

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ім. Ігоря Сікорського»**  
**Інженерно-хімічний факультет**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан інженерно-хімічного факультету

(назва інституту/факультету)

Панов Є.М.

(підпис)

(ініціали, прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 р.

Панов Є.М.

(підпис)

(ініціали, прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 р.

**Моніторинг довкілля – 2.**

**Інструментальні методи аналізу довкілля**

**РОБОЧА ПРОГРАМА**

**кредитного модуля**

освітній рівень \_\_\_\_\_ бакалавр

(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

за напрямом (спеціальністю) Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування (101 Екологія)

(шифр і назва)

Програмам професійного спрямування (спеціалізація)

Екологія та охорона навколишнього середовища (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.

Протокол від \_\_\_\_\_ 2018 р. № \_\_\_\_\_

Голова методичної комісії

Д.Е. Сідоров

(підпис)

(ініціали, прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 р.

Робоча програма кредитного модуля «Моніторинг довкілля – 2. Інструментальні методи аналізу довкілля» складена для студентів, які навчаються за напрямом підготовки 6.040.106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» за спеціальністю 101 Екологія, спеціалізацією Екологічна безпека, освітнього ступеня бакалавр, за денною формою навчання, відповідно до програми навчальної дисципліни «Моніторинг довкілля».

Розробники робочої програми:

доцент, к.т.н., доцент Терещенко Оксана Миколаївна \_\_\_\_\_  
(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 від 18.05.2017 року № 10

Завідувач кафедри  
М.Д. Гомеля  
(підпис) (ініціали, прізвище)

«  » \_\_\_\_\_ 2017 р.

Протокол від «  » \_\_\_\_\_ 2018 року №   

Завідувач кафедри  
М.Д. Гомеля  
(підпис) (ініціали, прізвище)

«  » \_\_\_\_\_ 2018 р.

© НТУУ «КПІ», 2017 рік

© НТУУ «КПІ», 2018 рік

## 1. Опис кредитного модуля

Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Загальні показники	Характеристика кредитного модуля
Галузь знань <u>10 Природничі науки</u> (шифр і назва)	Назва дисципліни, до якої належить кредитний модуль <u>«Моніторинг довкілля»</u>	Форма навчання <u>денна</u> (денна / заочна)
Напрямок підготовки <u>6.040.106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»</u>	Кількість кредитів ECTS <u>4,0</u>	Статус кредитного модуля <u>Цикл загальної підготовки</u>
Спеціальність <u>101 Екологія</u> (шифр і назва)	Кількість розділів <u>4</u>	Цикл, до якого належить кредитний модуль <u>Навчальна дисципліна базової підготовки</u>
Спеціалізація <u>Екологічна безпека</u> (назва)	Індивідуальне завдання <u>РГР</u> (вид)	Рік підготовки <u>3</u>  Семестр <u>6</u>
Освітній ступінь <u>бакалавр</u>	Загальна кількість годин <u>120</u>	Лекції <u>18 год*</u>
		Практичні (семінарські) =
	Лабораторні (комп'ютерний практикум) <u>27 год*</u>	
	Тижневих годин: аудиторних – <u>2,5</u> СРС – <u>4</u>	Самостійна робота <u>75 год.</u> у тому числі на виконання індивідуального завдання <u>15 год.</u>
		Вид та форма семестрового контролю <u>екзамен письмовий</u> (екзамен / залік / диф. залік; усний / письмовий / тестування тощо)

\* - 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 «Моніторинг довкілля-2. Інструментальні методи аналізу» складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів за напрямом 6.040.106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» спеціальності 101 Екологія, спеціалізації Екологічна безпека.

Кредитний модуль належить до циклу базової підготовки.

Предмет кредитного модуля – процеси контролю якості компонентів довкілля, методики визначення вмісту забруднювачів у повітрі, воді та ґрунті, програми обробки результатів вимірювань та періодичності відбору проб.

Міждисциплінарні зв'язки: навчальній дисципліні «Моніторинг довкілля» передують навчальні дисципліни, такі як: «Хімія з основами біохімії», «Спеціальні розділи біогеохімії», «Вища математика», «Фізика», «Аналітична хімія», «Загальна екологія», «Природоохоронне законодавство та екологічне право», «Урбоекологія». Навчальна дисципліна «Моніторинг довкілля» забезпечує дисципліни «Моделювання та прогнозування стану довкілля», «Техноекологія», «Екологічна безпека», «Економіка природокористування», «Технологія та обладнання захисту гідросфери», «Утилізація та рекуперація відходів».

