

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»  
Інженерно-хімічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан інженерно-хімічного факультету  
(назва інституту/факультету)

\_\_\_\_\_ Панов Є.М.  
(підпис) (ініціали, прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 р.

**“Технологія та обладнання захисту атмосфери-1.  
Технологія та обладнання захисту атмосфери.”**

**Р О Б О Ч А П Р О Г Р А М А  
КРЕДИТНОГО МОДУЛЯ**

освітній ступінь бакалавр  
(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

за спеціальністю 101 Екологія  
(шифр і назва)

за спеціалізацією Екологічна безпека  
(шифр і назва)

Ухвалено методичною комісією  
інженерно-хімічного факультету  
(назва інституту/факультету)

Протокол від 18.05.2017 р. № 9

Голова методичної комісії

\_\_\_\_\_ Д.Е.Сідоров  
(підпис) (ініціали, прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 р.

Робоча програма кредитного модуля «Технологія та обладнання захисту атмосфери-1. Технологія та обладнання захисту атмосфери» складена відповідно до програми навчальної дисципліни «Технологія та обладнання захисту атмосфери» для студентів, які навчаються за спеціальністю 101 Екологія, спеціалізацією Екологічна безпека, освітнього ступеня бакалавр, за денною формою навчання.

Розробник програми:

доцент, к.т.н. Іваненко Олена Іванівна  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Програму затверджено на засіданні кафедри екології та технології рослинних полімерів

\_\_\_\_\_  
(повна назва кафедри)

Протокол №10 від «18» травня 2017 року

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_  
(підпис) М.Д. Гомеля  
(ініціали, прізвище)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 р.

1. Опис кредитного модуля

Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Загальні показники	Характеристика кредитного модуля
<p>Галузь знань <u>10 Природничі науки</u> (шифр і назва)</p>	<p>Назва дисципліни, до якої належить кредитний модуль <u>Технологія та обладнання захисту атмосфери</u></p>	<p>Форма навчання <u>денна</u> (денна / заочна)</p>
<p>Напрямок підготовки (шифр і назва)</p>	<p>Кількість кредитів ECTS <u>5,5</u></p>	<p>Статус кредитного модуля <u>Цикл професійної підготовки</u> (нормативний або за вибором ВНЗ/студентів)</p>
<p>Спеціальність <u>101 Екологія</u> (шифр і назва)</p>	<p>Кількість розділів <u>4</u></p>	<p>Цикл до якого належить кредитний модуль <u>дисциплін професійної та практичної підготовки (за вибором студентів)</u></p>
<p>Спеціалізація Екологічна безпека (назва)</p>	<p>Індивідуальне завдання (вид)</p>	<p>Рік підготовки <u>2</u></p> <p>Семестр <u>3</u></p>
<p>Освітній ступінь <u>бакалавр</u></p>	<p>Загальна кількість годин <u>165</u></p>	<p>Лекції <u>27</u> год.*</p> <p>Практичні (семінарські) <u>27</u> год.*</p> <p>Лабораторні (комп'ютерний практикум) <u>36</u> год.*</p>
	<p>Тижневих годин: аудиторних – 5 СРС – 4,2</p>	<p>Самостійна робота <u>75</u> год.</p> <p>Вид та форма семестрового контролю <u>екзамен</u> (екзамен / залік / диф. залік; усний / письмовий / тестування тощо)</p>

\* - у відповідності до чисельності студентів у групі кількість лекційних, практичних та лабораторних занять може бути пропорційно змінено з урахуванням індивідуальних занять

Робочу програму кредитного модуля «Технологія та обладнання захисту атмосфери-1. Технологія та обладнання захисту атмосфери» складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів спеціальності 101 Екологія, спеціалізації Екологічна безпека.

Кредитний модуль належить до дисциплін вибору студентів циклу професійної та практичної підготовки.

Предметом кредитного модуля є дослідження основних методів і технологій очистки газових викидів, утилізації відходів та основного обладнання, що використовується в технологічних процесах очистки забруднених технологічних газів.

Міждисциплінарні зв'язки: вивчення кредитного модуля «Технологія та обладнання захисту атмосфери-1. Технологія та обладнання захисту атмосфери» базується на засадах інтеграції різноманітних знань та навичок, отриманих студентами при вивченні дисциплін

природничого, гуманітарного та інженерно-технічного спрямування. “Технологія та обладнання захисту атмосфери-1. Технологія та обладнання захисту атмосфери” безпосередньо спирається щонайменш на наступні дисципліни, що належать до структурно-логічної схеми підготовки бакалавра: “Вступ до фаху”, “Загальна екологія”, “Хімія з основами біогеохімії”, «Спеціальні розділи біогеохімії». Набуті знання і уміння використовуються при вивченні таких дисциплін: «Моніторинг довкілля», «Моделювання і прогнозування стану довкілля», «Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище», «Екологічна експертиза», «Екологічна безпека», «Інженерна екологія», «Техноекологія».

