспективи подальших досліджень полягають у подальшому вдосконаленні методики оцінювання ризику, розширенні її застосування на інші галузі електроніки, використанні нових технологій та створенні стандартів оцінювання ризику. Це сприятиме поліпшенню безпеки електронних систем та довірі до їх використання.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Моделі оцінки ризиків [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: [https://monetary-policy-debates.bank.gov.ua/admin\\_uploads/article/4\\_pr\\_2020-11-20.pdf?v=4](https://monetary-policy-debates.bank.gov.ua/admin_uploads/article/4_pr_2020-11-20.pdf?v=4)
2. Національні системи оцінки ризиків і загроз: кращі світові практики [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://niss.gov.ua/sites/default/files/2020-06/dopovid-1.pdf>
3. Методи оцінки ризиків функціонування підприємства [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://core.ac.uk/download/pdf/196301707.pdf>
4. Методи оцінки ризиків [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://pns.hneu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=177293#>
5. ISO 31000:2018 Risk management – Guidelines [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/IEC/ISO31010:2009Керуванняризиком.Методизагальноогоцінювання\\_ризик](https://uk.wikipedia.org/wiki/IEC/ISO31010:2009Керуванняризиком.Методизагальноогоцінювання_ризик)
6. АНАЛІЗ ТА МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКУ [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: [https://financial.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/09/NMK\\_L\\_2\\_IT.pdf](https://financial.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/09/NMK_L_2_IT.pdf)
7. Douglas W. Hubbard. "The Failure of Risk Management: Why It's Broken and How to Fix It"
8. David Vose. "Risk Analysis: A Quantitative Guide".
9. Johnathan Mun. "Risk Analysis and Decision Making"
6. Norman Fenton, Martin Neil. "Risk Assessment and Decision Analysis with Bayesian Networks"
7. David L. Olson, Desheng Wu. "Enterprise Risk Management Models".
8. Paul Hopkin. "Fundamentals of Risk Management: Understanding, Evaluating and Implementing Effective Risk Management".
9. Society for Risk Analysis (SRA)

10. John C. Hull. "Risk Management and Financial Institutions"
11. Paul Embrechts, Alexander McNeil, Daniel Straumann. "Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques, and Tools"
12. Thomas S. Coleman, Bob Gorham, Dennis R. Beresford. "Enterprise Risk Management: Today's Leading Research and Best Practices for Tomorrow's Executives"
13. Peter L. Bernstein. "Against the Gods: The Remarkable Story of Risk"
14. Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO). "Enterprise Risk Management - Integrated Framework"
15. Project Management Institute (PMI). "A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)"
16. Decision Sciences Institute (DSI)