## **2. Мета та завдання кредитного модуля**

### 2.1. Мета кредитного модуля

Метою вивчення даної дисципліни 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:

- навички відбору зразків (проб) природних компонентів для аналізів;
- на підставі фундаментальних теоретичних знань оцінити можливості методів аналізу;
- обґрунтовано вибрати метод для конкретного практичного аналізу, грамотно використати аналітичні прилади;
- кваліфіковано провести експеримент;
- провести математичну обробку результатів і зробити висновок.

### 2.2. Основні завдання кредитного модуля

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

#### **знання:**

- загальні положення основ хімічних, фізичних та фізико-хімічних методів аналізу;
- галузі використання різних методів аналізу, сфери застосування аналітичних приладів;

- теорію та практику методів аналізу, можливість застосування фізико-хімічних методів аналізу;
- методи обробки даних.

**уміння:**

- на підставі фундаментальних теоретичних знань оцінити можливості методів аналізу;
- обґрунтовано вибрати метод для конкретного практичного аналізу, грамотно використати аналітичні прилади;
- кваліфіковано провести експеримент;
- провести математичну обробку результатів і зробити висновок.

**досвід:**

- здатність сприймати, аналізувати і застосовувати отриману інформацію для вирішення навчальних, наукових та професійних завдань;
- здатність планувати та здійснювати експериментальні дослідження з використанням новітніх досягнень науки і техніки;
- здатність до самостійного підбору, обробки та аналізу інформації;
- здатність інтегрувати знання суміжних дисциплін (фізики, математики та ін.) для концептуалізації рішень.

### 3. Структура кредитного модуля

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Прак-тичні	Лабора-торні	СРС
<b>Розділ.1. Задачі і методи інструментальних методів аналізу</b>	6	2			4
<b>Розділ 2. Спектроскопічні методи</b> Тема 2.1. Методи оптичної молекулярної спектроскопії. Абсорбційна спектроскопія. Тема 2.2. Люмінесцентний аналіз Тема 2.3. Методи атомної спектроскопії. Атомно-емісійний спектральний аналіз Тема 2.4. Атомно-абсорбційний спектральний аналіз Тема 2.5. Рентгеноспектральний аналіз	26	6		10	10
<b>Розділ 3. Електрохімічні методи аналізу</b> Тема 3.1. Потенціометричний аналіз . Тема 3.2. Полярографічний аналіз	14	2		6	6
<b>Розділ 4. Хроматографічні методи</b> Тема 4.1. Теоретичні основи хроматографічних методів аналізу Тема 4.2. Техніка проведення хроматографічного аналізу Тема 4.3. Основна апаратура і техніка проведення газової та рідинної хроматографії.  Модульна контрольна робота з розділів 1-4	29	6		11	10
РГР	15				15
Екзамен	30				30
<b>Всього годин</b>	<b>120</b>	<b>18</b>		<b>27</b>	<b>75</b>

#### 4. Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни «Моніторинг довкілля-2. Інструментальні методи аналізу», рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- визначення на сучасному рівні розвитку науки і техніки в області охорони довкілля, прогнозування їх розвитку на найближчі роки;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних думок і положень, підкреслення висновків, повторення їх у різних формулюваннях);
- набуття наочної, поєднання по можливості з демонстрацією аудіовізуальних матеріалів, макетів, моделей і зразків;
- викладання чіткою і ясною мовою, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<p><b><i>Розділ.1. Задачі і методи інструментальних методів аналізу</i></b> Класифікація фізико-хімічних методів визначення та розділення елементів. Особливості використання та значення фізико-хімічних методів для розвитку науки, техніки, контролю виробництва та економіки. <b><i>Література: [15]. с. 3-7.</i></b></p>
2-3	<p><b><i>Розділ 2. Спектроскопічні методи</i></b> <b><i>Тема 2.1.Методи оптичної молекулярної спектроскопії. Абсорбційна спектроскопія.</i></b> Фотометричні та спектроскопічні методи аналізу. Теоретичні основи методу. Походження спектрів поглинання. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Причини відхилення від основного закону фотометрії. Фізико-хімічні основи утворення забарвлених сполук. Реакції, які можуть бути використані в фотометричному аналізі. Методи вимірювання інтенсивності забарвлення. Фотометрія та спектрофотометрія. <b><i>Література: [15]. с. 50-79, [20]. с. 176-214.</i></b> <b><i>Тема 2.2. Люмінесцентний аналіз</i></b> Природа та спектри люмінесценції. Характеристики люмінесценції. Якісний та кількісний аналіз. Основні хемілюмінесцентні реагенти та проведення аналізу. Каталітичні хемілюмінесцентні реакції.</p>