## 2. Мета та завдання кредитного модуля

### 2.1. Мета кредитного модуля.

Метою кредитного модуля є формування у студентів комплексу знань, умінь, навичок, необхідних для кваліфікованого управління природоохоронною діяльністю на рівні промислових підприємств, установ, організацій, на рівні підрозділів Мінекобезпеки України. Відповідно до мети підготовка бакалаврів вимагає формування наступних здатностей:

- проведення відбору зразків (проб) атмосферного повітря і робота з приладами оцінки стану атмосферного повітря ;
- вдосконалення технологій захисту атмосфери для запобігання негативних наслідків господарської діяльності людини і покращення стану атмосферного повітря.

### 2.2. Основні завдання кредитного модуля.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння кредитного модуля «Технологія та обладнання захисту атмосфери-1. Технологія та обладнання захисту атмосфери» мають продемонструвати такі результати навчання:

#### **знання:**

- методи очистки газових викидів та механічна очистка газів від аерозолів;
- абсорбційні методи очистки відпрацьованих газів;
- адсорбційні і хемосорбційні методи очистки газових викидів.

#### **уміння:**

- застосовуючи відповідні методики, використовуючи лабораторне обладнання та реактиви, контролювати стан атмосферного повітря в робочій зоні, санітарно-захисній;
- користуючись нормативними документами та експериментальними даними щодо забруднення атмосферного повітря, проводити оцінку його стану та робити висновки щодо запобігання екологічно негативних наслідків господарської діяльності людини;
- на підставі існуючих технологічних розробок вибирати заходи та підбирати засоби обмеження надходження шкідливих речовин зі стаціонарних джерел в атмосферне повітря;
- з метою здійснення своєчасних та ефективних заходів щодо зменшення впливу забруднень на атмосферу забезпечувати дотримання показників встановлених нормативів;
- користуючись уявленнями дії фізичних сил на аерозольні частки, розробляти технології, які спрямовані на зменшення забруднення атмосферного повітря;
- на підставі закономірностей процесів поглинання газів рідкими речовинами, розробляти технології очищення відпрацьованих газів промислових підприємств;
- на підставі аналізу процесів поглинання газів твердими речовинами, розробляти технології очищення газових викидів у промислових зонах.

#### **досвід:**

- розробка технологій очищення відпрацьованих газів промислових підприємств;
- організація природоохоронної діяльності;
- керування природоохоронними заходами щодо запобігання забруднення природного середовища;
- контроль стану навколишнього середовища.

Назви розділів і тем	3. Структура кредитного модуля					СРС
	Всього	Кількість годин			у тому числі	
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні (комп'ютерний практикум)		
1	2	3	4	5	6	
<b>Розділ 1. Атмосферне повітря України</b>						
Тема 1. Основні забруднюючі агенти атмосфери. Викиди шкідливих речовин від стаціонарних та пересувних джерел	20	1	1	16	–	
Тема 2. Транскордонний перенос забруднюючих речовин.	1	1	–	–	–	
Тема 3. Галузева структура викидів шкідливих речовин в атмосферу України. Розподіл забруднень по джерелах утворення	5	–	–	–	5	
Разом за розділом 1	26	2	1	16	5	
<b>Розділ 2. Класифікація методів для очистки газових викидів та очистка газів від аерозолів</b>						
Тема 1. Класифікація методів знешкодження газових викидів. Основні властивості пилу. Очистка газів в сухих механічних пилоуловлювачах	7	5	2	–	–	
Тема 2. Очистка газів в фільтрах	10	2	2	6	–	
Тема 3. Очистка газів в мокрих пилоуловлювачах	4	2	2	–	–	
Тема 4. Очистка газів в електрофільтрах	4	2	2	–	–	
Тема 5. Уловлювання туманів	7	–	2	–	5	
Тема 6. Рекуперація пилу уловленого при очистці газових викидів	4	2	1	–	–	
Разом за розділом 2	36	13	12	6	5	
<b>Розділ 3. Абсорбційні методи очистки відпрацьованих газів</b>						
Тема 1. Рівновага в системах газ-рідина. Кінетичні закономірності	4	–	2	–	6	
Тема 2. Основи процесу абсорбції та абсорбційне обладнання	9	1	–	8	–	
Тема 3. Очистка газів від діоксиду сірки	4	2	2	–	–	
Тема 4. Очистка газів від сірководню	2	2	–	–	–	
Тема 5. Очистка газових сумішей від сірковуглецю та меркаптанів	5	–	–	–	5	
Тема 6. Очистка газів від оксидів азоту	3	1	2	–	–	
Тема 7. Очистка газів від фторвміщуючих з'єднань	4	–	–	–	4	
Разом за розділом 3	35	6	6	8	15	
<b>Розділ 4. Адсорбційні та хемосорбційні методи очистки газових викидів</b>						
Тема 1. Кінетичні закономірності адсорбції	7	–	2	–	5	
Тема 2. Десорбція поглинених речовин	6	–	–	–	6	
Тема 3. Основи процесу адсорбційних та хемосорбційних методів. Адсорбційне обладнання	10	2	2	6	–	
Тема 4. Адсорбція парів летючих розчинників	7	–	2	–	5	
Тема 5. Каталічне очищення газів. Сутність і види каталізу	2	2	–	–	–	
Тема 6. Промислові каталізатори. Конструкції контактних апаратів	1	1	–	–	–	
Тема 7. Очищення каталітичним методом від органічних сполук	1	1	–	–	–	
Разом за розділом 4	34	6	6	6	16	
Контрольна робота МКР	6	–	2	–	4	
Екзамен	30	–	–	–	30	
<b>Всього годин</b>	<b>165</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>36</b>	<b>75</b>	

