



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

Міністерство освіти і науки України

**Національний університет водного господарства та  
природокористування**

**Навчально-науковий інститут водного господарства та  
природооблаштування**

**Кафедра гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних машин**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної,  
методичної та виховної роботи  
\_\_\_\_\_ Лагоднюк О.А.

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2018р.



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

**01-06-56**

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
Program of the Discipline**

**СИСТЕМИ ТА УСТАНОВКИ ЗНЕШКОДЖЕННЯ ВИКИДІВ  
ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ**

**SYSTEMS AND UNITS OF DECONTAMINATION OF HASTFUL OF  
INDASTRIAL ENTERPRISES**

**спеціальність 144 «Теплоенергетика»**

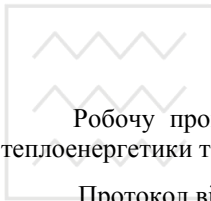
**speciality 144 “Heat engineering”**

**Рівне-2018**



**Робоча програма навчальної дисципліни: «Системи та установки знешкодження викидів промислових підприємств».** - Для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» - Рівне: НУВГП 2018. - 15 ст.

Розробник: В.З. Кочмарський, канд. фіз. - мат. наук, доцент, доцент кафедри гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних машин.



Робочу програму схвалено на засіданні кафедри гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних машин.

Протокол від \_\_\_\_\_ 2018 року №\_\_.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ ( О.А. Рябенко)

Схвалено науково-методичною комісією спеціальністю 144 «Теплоенергетика», протокол № від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 р.

Заст. голови науково-методичної комісії \_\_\_\_\_ О.Ю. Тимейчук



## Вступ

Програма навчальної дисципліни вільного вибору «Системи та установки знешкодження шкідливих викидів промислових підприємств» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра за спеціальністю 144 «Теплоенергетика».

Предметом вивчення навчальної дисципліни є формування теоретичних знань та практичних навичок у студентів, що навчаються за спеціальністю 144. «Теплоенергетика» з питань досягнення екологічно безпечних режимів експлуатації енергетичних підприємств. Курс має міждисциплінарний характер і є фундаментальним при підготовці теплоенергетиків. Його вивченню курсу передують курси вищої математики, фізики та хімії.

## Анотація

За Програмою передбачається комплексне вивчення шкідливих викидів в атмосферу, водне середовище та забрудненя літосфери. Формуються ГДК для основних шкідливих речовин, що супроводжують генерацію теплової та електричної енергії. Розглядаються штрафні санкції, що можуть бути накладені на забруднювачів. Аналізуються технічні засоби очистки скидів підприємств від шкідливих викидів. В енергетиці розглядаються режими спалювання палив, що мінімізують викиди. Зокрема особливу увагу приділяється боротьбі з викидами  $\text{SO}_2$  та  $\text{NO}_x$ , які особливо небезпечні для флори і фауни.

Вивчення курсу «Системи та установки знешкодження шкідливих викидів промислових підприємств», його основні поняття потрібні для засвоєння дисциплін: основи безпеки життєдіяльності, проектування ТУ, системи виробництва і розподілу енергоносіїв та вентиляція.

**Ключові слова:** шкідливі викиди: в атмосферу, гідросферу, літосферу, штрафи, електрофільтри, очистка, режими спалювання.

## Introduction

Program of selective subject “Systems and units of decontamination of harmful wastes of industrial enterprises” corresponds to educational and professional program for training bachelors by speciality 144 “Heat power engineering”. The subject of studies is formulation of the theoretical and practical skills for the students of the speciality “Heat power engineering” on issues of ecologically safe regimes of exploitation of power engineering enterprises. The course of study has interdisciplinary character and is the foundation for training thermal power engineering specialists. It is preceded by the courses of higher mathematics, physics and chemistry.

## Abstract

Program stipulates complex study of harmful effluents to the atmosphere, water medium and lithosphere contamination; formulates boundary admissible coefficients (BAC) for main harmful substances that accompany thermal and power energy generation; considers sanctions imposed on the contaminators; analyzes technical method of enterprises waste purification from harmful effluents. In particular, special attention is drawn to the protection from  $\text{SO}_2$  and  $\text{NO}_x$  effluents that are very dangerous for flora and fauna. The study of the course “Systems and units of decontamination of harmful wastes of industrial enterprises” its main concepts are necessary for mastering such subjects as: Life Safety, thermal units design, systems production and distribution of power medium and ventilation.

