

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КІЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Теплоенергетичний факультет
Кафедра атомних електричних станцій і інженерної теплофізики**

«На правах рукопису»

УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ /проф. В.О.Туз/
“ ____ ” _____ 2018 р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 143 Атомна енергетика

спеціалізації Атомні електричні станції

на тему: Аналіз безпеки при експлуатації реакторної установки ВВЕР-1000
на підвищенному дозволеному рівні потужності.

Виконав (-ла): студент (-ка) VI курсу, групи ТЯ-72мп

Хайт Дмитро Михайлович

(прізвище ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник асистент Остапенко І. А.

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

(підпис)

Консультанти:

з питань розроблення

стартап-проекту
(назва розділу)

асистент Остапенко І. А.

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

з питань охорони праці

(назва розділу)

к.т.н., доц. Каштанов С.Ф.

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент

(посада, 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

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет (інститут) Теплоенергетичний

Кафедра Атомних електричних станцій і інженерної теплофізики

Рівень вищої освіти другий(магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 143 Атомна енергетика

Спеціальність Атомні електричні станції

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

/В.О.Туз/

(підпись)

(ініціали, прізвище)

“ ____ “ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту**

Хайту Дмитру Михайловичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Аналіз безпеки при експлуатації реакторної установки ВВЕР-1000 на підвищенному дозволеному рівні потужності.

науковий керівник дисертації

асистент Остапенко І. А.

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

затверджені наказом по університету від «____» 20 р. № ____

2. Термін подання студентом дисертації "30" листопада 2018 р.

3. Об'єкт дослідження Реакторна установка ВВЕР-1000 під час підвищення дозволеного рівня потужності.

4. Вихідні дані Зміна параметрів енергоблоку під час підвищення дозволеного рівня потужності, технічна документація, програмний код RELAP-5.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити

а) основна частина: дослідження стану проблеми, аналіз документації та ознайомлення з технічним рішенням для підняття дозволеного рівня потужності реакторної установки, розгляд АПА розгляд впливу на основні системи АЕС, оформлення основної частини;

б) охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

в) стартап-проект: система навігації по маркуванню для АЕС, за допомогою мобільного додатку.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу

- 1) Реактор ВВЕР-1000. Вид загальний – 1 аркуш
 2) ГЦН 195м. Вид загальний – 1 аркуш
 3) ТВЗ ВВЕР-1000. Вид загальний – 1 аркуш
 4) Обв'язка ГЦН. Вид загальний – 1 аркуш
 5) Ілюстраційний матеріал за темою дипломної роботи – 1 аркуш
 6) Графік рівнів потужності РУ ВВЕР-1000 при 3000МВт – 1 аркуш
 7) Графік рівнів потужності РУ ВВЕР-1000 при 3030МВт – 1 аркуш
 8) Стартап-проект – 1 аркуш

7. Орієнтовний перелік публікацій

8. Консультанти розділів дисертації:

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

9. Дата видачі завдання " 29 " жовтня 2018 р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Дослідження та опис проблематики	16.10.2018	
2	Опис технічного підходу підвищення потужності	26.10.2018	
3	Обґрунтування безпеки	09.11.2018	
4	Розгляд АРА	16.11.2018	
5	Розробка графічного матеріалу та плакатів	21.11.2018	
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	28.11.2018	
7	Розробка стартап-проекту	28.11.2018	
8	Підпис керівника магістерської дисертації	30.11.2018	
9	Проходження нормоконтролю	03.12-07.12.2018	
10	Попередній захист	10.12-13.12.2018	
11	Державний захист магістерської дисертації	17.12-31.12.2018	

Студент**Хайт Д. М.**
(прізвище та ініціали)**Науковий керівник дисертації****Остапенко І. А.**
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ДР: 90 с., 7 рис., 34 табл., 16 джерел

Предмет дослідження – Вплив зовнішніх і внутрішніх факторів на безпеку при експлуатації РУ ВВЕР-1000 на підвищенному дозволеному рівні потужності.

Об'єкт дослідження – Аналіз безпеки експлуатації реакторної установки ВВЕР-1000 на підвищенному дозволеному рівні потужності.

Мета роботи – Розбір заходів та аналіз безпеки при експлуатації реакторної установки на підвищенному дозволеному рівні потужності.

Метод дослідження – аналіз літератури та наукових публікацій з даної тематики. Аналіз проектної аварії, розрахунок вихідної події «Двосторонній розрив ГЦТ».

Було виконані розрахунки для відібраної аварії за методологією і використанням розрахункової моделі енергоблоку ВВЕР-1000 для коду RELAP5 / mod.3.2 та зроблений висновок про вплив на АПА.

З проведеного аналізу можна зробити висновки, що з підвищеннем дозволеного рівня потужності для енергоблоків ВВЕР-1000 можливий за умови заміни вимірювальних приладів на більш точні.