#### 4. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Тема 1. Основні забруднюючі агенти атмосфери. Викиди шкідливих речовин від стаціонарних та пересувних джерел (1 год.) <u>Література</u> : [1] стор. 22-38; [4] стор. 22-38; [5] стор. 156-162; [6] стор. 129-140.
2	Тема 2. Транскордонний перенос забруднюючих речовин. (1 год.) <u>Література</u> : [1] стор. 25-28; [2] стор. 6-12.
–	Тема 3. Галузева структура викидів шкідливих речовин в атмосферу України. Міста України з найбільшими викидами шкідливих речовин в атмосферу та розподіл забруднень по джерелах утворення <u>Завдання на СРС</u> : [1] стор. 24-26; [2] стор. 8-12; [5] стор. 164-166.
3, 4, 5	<b>Розділ 2. Класифікація методів для очистки газових викидів та очистка газів від аерозолів</b> Тема 1. Класифікація методів знешкодження газових викидів. Основні властивості пилу. Очистка газів в сухих механічних пилоуловлювачах(5 год.) Класифікація методів і апаратів для знешкодження газових викидів. Основні властивості пилу і ефективність його уловлювання. <u>Література</u> : [3] стор. 21-30; [11] стор. 148-154; [12] стор. 285-290. Очистка газів в сухих механічних пилоуловлювачах: пилоосадові камери, інерційний пилоуловлювачі. Жалюзійний апарат. <u>Література</u> : [3] стор. 30-33; [4] стор. 127-130; [11] стор. 197-199. Очистка газів в сухих механічних пилоуловлювачах: циклони, групові і батарейні циклони, вихреві пилоуловлювачі, динамічні пилоуловлювачі. <u>Література</u> : [3] стор. 33-38; [4] стор. 130-142; [12] стор. 292-298.
6, 7	Тема 2. Очистка газів в фільтрах(2 год.) Фільтруючі перегородки та їх класифікація. Тканеві фільтри та їх регенерація. Двухступеневі чи комбіновані фільтри. <u>Література</u> : [3] стор. 38-43; [4] стор. 154-159; [12] стор. 307-310. Волокнисті фільтри тонкої очистки. Зернисті фільтри: насадочні та жорсткі. <u>Література</u> : [3] стор. 43-46; [5] стор. 201-204.
8	Тема 3. Очистка газів в мокрих пилоуловлювачах(2 год.) Очистка газів в мокрих пилоуловлювачах: порожнисті газопромивачі; насадочні газопромивачі; промивачі з рухомою насадкою. Скрубери з рухомою шаровою насадкою конічної форми(форсуночні та ежекційні). Тарільчаті газопромивачі(барботажні та пінні). <u>Література</u> : [3] стор. 46-55; [4] стор. 142-148.
9	Тема 4. Очистка газів в електрофільтрах(2 год.) Очистка газів в електрофільтрах. Трубочаті та пластинчаті електрофільтри. Сухі горизонтальні електрофільтри. <u>Література</u> : [3] стор. 55-58; [4] стор. 148-154; [12] стор. 310-314.
–	Тема 5. Уловлювання туманів <u>Завдання на СРС</u> : [3] стор. 53-59.
10	Тема 6. Рекуперація пилу уловленого при очистці газових викидів(2 год.) Схема рекуперації сажі із технологічних газів виробництва форсуночної сажі. Повернення пилу у виробництво. Схема рекуперації пилу із газів розпилюваної сушки ортофосфатів натрію. Схема рекуперації газоподібного аміаку і пилеватного карбаміду із відходячих газів кристалізаторів у виробництві карбаміду. Утилізація пилу, уловленого в одному виробництві, в якості сировини для другого виробництва. Схема виробництва паливних гранул із сажі рекуперованої при очистці синтез-газу в процесі газифікації рідких палив. <u>Література</u> : [3] стор. 60-65.
–	<b>Розділ 3. Абсорбційні методи очистки відпрацьованих газів</b>
11	Тема 1. Рівновага в системах газ-рідина. Кінетичні закономірності <u>Завдання на СРС</u> : [3] стор. 65-72; [4] стор. 160-161; [12] стор. 320-330.
11	Тема 2. Основи процесу абсорбції та абсорбційне обладнання (1 год.) Абсорбційні методи очистки газових викидів. Основи процесу. Абсорбційне обладнання. Абсорбер з провальними решітками; з переливом рідини. Механічні вертикальні та горизонтальні абсорбери. <u>Література</u> : [4] стор. 161-167; [10] стор. 63-82.
12	Тема 3. Очистка газів від діоксиду сірки(2 год.) Очистка газів від діоксиду сірки. Утворення викидів оксидів сірки. Схема контактного виробництва сірчаної кислоти. Очистка газів від діоксидів сірки. Абсорбція водою. Вапняні методи.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
	Рекуперативні методи очистки з регенерацією хемосорбентів: магнетитовий метод. <u>Література:</u> [3] стор. 72-88.
13	Тема 4. Очистка газів від сірководню(2 год.) Очистка газів від сірководню. Вакуум-карбонатні методи. Схема очистки газів від серководню вакуум-карбонатним методом. Абсорбція етаноламінами. Схема установки очистки газу від сірководню розчином етаноламіна. <u>Література:</u> [3] стор. 89-95.
–	Тема 5. Очистка газових сумішей від сірковуглецю та меркаптанів <u>Завдання на СРС:</u> [3] стор. 91-95.
14	Тема 6. Очистка газів від оксидів азоту (1 год.) Очистка газів від оксидів азоту. Утворення викидів оксидів азоту. Абсорбція водою. <u>Література:</u> [3] стор. 96-97.
–	Тема 7. Очистка газів від фторвміщуючих з'єднань <u>Завдання на СРС:</u> [3] стор. 92-96.
	<b><i>Розділ 4. Адсорбційні та хемосорбційні методи очистки газових викидів</i></b>
–	Тема 1. Кінетичні закономірності адсорбції <u>Завдання на СРС:</u> [3] стор. 105-111.
–	Тема 2. Десорбція поглинених речовин <u>Завдання на СРС:</u> [3] стор. 122-128.
15	Тема 3. Основи процесу адсорбційних та хемосорбційних методів. Адсорбційне обладнання(2 год.) Адсорбційні і хемосорбційні методи очистки газових викидів. Основи процесу. Адсорбційне обладнання. <u>Література:</u> [4] стор. 167-171.
–	Тема 4. Адсорбція парів летючих розчинників <u>Завдання на СРС:</u> [3] стор. 127-130.
16	Тема 5. Каталічне очищення газів. Сутність і види каталізу(2 год.) Сутність і види каталізу. Лімітуюча стадія процесу. <u>Література:</u> [13] стор. 201-210.
17	Тема 6. Промислові каталізатори. Конструкції контактних апаратів(1 год.) Промислові каталізатори. Конструкції контактних апаратів. Апарати з киплячим слоєм каталізатора. <u>Література:</u> [13] стор. 207-215.
18	Тема 7. Очищення каталітичним методом від органічних сполук(1 год.) Очищення каталітичним методом від органічних сполук. Схема очищення забруднених газів виробництва кухонних покриттів. <u>Література:</u> [3] стор. 151-153.

