

МАГІСТЕРСЬКА ДИСЕРТАЦІЯ

на тему :

“ Оптимізація технічного обслуговування та ремонтів систем важливих для безпеки на основі ризик-інформованого підходу на енергоблоці ЗАЕС №2 ”

ТЯ01мп.174.0003.248.МД

Виконав

студент VI курсу

групи ТЯ-01мп

Денис БАДАКА

Київ 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Теплоенергетичний факультет
Кафедра атомних електричних станцій і інженерної теплофізики

«На правах рукопису»
УДК _____

До захисту допущено:
Завідувач кафедри

_____ / Валерій ТУЗ/
“ ” _____ 2021 р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра**

за освітньо-професійною програмою _____ *Атомні електричні станції*
зі спеціальності _____ *143 Атомна енергетика*

на тему: _____ *Оптимізація технічного обслуговування та ремонтів
систем важливих для безпеки на основі ризик-інформованого
підходу на енергоблоці ЗАЕС №2*

Виконав (-ла): студент (-ка) _____ *VI* курсу, групи _____ *ТЯ-01мп*

Бадака Денис Віталійович

_____ (прізвище ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник _____ *доцент, к.т.н., Філатов В. І.*

_____ (посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Консультанти:

з питань розроблення
стартап-проекту _____ *асистент Остапенко І.А.*
(назва розділу) _____ (посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові) _____ (підпис)

з питань охорони праці _____ *к.т.н., доц. Каштанов С.Ф.*
(назва розділу) _____ (посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові) _____ (підпис)

Рецензент _____ *начальник відділу АТ КіЕП, Александров Є. О.*
_____ (посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові) _____ (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.
Студент (-ка) _____ (підпис)

Київ – 2021 рік

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Теплоенергетичний факультет
Кафедра атомних електричних станцій і інженерної теплофізики

Рівень вищої освіти другий(магістерський)
Спеціальність 143 Атомна енергетика
Освітньо-професійна програма Атомні електричні станції

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

/ВАЛЕРІЙ ТУЗ/

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ _____ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту

Бадаці Денису Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Оптимізація технічного обслуговування та ремонтів систем важливих для безпеки на основі ризик-інформованого підходу на енергоблоці ЗАЕС №2

науковий керівник дисертації

Філатов В. І. к.т.н.,

(прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « ___ » _____ 2021 р. № _____

2. Термін подання студентом дисертації "28" листопада 2021 р.

3. Об'єкт дослідження обслуговування і ремонт систем важливих для безпеки

4. Вихідні дані модель енергоблоку №2 ВП ЗАЕС в форматі розрахункового коду RiskWatcher.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити

а) основна частина: виконати оптимізацію технічного обслуговування і ремонту системи важливої для безпеки на енергоблоці ЗАЕС №2

б) розглянути питання охорони праці та безпека в надзвичайних ситуаціях запропонувати технічні рішення та організаційні заходи з радіаційної безпеки електробезпеки та визначені основні заходи з безпеки у надзвичайних ситуаціях

в) розробити стартап-проект: провести маркетинговий аналіз застосування

оптимізації технічного обслуговування і ремонту, на українських АЕС.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу

1. *Схема системи аварійної живильної води. Схема принципова – 1 аркуш А1*
2. *Схема системи аварійного та планового охолодження активної зони.*

Схема принципова – 1 аркуш А1.

3. *Резервна дизельна електростанція. Схема принципова води внутрішнього контуру – 1 аркуш А1.*

4. *Дизель-генератор АСД-5600. Настановний кресленик – 1 аркуш А1.*

5. *Плакат згідно спецпитання – 4 аркуші А1.*

7. Орієнтовний перелік публікацій

8. Консультанти розділів дисертації:

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|-------------------------------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| з розроблення стартап-проекту | <i>асистент, Остапенко І. А.</i> | | |
| з питань охорони праці | <i>к.т.н., доц. Кашианов С.Ф.</i> | | |