**Key words:** harmful effluents to atmosphere, hydrosphere and lithosphere, penalty, electric filters, purification, regimes of fuel burning.



## 1 Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів <b>4.0</b>	<b>Галузь знань 14</b> «Електрична інженерія»	<b>Вільного вибору</b>	
Модулів <b>1</b>	<b>Спеціальність: 144</b> «Теплоенергетика»	<b>Рік підготовки</b>	
Змістовних модулів <b>2</b>		4-й	4-й
		<b>Семестр</b>	
Індивідуальне науково-дослідне завдання - <b>немає</b>		8-й	8-й
		<b>Лекції</b>	
Загальна кількість годин <b>120</b>		20 год.	4 год.
	<b>Практичні</b>		
	20 год.	4 год.	
	<b>Лабораторні</b>		
Тижневих годин для денної форми навчання – <b>3</b> , СРС – <b>6</b> .	Рівень вищої освіти: <b>Бакалавр</b>	<b>Самостійна робота</b>	
		80 год.	112
		<b>Індивідуальні завдання</b>	
		немає	немає
		<b>Вид контролю</b>	
		залік	залік

### Зауваження

Співвідношення годин аудиторних та самостійних занять:

- для денної форми навчання: - 33% до 67%;
- для заочної форми навчання: - 7% до 93%;



## 2 Мета та завдання дисципліни

**Мета викладання дисципліни** – вивчення студентами видів забруднень навколишнього середовища, що створюються скидами підприємств, та способів їх зменшення, а також методів мінімізації шкоди оточенню завдяки застосуванню сучасних способів очистки; виховати розуміння того, що виробництво, зокрема енергії, повинно бути організовано так, щоб шкода оточенню на всіх етапах виробництва була мінімальною; що ефективна система усунення шкідливих викидів є невід’ємною і одною з основних частин виробництва.

### **Завдання викладання дисципліни такі:**

- підготувати студентів до практики кваліфікованого провадження основних процесів виробництва з дотриманням норм допустимих викидів;
- виховати розуміння того, що ефективна система усунення шкідливих викидів є невід’ємною і основною частиною виробництва;
- засвоєння основних положень та вимог документів щодо збереження довкілля і державних стандартів щодо ГДК забруднювачів, зокрема теплового та електромагнітного;
- засвоєння основних принципів і схем очистки водного і повітряного середовищ від механічного, фізичного та хімічного забруднень;
- вивчити сучасні способи мінімізації забруднень шляхом удосконалення та зміни технологій виробництва;
- вивчити основні схеми та конструкції пристроїв для боротьби з викидами.

### **В результаті вивчення дисципліни студенти повинні знати:**

- причини утворення та прийоми і засоби виявлення потенціальних забруднювачів;
- володіти організаційними та технічними засобами очистки скидних газів, стічних вод та знешкодження і утилізації твердих відходів;
- прийоми та методологію впровадження способів удосконалення екологічності технологічних процесів шляхом їх модернізації.



- складати матеріальні та теплові баланси виробництв і установок з врахуванням скидів;
- виконувати типові розрахунки очисних пристроїв та споруд, виявляти, у тому числі інструментальним чином, місця скидів і стоків шкідливих речовин;
- оцінювати обсяги скидів, їх можливу шкоду довкіллю та величину штрафів за понаднормативні чи аварійні скиди;
- визначати можливість використання скидів як вторинних енергетичних ресурсів, зокрема це стосується теплових та органічних відходів;
- визначати можливість та доцільність впровадження сучасних способів очистки, зокрема таких, що ґрунтуються на застосуванні нанотехнологічних мембран;
- оцінити можливість і економічну доцільність наближення виробничих циклів до умовно замкнених та безвідходних.