## 5. Практичні заняття

В рамках викладання кредитного модуля «Технологія та обладнання захисту атмосфери-1. Технологія та обладнання захисту атмосфери» передбачено проведення практичних занять, які займають ~30% аудиторного навантаження. На практичні заняття виносяться теми, які охоплюють широке коло питань. Вони дозволяють краще зрозуміти лекційний матеріал.

Зміст цих занять і методика їх проведення сприяють забезпеченню розвитку творчої активності особистості. Вони розвивають наукове мислення і здатність користуватися спеціальною термінологією, дозволяють перевірити знання, у зв'язку з чим даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку.

Основні завдання циклу практичних занять:

- 1) допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру;
- 2) навчити студентів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання розрахунків та інших видів завдань;
- 3) навчити їх працювати з науковою та довідковою літературою, документацією, таблицями та схемами;
- 4) формувати вміння вчитися самостійно, тобто опановувати методами, способами та прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Тема 1. Розрахунок матеріального балансу. <u>Література</u> : [7]. (2 год). <u>Завдання на СРС</u> : [5] стор. 166-170.
2	Тема 2. Розрахунок сухого пилоуловлювача гравітаційного типу. <u>Література</u> : [7]. (2 год). <u>Завдання на СРС</u> : [5] стор. 171-173.
3	Тема 3. Розрахунок сухого пилоуловлювача інерційного типу. <u>Література</u> : [7]. (2 год). <u>Завдання на СРС</u> : [5] стор. 174-178.
4	Тема 4. Розрахунок сухого пилоуловлювача відцентрового типу. <u>Література</u> : [7]. (2 год). <u>Завдання на СРС</u> : [5] стор. 179-184.
5	Тема 5. Розрахунок батарейного циклону. <u>Література</u> : [7]. (2 год). <u>Завдання на СРС</u> : [5] стор. 185-192.
6	Тема 6. Розрахунок безнасадкового скрубера. <u>Література</u> : [7]. (2 год). <u>Завдання на СРС</u> : [3] стор. 59-60.
7	Тема 7. Розрахунок скрубера Вентурі. <u>Література</u> : [7]. (2 год). <u>Завдання на СРС</u> : [12] стор. 330-340.
8	Тема 8. Розрахунок скрубера з насадкою. <u>Література</u> : [7]. (2 год). <u>Завдання на СРС</u> : [12] стор. 341-350.
9	Тема 9. Розрахунок електрофільтру. <u>Література</u> : [7]. (2 год). <u>Завдання на СРС</u> : [3] стор. 95-96.
10	Тема 10. Розрахунок волокнистого фільтру. <u>Література</u> : [7]. (2 год). <u>Завдання на СРС</u> : [3] стор. 97-107.
11	Тема 11. Розрахунок тканинного рукавного фільтру. <u>Література</u> : [7]. (2 год). <u>Завдання на СРС</u> : [3] стор. 112-129.
12	Тема 12. Розрахунок абсорбера. <u>Література</u> : [7]. (2 год). <u>Завдання на СРС</u> : [3] стор. 130-131.
13	Тема 13. Розрахунок відцентрового скрубера. <u>Література</u> : [7]. (2 год). <u>Завдання на СРС</u> : [3] стор. 132-134.
	<u>Останнє заняття</u> . Проведення модульної контрольної роботи.