9. **Дата видачі завдання** " 28 " жовтня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів виконання магістерської дисертації | Термін виконання етапів магістерської дисертації | Примітка |
|-------|--|--|----------|
| 1 | <i>Аналіз вже проведених досліджень.</i> | 01.10.2020 | |
| 3 | <i>Огляд і аналіз ризик-інформованого управління конфігурацією енергоблока</i> | 28.05.2021 | |
| 4 | <i>Огляд оцінки інтегрованого ризику</i> | 13.09.2021 | |
| 5 | <i>Моделювання розрахункової моделі в програмному забезпеченні RiskWatcher</i> | 20.10.2021 | |
| 6 | <i>Розроблення стартап-проекту</i> | 01.11.2021 | |
| 7 | <i>Охорона праці</i> | 18.11.2021 | |
| 8 | <i>Підпис керівника магістерської дисертації</i> | 28.11.2021 | |
| 9 | <i>Проходження нормоконтролю</i> | 29.11-05.12.2021 | |
| 10 | <i>Попередній захист</i> | 06.12-13.12.2021 | |
| 11 | <i>Державний захист магістерської дисертації</i> | 13.12-31.12.2021 | |

Студент

_____ (підпис)

Денис БАДАКА

_____ (Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Науковий керівник

_____ (підпис)

Володимир ФІЛАТОВ

_____ (Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

МД: 139 с., 22 рис., 37 табл., 3 додатки, 27 джерел

Об'єкт дослідження – системи, що важливі для безпеки:

- система аварійної живильної води (ТХ10, 20, 30);
- система аварійного та планового охолодження активної зони (ТQ12,22,32);
- дизель генератор резервної дизельної електростанції.

Предмет дослідження – процес проведення технічного обслуговування і ремонту систем важливих для безпеки.

Мета роботи – оптимізація технічного обслуговування і ремонту за допомогою:

- перенесення виконання ТОіР СВБ при роботі енергоблоку на потужності, в тому числі збільшення дозволеного часу виведення обладнання в ремонт при плануванні ТОіР;
- перегляд дозволеного регламентного часу виведення обладнання в ремонт в разі відмови чи незапланованої неготовності обладнання при роботі енергоблоку на потужності.

Метод дослідження - використання ризик-монітору, що використовує програмне забезпечення RiskWatcher для обґрунтування виконання технічного обслуговування і ремонтів систем важливих для безпеки при роботі енергоблоку на потужності та збільшення дозволеного часу виведення обладнання в ремонт.

Ключові слова

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ,
РИЗИК-ІНФОРМОВАНИЙ ПІДХІД, RISKWATCHER.

ABSTRACT

MD: 139 pages, 22 images, 37 tables, 3 applications, 27 sources.

Object of research - systems that are important for security:

- emergency feed water system (TX10, 20, 30);
- system of emergency and planned cooling of the core (TQ12,22,32);
- diesel generator backup diesel power plant.

The subject of research - the process of maintenance and repair of systems important for safety.

The purpose of work - optimization of maintenance and repair by means of:

- postponement of CSR maintenance during the operation of the power unit at capacity, including increase of the allowed time of putting the equipment into repair during maintenance planning;
- revision of the allowed regular time of putting the equipment into repair in case of failure or unplanned unpreparedness of the equipment during operation of the power unit at capacity.

The research method is the use of a risk monitor that uses RiskWatcher software to justify the maintenance and repair of systems important for safety during operation of the power unit at capacity and increase the allowable time of decommissioning of equipment.

