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

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

Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності ***143 Атомна енергетика***

спеціалізації ***Атомні електричні станції***

на тему: *Аналіз специфіки зберігання відпрацьованого ядерного палива сухого типу для АЕС України*

Виконав : студент *6* курсу, групи *ТЯ-72МП*

Хоменко Дмитро Олегович _____
(прізвище ім’я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник *Кондратюк Вадим Анатолійович* _____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультанти:
з питань розроблення стартап-проекту *доц. Лебедь Наталія Леонідівна* _____
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

з питань охорони праці *к.т.н., доц. Каштанов С.Ф.* _____
(назва розділу) (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*/
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ _____ “ _____ 20__ р.

З А В Д А Н Н Я
на магістерську дисертацію студенту

Хоменко Дмитро Олегович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема дисертації** *Аналіз специфіки зберігання відпрацьованого ядерного палива сухого типу для АЕС України.*

науковий керівник дисертації *Кондратюк В.А., к.т.н., ст. викладач*
(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** *Площадки для зберігання відпрацьованого ядерного палива методом сухого типу на території України.*

4. **Вихідні дані** *Отримана інформація від проходження переддипломної практики та зі статей та публікацій.*

5. **Перелік завдань, які потрібно розробити**

1. *Дослідити поводження з ВЯП у світі та Україні.*
2. *Дослідити транспортний цикл поводження з ВЯП.*
3. *Дослідити технології зберігання ВЯП в Україні.*
4. *Дослідити методику зберігання ВЯП для реакторів типу ВВЕР.*
5. *Дослідити методику зберігання ВЯП для реакторів типу РБМК.*
6. *Виконати розрахунки дозового навантаження.*

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу _____

1.Кресленик ТВЗ реактору типу ВВЕР-1000. (Формат А2)

2.Кресленик ТВЗ реактору типу РБМК. (Формат А2)

3.Кресленик вагона-контейнера. (Формат А2)

4.Кресленик багатоцільового герметичного кошика. (Формат А2)

5.Плакати з загальними виглядами площадок, контейнерів, методу транспортування, графіками дозового навантаження. (Формат А2)

7. **Орієнтовний перелік публікацій** *Державне спеціалізоване підприємство «Чорнобильска АЕС»; презентації, публікації та журнали ДП «НАЕК «Енергоатом».*

8. **Консультанти розділів дисертації:**

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
з розроблення стартап-проекту	*доц. Лебедь Н.Л.*		
з питань охорони праці	*к.т.н., доц. Каштанов 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	*Відбір інформації під час проходження*	3.09-28.10.2018	
	переддипломної практики		
2	*Розробка плану магістерської дисертації*	3.09-28.10.2018	
3	*Опрацювання інформації отриманої на*	29.10-2.11.2018	
	переддипломній практиці		
4	*Узгодження структури магістерської*	29.10-2.11.2018	
	дисертації		
5	*Розроблення стартап-проекту*	5.11-9.11.2018	
6	*Поетапне виконання розділів магістерської*	5.11-9.11.2018	
	дисертації		
7	*Виконання розрахункової частини*	12.11-30.11.2018	
8	*Виконання креслеників*	12.11-30.11.2018	
9	*Підпис керівника магістерської дисертації*	30.11.2018	
10	*Проходження нормоконтролю*	03.12-07.12.2018	
11	*Попередній захист*	10.12-13.12.2018	
12	*Державний захист магістерської дисертації*	17.12-31.12.2018	

Студент _____ _____

(підпис) (прізвище та ініціали)

Науковий керівник дисертації _____ _____

(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

МД: 116с., 23 рисунки, 26 таблиць, 13 джерел

Об’єкт дослідження – площадки для зберігання відпрацьованого ядерного палива методом сухого типу на території України.

Предмет дослідження – безпека при експлуатації сховища в залежності від типу контейнера.

Метою даної роботи є проведення аналізу технології зберігання відпрацьованого ядерного палива на території України.

В роботі подано опис площадок зберігання відпрацьованого ядерного палива та існуючі технології поводження і експлуатації сховищ.

СХОВИЩЕ СУХОГО ТИПУ, КОНТЕЙНЕР ЗБЕРІГАННЯ, БАГАТОЦІЛЬОВИЙ КОНТЕЙНЕР, БЕЗПЕКА ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

ABSTRACT

DW: 116 p., 23 fig., 26 tables, 13 sources

The object of the study is the sites for storage of spent nuclear fuel by the dry method on the territory of Ukraine.