## 6. Лабораторні заняття (комп'ютерний практикум)

У системі професійної підготовки студентів лабораторні заняття займають 40 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації організатора природокористування. Зміст цих занять і методика їх проведення забезпечують розвиток творчої активності особистості. Вони розвивають наукове мислення і здатність користуватися спеціальною термінологією, дозволяють перевірити знання, у зв'язку з чим даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку. Тому лабораторні заняття виконують не тільки пізнавальну і виховну функції, але й сприяти зростанню студентів як творчих працівників в області екології. Основні завдання циклу лабораторних занять:

1) допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру;

2) навчити студентів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання розрахунків та інших видів завдань;

3) формувати вміння вчитися самостійно, тобто опанувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

№ з/п	Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)
	<i>Розділ 1. Атмосферне повітря України</i>
1	Аналіз газових сумішей, що вміщують аміак з використанням газоаналізатора сенсорного типу (6 год).
2	Вивчення шкідливого впливу двигунів внутрішнього спалювання на довкілля. (10 год).
	<i>Розділ 2. Класифікація методів для очистки газових викидів та очистки газів від аерозолів</i>
3	Вимірювання радіоактивного фону твердих часток в атмосферному середовищі β-



№ з/п	Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму) радіометром. (6 год). <i>Розділ 3. Абсорбційні методи очистки відпрацьованих газів</i>
4	Визначення вмісту вуглекислого газу в повітрі лабораторії. (4 год).
5	Виготовлення індикатора та визначення парів хлористого водню в повітряному середовищі. (4 год). <i>Розділ 4. Адсорбційні та хемосорбційні методи очистки газових викидів</i>
6	<u>Заняття 6.</u> Визначення окремих забруднюючих домішок в повітрі з використанням газоаналізатора УГ-2. (6 год).

## 7. Самостійна робота

Самостійна робота студентів займає 50% часу вивчення курсу. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування наукових знань в області охорони довкілля, що не ввійшла перелік лекційних питань, шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
<i>Розділ 1. Атмосферне повітря України</i>		
1	Тема 3. Галузева структура викидів шкідливих речовин в атмосферу України. Міста України з найбільшими викидами шкідливих речовин в атмосферу та розподіл забруднень по джерелах утворення <u>Завдання на СРС:</u> [1] стор. 24-26; [2] стор. 8-12; [5] стор. 164-192.	5
<i>Розділ 2. Класифікація методів для очистки газових викидів та очистки газів від аерозолів</i>		
2	Тема 5. Уловлювання туманів <u>Завдання на СРС:</u> [3] стор. 53-60.	5
<i>Розділ 3. Абсорбційні методи очистки відпрацьованих газів</i>		
3	Тема 1. Рівновага в системах газ-рідина. Кінетичні закономірності <u>Завдання на СРС:</u> [3] стор. 65-72; [4] стор. 160-161; [12] стор. 320-350.	6
4	Тема 5. Очистка газових сумішів від сірковуглецю та меркаптанів <u>Завдання на СРС:</u> [3] стор. 91-96.	5
5	Тема 7. Очистка газів від фторвміщуючих з'єднань <u>Завдання на СРС:</u> [3] стор. 92-107.	4
<i>Розділ 4. Адсорбційні та хемосорбційні методи очистки газових викидів</i>		
6	Тема 1. Кінетичні закономірності адсорбції <u>Завдання на СРС:</u> [3] стор. 105-129.	5
7	Тема 2. Десорбція поглинених речовин <u>Завдання на СРС:</u> [3] стор. 122-131.	6
8	Тема 4. Адсорбція парів летючих розчинників <u>Завдання на СРС:</u> [3] стор. 127-134.	5
	Контрольна робота МКР	4
	Екзамен	30
	Всього годин	75

## 8. Індивідуальні завдання

Теми курсових проектів та вимоги до його виконання наведено в робочій навчальній програмі „Технологія та обладнання захисту атмосфери-2. Курсовий проект” та літературі [7].

## 9. Контрольні роботи

У відповідності з робочим навчальним планом контрольних робіт не передбачено.

## 10. Рейтингова система оцінювання результатів навчання

За денною формою навчання пропонується впровадження рейтингової системи оцінки успішності засвоєння студентами навчального матеріалу з кредитного модуля. Рейтинг студента з кредитного модуля «Технологія та обладнання захисту атмосфери-1. Технологія та обладнання захисту атмосфери» складається з балів, що отримуються за:

- 1) виконання лабораторних робіт;
- 2) роботу на практичних заняттях;
- 3) відповідь на екзамені.