Keywords

OPTIMIZATION OF MAINTENANCE AND REPAIR, RISK-INFORMED APPROACH, RISKWATCHER

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| <u>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ</u> | 9 |
| <u>ВСТУП</u> | 12 |
| <u>1. ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС РИЗИК-ІНФОРМОВАНОГО УПРАВЛІННЯ КОНФІГУРАЦІЄЮ ЕНЕРГОБЛОКА</u> | 14 |
| <u>1.1 Стислий опис ризик-інформованого управління конфігурацією енергоблока</u> | 14 |
| <u>1.2 Критерії відбору КСЕ та визначення переліку систем</u> | 16 |
| <u>1.3 Перенесення виконання ТОіР СВБ при роботі енергоблоку на потужності</u> | 18 |
| <u>1.4 Загальний алгоритм збільшення дозволеного часу виведення обладнання в ремонт</u> | 20 |
| <u>1.5 Загальний алгоритм збільшення інтервалу періодичності опробувань СВБ</u> | 22 |
| <u>1.6 Програмне забезпечення RiskWatcher</u> | 22 |
| <u>1.7 Критерії оптимізації</u> | 24 |
| <u>1.7.1 Детерміністичні критерії</u> | 24 |
| <u>1.7.2 Імовірнісні критерії</u> | 27 |
| <u>1.7.2.1 Миттєвий ризик</u> | 27 |
| <u>1.7.2.2 Кумулятивний ризик</u> | 29 |
| <u>1.7.3 Застосування критеріїв оптимізації на етапі планування ТОіР</u> | 30 |
| <u>1.7.4 Застосування критеріїв оптимізації на етапі виконання ремонту</u> . | 32 |
| <u>2. ОЦІНКА ІНТЕГРОВАНОГО РИЗИКУ</u> | 37 |

| | |
|--|----|
| | 8 |
| <u>2.1 Критерії інтегрованого ризику</u> | 37 |
| <u>2.2 Рівні інтегрованого ризику</u> | 37 |
| <u>2.3 Категорії імовірностей та наслідків</u> | 39 |
| <u>2.4 Матриця ризику</u> | 40 |
| <u>2.5 Підвищуючі фактори ризику (стресори)</u> | 40 |
| <u>2.6 Постановка задачі</u> | 41 |
| <u>3. ОБГРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИВЕДЕННЯ В РЕМОНТ НА ПОТУЖНОСТІ 2ДГ-3 ЗА 5 ДІБ ДО ЗУПИНУ ЕНЕРГОБЛОКУ ЗАЕС №2</u> ... | 43 |
| <u>3.1 Оцінка ризику з використанням програмного забезпечення RiskWatcher</u> | 46 |
| <u>3.2 Матриця інтегрованих ризиків</u> | 58 |
| <u>3.3 План управління ризиком “втрата одного каналу САОЗ”</u> | 58 |
| <u>3.4 План управління ризиком “Допустимий час неготовності за ТРБЕ ≤ 72 годин”</u> | 63 |
| <u>4. ЗБІЛЬШЕННЯ ДОЗВОЛЕНОГО ЧАСУ ВИВЕДЕННЯ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА В РЕМОНТ</u> | 66 |
| <u>5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ</u> .. | 73 |
| <u>5.1 Технічні рішення та організаційні заходи з радіаційної безпеки на АЕС</u> | 74 |
| <u>5.2 Електробезпека на АЕС</u> | 78 |
| <u>5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях</u> | 81 |
| <u>5.3.1 Технічні рішення та організаційні засоби щодо організації ефективної системи оповіщення персоналу у разі виникнення надзвичайних ситуацій</u> | 82 |
| <u>5.3.2 Дії персоналу та правила поведінки населення при радіаційних аваріях на АЕС</u> | 84 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 5.3.3 | <u>Пожежна безпека</u> | 9 |
| | | 85 |
| 6. | <u>РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ</u> | 87 |
| 6.1 | <u>Вступ</u> | 87 |
| 6.2 | <u>Опис ідеї проекту</u> | 87 |
| 6.3 | <u>Технологічний аудит ідеї проекту</u> | 88 |
| 6.4 | <u>Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту</u> | 89 |
| 6.5 | <u>Розроблення ринкової стратегії проекту</u> | 92 |
| 6.6 | <u>Висновки</u> | 94 |
| | <u>ВИСНОВКИ</u> | 96 |
| | | |
| | <u>ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ</u> | 98 |
| | | |
| | <u>ДОДАТОК А</u> | 100 |
| | | |
| | <u>ДОДАТОК Б</u> | 109 |
| | | |
| | <u>ДОДАТОК Г</u> | 115 |
| | | |