### **3 Програма навчальної дисципліни**

**Змістовий модуль I. Класифікація викидів. Системи промислового водопостачання. Механічні, фізико-механічні та фізичні способи очистки. Хімічне та фізико-хімічне очищення. Біологічне очищення скидних вод. Утилізація твердих відходів.**

#### **Тема 1. Класифікація скидів та їх вплив на довкілля**

Класифікація забруднень. Забруднення атмосфери. Забруднення гідросфери. Забруднення літосфери. Характеристика стану довкілля України.

#### **Тема 2. Види скидних вод промислових підприємств та їх класифікація**

Класифікація стічних (скидних) вод. Характеристика стічних вод і вимоги до якості очищеної води. Державне регулювання охорони довкілля та відшкодувань за заподіяні забруднення. Методики розрахунку розмірів відшкодування збитків за забруднення водних ресурсів.

#### **Тема 3. Механічні, фізико-механічні та фізичні способи очистки**

Класифікація способів очищення скидних вод. Механічне очищення скидних вод. Фізичне очищення стічних вод. Фізико-механічне очищення скидних вод.



Класифікація фізико – хімічних методів обробки скидних вод. Характеристика коагуляції і флокуляції води. Зворотний осмос (гіперфільтрація). Очистка вод іонним обміном. Конструктивна схема На - катіонітного фільтра. Електродіаліз вод.

#### **Тема 5. Видалення і утилізація твердих відходів електростанцій**

Вплив ТЕС на довкілля. Тверді відходи теплових електростанцій. Характеристика ТЕС Донецької області. Утилізація золошлакових відходів ТЕС. Утилізації золошлакових відходів Миронівської ТЕС. Використання золошлакових відходів Зуївської ТЕС.

**Змістовий модуль II. Характеристика атмосфери та джерел забруднень атмосферного повітря. Уловлювання дисперсних викидів на електрофільтрах та аероциклонах. Магнітні, каталітичні та термічні методи очистки скидних газів. Очищення скидних газів підприємств від діоксиду сірки та сірководню. Тверді відходи ТЕС та способи їх утилізації. Радіоактивні відходи та способи їх утилізації**

#### **Тема 6. Характеристика атмосфери та джерел забруднень атмосферного повітря**

Характеристика атмосфери. Склад атмосферного повітря. Класифікація викидів в атмосферу. Визначення розмірів платежів за викиди в атмосферу забруднюючих речовин. Джерела забруднень атмосфери.

#### **Тема 7. Очищення скидних газів від аерозолів на електрофільтрах**

Фізичні основи процесів пиловловлювання. Характеристика методів, що застосовуються для видалення дисперсних домішок з пилогазоповітряної суміші. Електрофільтри. Транспортування заряджених частинок до осаджувальних електродів. Руйнування шару пилу, що накопичився на електродах і його скид у бункери.

#### **Тема 8. Каталітичні та термічні методи очистки скидних газів.**

Рециркуляція димових газів. Термічне допалювання. Каталітичні методи очищення скидних газів. Стационарний метод. Нестационарний метод ( реверс - процес). Контактні апарати для каталітичного очищення газів. Апарати з пилоподібним каталізатором.

#### **Тема 9. Мінімізація шкідливих викидів продуктів згорання регулюванням режиму спалювання палива на ТЕС**



Зниження викидів окислів азоту шляхом спалювання вугілля у циркулюючому киплячому шарі. Десульфатизація введенням пилоподібного вапняку у топку котла. Технологія НІД.

### Тема 10 . Радіоактивні відходи та способи їх контролю

Утворення та класифікація радіоактивних відходів. Сховища для тимчасового зберігання радіоактивних відходів. Сухі сховища відпрацьованого ядерного палива. Знешкодження та захоронення радіоактивних відходів. Знешкодження відходів високої активності