На екзамен виносяться питання по екзаменаційним білетам Додатку А. Для оцінювання рівня підготовки студента розроблено рейтингову систему оцінки успішності (Додаток Б).

## 11. Методичні рекомендації

Аудиторні лекційні, практичні та лабораторні заняття проводяться в навчальних групах чисельністю 20-35 студентів. Методика вивчення матеріалу кредитного модуля «Технологія та обладнання захисту атмосфери-1. Технологія та обладнання захисту атмосфери» традиційна:

- слухати лекції по основним темам і паралельно самостійно працювати з літературою;
- в процесі читання лекції практикуються дискусії по вивченню окремих матеріалів;
- на практичних заняттях виконують розрахункові та інших видів завдань, які сприяють оволодінню практичними навичками та вміннями;
- до лабораторних занять повинні бути підготовлені протоколи з методиками робіт, включаючи і теоретичні питання;
- лабораторні роботи проводяться таким чином, що вони носять елементи НДРС;
- результати лабораторних робіт узагальнюються у вигляді таблиць, графіків та обговорюються.

Для цього студенти використовують методичні вказівки [6, 7] та додаткові матеріали лекцій.

## 12. Рекомендована література

### 12.1. Базова

1. Національна доповідь України, Конференція ООН Навколишнє середовище і розвиток – Київ.: Час. - 1992. - 44с.
2. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні.- Київ.- 1994.- 86с.
3. Родионов А.И., Клушин В.Н., Торочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды.- М.: Химия. - 1989. - 512 с.
4. Бретшнайдер В., Курфюрст И. Охрана воздушного бассейна от загрязнений : Пер. с англ. / Под ред. А.Ф. Туболкина. -Л.: Химия, -1989. - 238 с.
5. Екологія города. Под ред. Ф.В. Стольберга. -К. : Лібра, -2000. - 464 с.
6. Гомеля М.Д., Нестеренко С.А., Іваненко О.І., Отрох О.А. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Технологія та обладнання захисту атмосфери» для студентів спеціальності 7.070801 «Екологія та охорона навколишнього середовища». -К.: НТУУ «КПІ», -2007. -30 с.
7. Іваненко О.І. Методичні вказівки до виконання курсових проектів з курсу «Технологія та обладнання захисту атмосфери» для студентів напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». -К.: ТОВ «Інфодрук», -2012. -107 с.

### 12.2. Допоміжна

8. Беккер А.А., Агаев Т.Б. Охрана и контроль загрязнения природной среды. -Л.: Гидрометеоиздат, -1989. -288 с.
9. Сытник К.М., Брайон А.В., Гордецкий А.В., Брайон А.П. Словарь-справочник по экологии. - К.: Наукова думка, -1994. -668 с.
10. Реймерс Н.Ф. Природопользование. -М.: Мысль, -1990. - 640 с.
11. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології. -К.: Вища школа, -2001. - 358 с.
12. Очистка и рекуперация промышленных выбросов / Под ред. В.Ф. Максимова, И.В. Вольфа.
13. Макаров В.В. Основы защиты воздушного бассейна. – Севастополь: Изд-во СевНТУ. – 282 с.
14. Товжнянский Л.Л., Моисеев В.Ф., Байрачный В.Б., Шапарев В.П. Интенсивные аппараты со стабилизированным слоем пены для очистки отходящих газов. – НТУУ «ХПИ», 2003. – 228 с.
15. Ратушняк Г.С., Джеджула В.В. Інтенсифікація біоконверсії коливальним перемішуванням субстрату.- Вінниця: Універсум, 2008.- 117 с.
16. Ратушняк Г.С. Теоретичні основи технології очищення газових викидів. – Вінниця: ВДТУ, 2002. – 96 с.
17. Білогуров Ю.М., Булавін О.В., Мнускіна Ю.В. Технологія очищення газових викидів. – Донецьк: ДонНТУ, 2010. – 123 с.
18. Михайленко Г.Г. Новые распыливающие устройства в системах промышленной пылегазоочистки. – Одесса: Астропринт, 2008. – 116 с.
19. Панасенко А.И. Технология очистки от аерозолів. – Донецк: ДонНТУ, 2008. -119 с.

### **13. Інформаційні ресурси**

Електронні ресурси з кредитного модуля «Технологія та обладнання захисту атмосфери-1. Технологія та обладнання захисту атмосфери», а саме:

- навчальну програму дисципліни;
- робочу навчальну програму кредитного модуля;
- робочу навчальну програму курсового проекту;
- методичні вказівки до виконання курсового проекту;
- методичні вказівки до виконання лабораторних робіт;
- методичні вказівки до виконання самостійної роботи.

розміщено за адресою <http://www.eco-paper.kpi.ua/for-student>, а також в електронному кампусі.

**ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ЕКЗАМЕН**

1. Наведіть класифікацію методів очищення газів від діоксиду сірки.
2. Обґрунтуйте очищення газових викидів від діоксиду сірки за допомогою вапняку: фізико-хімічні основи метода, опис технологічної схеми, переваги та недоліки методу.
3. Обґрунтуйте магnezитовий метод очищення газових викидів від діоксиду сірки. Дайте Фізико-хімічні основи методу, опис технологічної схеми, переваги і недоліки методу, область використання.
4. Дайте фізико-хімічні основи поглинання діоксиду сірки твердими оксидами марганцю.
5. Проаналізуйте абсорбційні методи поглинання діоксиду сірки. Класифікація методів.
6. Охарактеризуйте СО, його абсорбцію мідь - алюміній - хлоридними розчинами.
7. Проаналізуйте поглинання оксиду вуглецю мідно-аміачним розчином.
8. Метод метанування. Уловлювання СО рідким азотом.
9. Дайте характеристику основних забруднюючих атмосферу речовин. Як відбувається трансформація забруднюючих речовин в атмосфері?
10. Наведіть методи термічної і каталітичного очищення газів від СО.
11. Дайте оцінку методів очищення газів від діоксиду вуглецю.
12. Обґрунтуйте поглинання діоксиду вуглецю розчином МЕА: фізико-хімічні основи, опис методу " МЕА- ГІАП", область використання.
13. Обґрунтуйте залізно-содовий метод очищення газів від сірководню: фізико-хімічні основи метода, опис технологічної схеми.
14. Вкажіть коротку характеристику сірководню. Наведіть класифікацію засобів очищення газів від сірководню.
15. Охарактеризуйте лугово-гідрохіноновий метод очищення газів від сірководню: фізико-хімічні основи метода, опис технологічної схеми.
16. Обґрунтуйте очищення газових викидів від сірководню сухими поглиначами на основі оксидів заліза, фізико-хімічні основи метода.
17. Проаналізуйте методи очищення газів від сірководню у рухомому шарі активованого вугілля: фізико-хімічні основи метода, опис технологічної схеми, область використання.
18. Обґрунтуйте очищення природного газу від сполук сірки цеолітами: фізико-хімічні основи метода, опис технологічної схеми, методи регенерації цеолітів.
19. Дайте оцінку очищення газів від сполук сірки поглиначами на основі оксиду цинку. Фізико-хімічні основи методу.
20. Проаналізуйте класифікацію методів очищення газів від оксидів азоту.
21. Дайте оцінку відновних методів очищення газів від оксидів азоту.
22. Проаналізуйте каталітичні методи очищення газів від оксидів азоту. Фізико-хімічні основи каталітичного відновлення оксидів азоту.
23. Проаналізуйте високотемпературний метод каталітичного відновлення оксиду азоту: фізико-хімічні основи метода, опис технологічної схеми, область використання.
24. Аміачно-каталітичний метод очищення газів від оксидів азоту: фізико-хімічні основи метода, опис технологічної схеми.
25. Проаналізуйте селективні методи очищення газів від оксидів азоту. Фізико-хімічні основи методів.
26. Обґрунтуйте фізико-хімічні основи термічної нейтралізації оксидів азоту.
27. Визначте коротку характеристику ртуті, джерела утворення, класифікацію способів очищення газів від ртуті.
28. Обґрунтуйте кислотно-піролюзитний метод очищення газових викидів від ртуті: фізико-хімічні основи метода, область використання.
29. Охарактеризуйте манганатовий метод очистки від ртуті.
30. Дайте характеристику методам очистки від ртуті хлорним вапном та хлором.
31. Опишіть очищення від ртуті активованим вугіллям і сухим піролюзитним методом.
32. Які існують джерела утворення та методи очищення газів від галогенів та їх сполук?
33. Охарактеризуйте метод очищення газових викидів від фтору та сполук при виробництві суперфосфату, наведіть фізико-хімічні основи методу, дайте опис технологічної схеми.

34. Як відбувається поглинання хлору у виробництві хлорного вапна. Дайте фізико-хімічні основи, опис методу, область використання.
35. Опишіть очищення від HCl газів у виробництві соляної кислоти.
36. Охарактеризуйте очищення газових викидів від парів бромиду та йодиду.
37. Дайте характеристику аб- та адсорбційних методів очищення газів.
38. Вкажіть основні властивості та характеристика пилу.
39. Опишіть очищення газів в мокрих електрофільтрах.
40. Опишіть очищення газів в мокрих механічних пиловловлювачах. Опишіть відцентровий скруббер та скруббер Вентурі.
41. Опишіть очищення газів в мокрих механічних пиловловлювачах. Опишіть форсуночні та насадочні скрубери.
42. Опишіть очищення газів в насадочних та тарільчатих абсорберах.
43. Опишіть очищення газів в сухих електрофільтрах.
44. Опишіть очищення газів в сухих механічних пиловловлювачах відцентрового типу.
45. Опишіть очищення газів в сухих механічних пиловловлювачах гравітаційного типу.
46. Опишіть очищення газів в сухих механічних пиловловлювачах інерційного типу.
47. Опишіть очищення газів на волокнистих та зернистих фільтрах.
48. Опишіть очищення газів на тканинних фільтрах.
49. Опишіть демеркуризацію приміщень, забруднених ртуттю.