АНАЛІЗ БЕЗПЕКИ, ПІДВИЩЕНА ПОТУЖНІСТЬ, ВВЕР-1000.

ABSTRACT

Diploma: 90 p., 7 figures, 34 tables, 16 sources

Subject of research - Influence of external and internal factors on safety during operation of reactor unit WWER-1000 at an increased permissible level of power.

Object of research - Analysis of the safety of operation of the WWER-1000 reactor at an increased permissible level of power.

The purpose of the work - The analysis of measures and safety analysis at the operation of the reactor plant at a higher permitted power level.

The method of research - an analysis of literature and scientific publications on this topic. Analysis of the design accident, calculation of the initial event "Two-way gap MCP".

Calculations were made for a selected accident based on the methodology and using the calculation model of the WWER-1000 power unit for the RELAP5 / mod.3.2 code and a conclusion was made as to the impact on the ADA.

From the analysis carried out, it can be concluded that the increasing of the permissible level of power for WWER-1000 units is possible provided that the measuring instruments are replaced by more precise ones.

ANALYSIS OF SAFETY, ENHANCED POWER, WWER-1000.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	10
1 АНАЛІЗ БЕЗПЕКИ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РУ ВВЕР-1000 НА ПІДВИЩЕНОМУ РІВНІ ПОТУЖНОСТІ	12
1.1 Підвищення дозволеного рівня потужності	12
1.2 Обґрунтування безпеки	20
1.2.1 Виконання вимог безпеки АЕС при підвищенні дозволеної потужності до 3045 МВт	20
1.2.2 Аналіз функціонування АЗ, ПЗ, РОП	21
1.2.3 Точність вимірювання і регулювання потужності реактора	23
1.2.4 Точність регулювання нейтронної потужності реактора	25
1.3 Відповідність модифікації нормам і правилам з ядерної та радіаційної безпеки	25
1.4 Вплив підвищення дозволеного рівня потужності	26
1.4.1 Реакторна установка ВВЕР-1000 (В-302).....	26
1.4.2 Активна зона реактора	28
1.4.3 Парогенератор	48
1.4.4 ГЦН.....	48
1.4.5 Системи безпеки РУ	49
1.4.6 Системи другого контуру	49
1.4.7 Основне електрообладнання енергоблоку № 1	50
1.4.8 Відсутність збільшення дозових навантажень на персонал або населення, аварійних наслідків і негативного впливу на навколошнє середовище	52
1.5 Апробація технічних рішень.....	52
1.6 Аналіз проектної аварії.....	53
1.7 Двосторонній розрив ГЦТ.....	55

1.7.1	Початкові умови.....	55
1.7.2	Результати розрахунків	56
1.7.3	Сумарні результати аналізу аварій	58
2	СТАРТАП-ПРОЕКТ	60
2.1	Резюме проекту	60
2.2	Організація проекту	60
2.3	Ключові види діяльності проекту	61
2.3.1	Вид проекту за характером інновації.....	61
2.3.2	Спрямованість проекту	61
2.3.3	Висновок щодо науково-технічного рівня ідеї.....	61
2.4	Канва бізнес моделі проекту	62
2.5	Цінність проекту	63
2.5.1	Характер формування споживчої цінності проекту.....	63
2.5.2	Зміст ідеї проекту.....	64
2.5.3	Аналіз ідеї проекту	64
2.5.4	SWOT-аналіз проекту	65
2.6	Взаємовідносини між споживачами та каналами збути.....	65
2.7	Обґрунтування ресурсів та витрат проекту	66
2.7.1	Визначення обсягу виробництва продукції	66
2.7.2	Розрахунок загальних початкових інвестиційних витрат	67
2.7.3	Розрахунок виробничих витрат	67
2.7.4	Розрахунок загальних витрат на реалізацію проекту по роках.....	68
2.8	План робіт та партнери проекту	68
2.9	Висновки	69
3	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	70
3.1	Технічне рішення та організаційні заходи щодо забезпечення радіаційної безпеки на АЕС	71
3.1.1	Радіаційна безпека	75
3.1.2	Зниження радіоактивності теплоносія реакторного контуру.....	77

3.1.3 Дезактивація устаткування і виробничих приміщень.....	78
3.1.4 Радіаційний контроль	79
3.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	81
3.2.1 Технічні рішення та організаційні заходи щодо організації ефективної системи оповіщення персоналу у разі виникнення надзвичайних ситуацій	81
3.2.2 Вимоги щодо дій поведінки персоналу та поведінки населення при аваріях на АЕС	83
3.2.3 Пожежна безпека	84
3.2.4 Дії персоналу у разі виникнення пожежі	86
ВИСНОВКИ.....	88
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАЛЬ	89