### 4 Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	всього	лекцій	лаб. робіт	прак. зан.	сам. робота	всього	лекцій	прак. зан.	інд. робота	сам. робота
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Змістовний модуль I. Класифікація викидів у гідросферу. Системи промислового водопостачання. Механічні, фізико-механічні та фізичні способи очистки. Хімічне та фізико-хімічне очищення. Біогазова технологія утилізації органічних відходів і виробництва енергії. Видалення і утилізація твердих відходів електростанцій.</b>										
<b>Тема 1.</b> Класифікація викидів та їх вплив на довкілля.	12	2	-	2	8	12	-	-	-	12
<b>Тема 2.</b> Скидні води промислових підприємств та їх класифікація.	12	2	-	2	8	12	-	1	-	11
<b>Тема 3.</b> Механічні, фізико-механічні та фізичні способи очистки.	12	2	-	2	8	12	1	-	-	11
<b>Тема 4.</b> Фізико – хімічні методи обробки скидних вод. Коагуляція і фло-	12	2	-	2	8	12	1	-	-	11





куляція, зворотний осмос. Іонний обмін.										
<b>Тема 5.</b> Видалення і утилізація твердих відходів електростанцій.	12	2	-	2	8	12	-	1	-	11
<b>Разом за змістовим модулем I</b>	<b>60</b>	<b>10</b>	-	<b>10</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	-	<b>56</b>

<b>Змістовий модуль II.</b> Характеристика атмосфери та джерел забруднень повітря. Уловлювання дисперсних викидів. Каталітичні та термічні методи очистки скидних газів. Очищення скидних газів від діоксиду сірки та сірководню. Контролю за радіоактивними відходами.										
<b>Тема 6.</b> Характеристика атмосфери та джерел забруднень атмосферного повітря.	12	2	-	2	8	12	-	-	-	12
<b>Тема 7.</b> Очищення скидних газів від аерозолів на електрофільтрах.	12	2	-	2	8	12	1	-	-	11
<b>Тема 8.</b> Каталітичні та термічні методи очистки скидних газів.	12	2	-	2	8	12	-	-	1	11
<b>Тема 9.</b> Мінімізація шкідливих викидів продуктів згоряння регулюванням режиму спалювання палива на ТЕС.	12	2	-	2	8	12	1	-	-	11
<b>Тема 10.</b> Радіоактивні відходи та спориоби їх контролю.	12	2	-	2	8	12	-	-	1	11
<b>Разом за змістовим модулем II.</b>	<b>60</b>	<b>10</b>	-	<b>10</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>2</b>	-	<b>2</b>	<b>56</b>
<b>Всього</b>	<b>120</b>	<b>20</b>	-	<b>20</b>	<b>80</b>	<b>120</b>	<b>4</b>	-	<b>4</b>	<b>112</b>

5 Теми лабораторних занять - не плануються



## 6 Теми практичних занять

№ теми	Теми занять	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Розрахунок теплового забруднення від ТЕС і АЕС у водосховищах-охолоджувачах.	2	-
2	Розрахунок розмірів відшкодування збитків за забруднення водних ресурсів.	2	1
3	Фізико-механічні способи очистки скидних вод.	2	-
4	Розрахунок параметрів установки очистки скидних вод осадженням з коагуляцією.	2	-
5	Адсорбційне очищення скидних вод.	2	-
6	Розрахунок пилоочисних циклонів.	2	1
7	Магнітні методи очищення скидних газів.	2	-
8	Розрахунок адсорберів для очистки повітря.	2	-
9	Розрахунок та вибір швидкісних пиловловлювачів - скрубєрів Вентурі.	2	-
10	Видалення аерозолів зі скидних газів електрофільтрами.	2	1
<b>Всього</b>		<b>20</b>	<b>4</b>

## 7 Самостійна робота

№ п/п	Тема	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
1	Споживання води на промислових підприємствах. Особливості систем виробничого водопостачання. Охолоджувачі оборотної води.	2	2
2	Характеристика стічних вод і вимоги до якості очищеної води. Державне регулювання охорони довкілля та відшкодувань за заподіяні забруднення.	2	4
3	Визначення розмірів платежів за викиди в атмосферу забруднюючих речовин. Джерела забруднень атмосфери.	2	2