## ПОЛОЖЕННЯ про рейтингову систему оцінки успішності студентів

з кредитного модуля "Технологія та обладнання захисту атмосфери-1. Технологія та обладнання захисту атмосфери "  
для напряму підготовки: 6.040106 "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування" (101 Екологія), спеціалізація Екологічна безпека факультету інженерно-хімічного

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з кредитного модуля згідно з робочим навчальним планом:

Семестр	Навчальний час		Розподіл годин за видами занять			СРС Всього	Контрольні заходи	
	кредити	Всього акад. год.	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття		МКР	Семестрова атестація
3	5,5	165	27*	36*	27*	75	1	екзамен

\* - у відповідності до чисельності студентів у групі кількість лекційних, практичних та лабораторних занять може бути пропорційно змінено з урахуванням індивідуальних занять

Рейтинг студента з кредитного модуля «Технологія та обладнання захисту атмосфери-1. Технологія та обладнання захисту атмосфери» складається з балів, що отримуються за:  
складається з балів, що отримуються за:

- 1) три контрольні роботи (запланована за робочим планом МКР поділяється на 3 роботи тривалістю по 30 хвилин);
- 2) виконання лабораторних робіт;
- 3) роботу на практичних заняттях;
- 4) відповідь на екзамені.

### Система рейтингових (вагових) балів та критерій оцінювання

#### 1. Робота на лабораторних заняттях.

Ваговий бал – 3. Максимальна кількість балів на всіх лабораторних роботах дорівнює: 3 балів x 6 л/р = 18 балів.

#### Критерії оцінювання знань студентів

Бал	Повнота відповіді
3	Своєчасне повне виконання л/р, проведення розрахунків за даними експерименту, оформлення та захист л/р
2	Несвоєчасний захист л/р
1	Несвоєчасне виконання л/р, недоліки в розрахунках та оформленні л/р
0	Невиконання л/р

#### 2. Модульні контрольні

Ваговий бал – 6. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює: 6 балів x 3 роботи = 18 балів

#### Критерії оцінювання контрольних робіт

Бал	Повнота відповіді
6	Повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації)
5	Повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), проте з деякими неточностями у відповідях .
4	Достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації). У відповіді не наведені другорядні чи залежні від основних параметри (матеріали)
3	Неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації). У відповіді не наведено половину основних і кілька другорядних параметрів чи матеріалів
1...2	Незадовільна поверхнева відповідь без аналізу параметрів, умов, матеріалів, неповні висновки
0	Контрольна робота не захищена.

### 3. Робота на практичних заняттях

За умови гарної підготовки і активної роботи на практичному занятті ваговий бал – 1. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює: 1 бали x 14 п/з = 14 балів

Штрафні та заохочувальні бали:

1. підказування під час контрольної роботи ..... -1 бал
2. підглядування в підручник чи конспект під час контрольної .. -2 бали
3. модернізація лабораторної роботи ..... +2... +4 бали
4. розробка дидактичного матеріалу курсу .....+2..... +5 балів

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 22 бали. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 15 балів.

За результатами навчальної роботи за 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 47 балів. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 30 балів.

Допуском до іспиту є здача всіх лабораторних робіт та написання всіхмодульних контрольних робіт.

Розрахунок балів контрольних заходів впродовж семестру складає:

$$r_c=18+18+14=50 \text{ балів.}$$

Складова екзаменаційної шкали дорівнює:

$$R_{\text{ЕКЗ}}=50 \text{ балів.}$$

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних і одне практичне питання. Кожне теоретичне питання оцінюється в 15 балів, а практичне – 20 балів.

Критерії оцінювання теоретичних питань

Бал	Повнота відповіді
15-14	Повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації)
13-11	Достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), з деякими неточностями у відповідях .
10-9	Неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації). Допущено деякі помилки.
0	Незадовільна відповідь

Критерії оцінювання практичного запитання

Бал	Повнота відповіді
20-18	Повне безпомилкове розв'язування завдання
17-15	Повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями
14-12	Завдання виконане з певними недоліками
0	Завдання невиконано

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає:

$$R= r_c+R_{\text{ЕКЗ}}=50+50=100 \text{ балів}$$

Необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт і стартовий рейтинг не менше 25 балів.

Критерії оцінки R відповідей студентів на екзамені (по системі ECTS та традиційній)

$R=r_c+R_{EKЗ}$	Оцінка ECTS	Традиційна
95...100 балів	A	Відмінно
85...94 балів	B	Добре
75...84 балів	C	
65...74 балів	D	Задовільно
60...64 балів	E	
$R < 60$ балів	F <sub>x</sub>	Незадовільно
Якщо $r_c < 25$ балів або не зараховані лабораторні роботи	F	Не допущено

Склав: доцент кафедри екології та технології рослинних полімерів

Іваненко О.І.

(посада викладача, прізвище та ініціали, підпис)

Ухвалено на засіданні кафедри екології та технології рослинних полімерів

(назва кафедри)

Протокол № 10 від 18 травня 2017 р.

Завідувач кафедри

Гомеля М.Д.

(підпис)

(ініціали, прізвище)