The subject of the study is the safety of the operation of the storage, depending on the type of container.

The purpose of this work is to analyze the technology of storage of spent nuclear fuel on the territory of Ukraine.

The work describes storage sites for spent nuclear fuel and existing storage and handling technologies.

HOOLE OF DRY TYPE, STORAGE CONTAINER, MULTIPLEASER CONTAINER, SAFETY AT USE

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, скорочень і термінів 9
Вступ 13
1. Загальні відомості про технології поводження з ВЯП 14
1.1. Особливості ядерно-паливного циклу 14
1.2. Досвід поводження з ВЯП 18
1.2.1. Поводження з ВЯП в Україні 18
1.2.2. Поводження з ВЯП у Франції 18
1.2.3. Поводження з ВЯП у Німеччині 19
1.2.4. Поводження з ВЯП у США 19
1.2.5. Поводження з ВЯП у Росії 20
2. Транспортування ВЯП 21
2.1. Загальні відомості про транспортування ВЯП у світі 21
2.2. Транспортування ВЯП залізницею 21
2.3. Транспортування ВЯП водним транспортом 23
2.4. Досвід транспортування ВЯП у світі 25
3. Загальні відомості про існуючі технології зберігання ВЯП 26
3.1. Загальні відомості технологій зберігання 26
3.2. Досвід зберігання ВЯП 27
3.2.1. Досвід зберігання ВЯП в Україні 27
3.2.1.1. Зберігання ВЯП на СВЯП-1 27
3.2.1.2. Зберігання ВЯП на ССВЯП ВП ЗАЕС 27
3.2.2. Досвід зберігання ВЯП у Франції 28
3.2.3. Досвід зберігання ВЯП у Німеччині 28
3.2.4. Досвід зберігання ВЯП у США 29
3.2.5. Досвід зберігання ВЯП в Росії 29
3.3. Сховища басейнового типу 30
3.4. Сховища сухого типу 31

3.4.1. Опис модульного (бункерного або камерного) сховища ВЯП 32
3.4.2. Опис контейнерних сховищ ВЯП 33
4. Опис сховища відпрацьованого ядерного палиа-2 35
4.1. Короткий опис проекту 35
4.2. Характеристика роботи систем в пасивний період 47
4.2.1. Характеристика роботи основних технологічних систем в пасивний період 47
4.2.2. Система поводження з ТК-8 48
4.2.3. Система поводження з ВТВЗ 48
4.2.4. Система поводження з паливними патронами 48
4.2.5. Система поводження з подовжувальними стрижнем 49
4.2.6. Система поводження з ТРВ гарячої камери 50
5. Опис централізованого сховища відпрацьованого ядерного палива 52
5.1. Короткий опис проекту 52
5.2. Попередня програма експлуатації ЦСВЯП ВВЕР 53
5.3. Багатоцільовий контейнер 56
5.3.1. Багатоцільовий контейнер МЦК-31 56
5.3.2. Багатоцільовий контейнер МЦК-85 61
5.4. Контейнер зберігання HI-STORM 190 UA 64
5.5.Довгострокове зберігання ВЯП на майданчику ЦСВЯП 72
5.6. Контроль в процесі зберігання 74
6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях 78
6.1. Технічні рішення та організаційні заходи з радіаційної безпеки 78
6.1.1. Джерела радіаційної небезпеки на АЕС 80
6.1.2. Біологічний захист 81
6.1.3. Захист від радіоактивних газів і аерозолів 81
6.1.4. Радіаційний контроль 82
6.2. Електробезпека 83
6.3. Безпека в надзвичайних ситуаціях 84
6.3.1. Обов’язки та дії персоналу у разі виникнення НС 84

6.3.2. Вимоги щодо організації ефективної роботи системи оповіщення виробничого персоналу при НС 86
6.3.3. Пожежна безпека 87
7. Стартап-проект 89
7.1. Опис ідеї проекту 89
7.2. Технологічний аудит ідеї 91
7.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту 92
7.4. Розроблення ринкової стратегії 100
7.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту 102
Висновок 105
Перелік посилань 107
Додаток А 109
Додаток Б 115