4	Характеристика основних способів очищення скидних вод. Перспективні методи очищення гідросфери від шкідливих речовин.	2	4
5	Електрохімічне окислення. Фізико-хімічне очищення скидних вод. Сорбційне та адсорбційне поглинання.	4	4
6	Споруди та обладнання для біологічного очищення. Ліквідація осадів стічних вод.	2	4
7	Десульфатизація введенням пилоподібного вапняку у топку котла. Технологія НІД.	2	2
8	Біогазова технологія утилізації органічних відходів і виробництва енергії.		
9	Магнітні методи очищення скидних газів. Магнітні фільтри.		
10	Схема Na - катіонітного фільтра. Електродіаліз вод.		
11	Тверді відходи ТЕС. Характеристика ТЕС Донецької області. Утилізація золошлакових відходів ТЕС.	2	4
12	Радіоактивні відходи та способи їх контролю.	2	4
<b>Всього</b>		<b>20</b>	<b>26</b>

### Розподіл годин самостійної роботи студентів ДФН:

Підготовка до аудиторних занять - 1 год/(год.лекц.зан.) – всього 20 год.;

Виконання практичних завдань – 1.5 год/(год.зан.) – всього 30 год.;

Підготовка до контрольних заходів – 5 год. на один кредит ЄКТС.

### 8 Індивідуальні завдання

Індивідуальне завдання для студентів ДФН планується у формі самостійних практичних розрахункових робіт відповідно до п.6.

Студенти **ДФН** виконують самостійну роботу, що включає теоретичні питання за курсом та розрахункову роботу **«Розрахунок аероциклона та електрофільтра для очистки скидів пилу цементного заводу»** - всього 12 год. і представляють звіт про виконання цієї роботи.



## 9 Методи навчання

При викладанні навчальної дисципліни застосовується інформаційно-ілюстративний та проблемний методи навчання з застосуванням:

- лекцій з використанням мультимедійних засобів;
- розв'язання задач з застосуванням спеціалізованих комп'ютерних програм, зокрема, MathCad;
- побудова технологічних схем процесів та виробництв.

## 10 Методи контролю

Поточний контроль знань студентів виконується на лекційних, практичних та консультаційних заняттях шляхом:

- формування письмових відповідей на контрольні питання по темах;
- поточного тестування при контролі вивчення змістовних модулів;
- оцінки знань за темами самостійного вивчення;
- підсумкового тестового контролю.

Для діагностики знань використовується ЄКТС зі 100 бальною шкалою.

**Основними критеріями**, що характеризують рівень компетентності студентів при поточному та підсумковому контролі є:

- виконання всіх видів навчальної роботи, передбачених робочою програмою;
- вміння аналізувати явища, що вивчаються у їх взаємозв'язку та розвитку;
- вміння застосовувати теоретичні знання в процесі розв'язку практичних завдань;
- вміння аналізувати достовірність результатів розв'язку завдань;
- знання навчального основного і додаткового навчального матеріалу за змістом навчальної дисципліни.

Розрахункові завдання, задачі (у % від кількості балів, що виділені на оцінку з заокругленням до цілого) оцінюються як:

- 0% - завдання не виконано;



40% - виконано частково але з суттєвими помилками;

- 60% - виконано повністю і вчасно, але містить суттєві помилки в розрахунках чи методиці;
- 80% - виконано повністю і вчасно, але містить окремі недоліки (розмірності, висновки, оформлення, тощо);
- 100% - виконано вчасно і без зауважень.

### 11 Розподіл балів, які отримують студенти при поточному та підсумковому тестуванні (залік)

Поточне тестування та самостійна робота										Сума
Змістовний модуль 1					Змістовний модуль 2					
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	100
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види діяльності	Оцінювання за національною шкалою (для заліку)
90 – 100	<b>зараховано</b>
82 – 89	
74 – 81	
64 – 73	
60 – 63	
35 – 59	<b>не зараховано</b> з можливістю повторної перездачі
0 – 34	<b>не зараховано</b> з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

### 12 Методичне забезпечення дисципліни

Методичне забезпечення навчальної дисципліни складається з:

- конспекту лекцій на паперовому носію;
- конспекту лекцій на електронному носію;
- методичних вказівок до виконання практичних робіт;
- методичних вказівок до виконання індивідуальної роботи заочників;
- комплект мультимедійного забезпечення для лекційних занять;
- роздатковий матеріал.



#### Базова

1. Маляренко В.А. Введение в инженерную экологию энергетики: Учебное пособие. / - Харьков: вид. САГА, 2008,- 185 с.
2. Родионов А.И., Клушин В.Н. и др. Техника защиты окружающей среды. - Москва.: Химия, 1989. -540 с.
3. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.basplus.com.ua/koahulyatsiya-i-flokulyatsiya-vody-v-basejni/>
4. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://hydropark.ru/equipment/electrodialysis.htm>
5. Рихтер Л.Л., Волков Е.П. и др. Охрана водного и воздушного бассейнов от выбросов ТЭС.- Москва: Энергоиздат, 1981. - 246 с.
6. Кузнецов И.Е. Защита воздушного бассейна от загрязнений вредными веществами химических предприятий. - Москва : Химия, 1979.- 344с.
7. Абрамов Н.Н. Водоснабжение. Учебник для вузов. Москва: Стройиздат. 1982.- 440 с.
8. Утилизация и рекуперация отходов: Учебное пособие/ Краснянский М.Е. - Издание 2-е. - Харьков: Бурун и К. Київ: КНТ, 2007. - 288с.
9. Чобан А.Ф. Утилізація та рекуперация відходів. Метод. посібник. - Чернівці: Рута, 2008. - 98 с.
10. Вавельский М.М., Чебан Ю.М. Защита окружающей среды от химических выбросов промышленных предприятий. - Кишинев: Штеница, 1990. - 488 с.
11. Бордюженко О. М. Основи термодинаміки, теплотехніка та теплотехнічне обладнання. 4.1. Технічна термодинаміка. Процеси і апарати для високотемпературної обробки матеріалів: інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення / О. М. Бордюженко, В. Л. Шестаков. - Рівне : НУВГП, 2008. - 224 с. / [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://ep3.nuM'm.edu.ua/2258/>.

#### Допоміжна

1. ГОСТ 17.1.1.01-77. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения.
2. Защита атмосферы от промышленных загрязнений. / Справ. в 2 ч. - Москва: Металлургия, 1988.
3. Жуков А.О. и др. Методы очистки производственных сточных вод. - Москва: Стройиздат, 1977. -204 с.
4. Коузов Л.А., Малигин А.Д. Очистка от пыли газов и воздуха в



химической промышленности. - Москва: Химия, 1988, - 367 с.

5. Павлов К.Ф., Романков П.Т. и др. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. - Ленинград: Химия, 1987. -578 с.

6. Водне господарство промислових підприємств: навч. посібник/ Т.С. Айрапетян; Хар. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків: ХНАМГ, 2010.

7. Носовський Т.А. Основи промислової екології / Т.А. Носовський.- Київ: ІСДО, 1996.- 80с.

## 14 Інформаційні ресурси

1. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75) / [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://nuwm.edu.ua> /naukova-biblioteka.

2. Наукова бібліотека Кабінету Міністрів України (м. Київ, вул. Грушевського. 12/2) / [ Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://kmu.gov.ua>

3. Рівненська обласна універсальна наукова бібліотека (м. Рівне, пл. Короленка, 6) / [Електронний ресурс].- Режим доступу: <http://libr.rv.ua>.

4. Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського (м. Київ. Голосіївський проспект, 3) [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua/>.

5. Державна науково-технічна бібліотека України (м. Київ, вул. Антоновича, 180) / [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://gnbt.gov.ua/>.

6. Науково-технічна бібліотека ім. Г.І. Денисенка Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (м. Київ, Проспект Перемоги, 37)/ [Електронний ресурс].- Режим доступу: <http://www.library.kpi.ua/>. <http://culonline.com.ua/>. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/2145>.

7. Національна бібліотека України імені Ярослава Мудрого (м. Київ, вул. Грушевського, 1) / [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://elib.npl.org/>.

8. Науково-технічна бібліотека Національного університету «Львівська політехніка» (м. Львів, вул. Професорська. 1 ) у [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://library.lp.edu.ua/ttp>.

9. Науково-технічна бібліотека Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (м. Харків, вул. Кирпичева, 2) / [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [bl@kpi.kharkov.ua](mailto:bl@kpi.kharkov.ua), <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/2810>.