	<b>[15]. с. 104-119.</b>
4-5	<p><i>Тема 2.3. Методи атомної спектроскопії. Атомно-емісійний спектральний аналіз</i>  Суть методу, спектри випромінювання. Якісний та кількісний аналіз.  Полум'яна фотометрія. Методика аналізу та апаратура. Практичне застосування методу.</p> <p><i>Тема 2.4. Атомно-абсорбційний спектральний аналіз</i>  Основи методу. Прилади для ААС. Кількісні вимірювання, застосування методу.</p> <p><i>Тема 2.5. Рентгеноспектральний аналіз</i>  Основи методу. Рентгенівські спектри. Рентгено-флуоресцентний аналіз. Прилади та їх застосування в якісному та кількісному аналізі.</p> <p><b>Література: [15]. с. 9-43, [15]. с. 119-132, [20]. с. 53-94, 138-154.</b></p>
6-7	<p><b>Розділ 3. Електрохімічні методи аналізу</b>  Класифікація електрохімічних методів аналізу.</p> <p><i>Тема 3.1. Потенціометричний аналіз</i>  Абсолютна потенціометрія і потенціометричне титрування. Електроди у потенціометричному методі аналізу.</p> <p><i>Тема 3.2. Полярографічний аналіз</i>  Загальні положення. Класична полярографія. Вольтамперометрія. Амперометричне титрування.</p> <p><b>Література: [15]. с. 188-213, [15]. с. 220-237, [20]. с. 232-243, 271-290, 303-306.</b></p>
8-9	<p><b>Розділ 4. Хроматографічні методи</b>  <i>Тема 4.1. Теоретичні основи хроматографічних методів аналізу</i>  Класифікація хроматографічних методів аналізу.  Хроматографічні параметри. Теорія хроматографічного розділення, обробка хроматограм.  Адсорбційна хроматографія, розподільна хроматографія, газо-рідинна хроматографія, хроматографія на папері, молекулярно-ситова хроматографія, іонообмінна, осадова, адсорбційно-комплексуютьвальна та окисно-відновна хроматографія.  Поняття про газову та рідинну колонкову хроматографію.</p> <p><i>Тема 4.2. Техніка проведення хроматографічного аналізу</i>  Хроматографічна колонка і її підготовка до аналізу. Отримання хроматографи на колонці і її аналіз. Хроматографія у тонкому шарі.</p> <p><i>Тема 4.3. Основна апаратура і техніка проведення газової та рідинної хроматографії.</i>  Дозатори. Хроматографічні колонки. Детектори. Региструючі пристрої.</p> <p><b>Література: [15]. с. 306-339, [15]. с. 216-236.</b></p>



## 5. Практичні заняття

Не передбачені робочим планом.

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

У системі професійної підготовки студентів лабораторні заняття займають 60% аудиторного навантаження. Зміст цих занять і методика їх проведення повинні забезпечувати набуття основних навиків роботи в хімічній лабораторії. Вони розвивають практичні навички і здатність користуватися спеціальною термінологією, інструментальним обладнанням, дозволяють перевірити на практиці знання теоретичної бази фізико-хімічного аналізу, у зв'язку з чим даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку. Тематика лабораторних робіт охоплює основні інструментальні методи аналізу: фотокolorиметричні, електрохімічні (вольтамперометрія і потенціометрія), хроматографічний (іонообмінна, адсорбційна, тонкошарова хроматографія), дає знання, поняття про допоміжні методи, що використовуються при проведенні аналізів з метою концентрування визначуваного компонента, усунення впливу домішок, зокрема, екстракцію. Роботи практикуму максимально наближені до питань аналітичного контролю, контролю і концентрування речовин навколишнього середовища, дають основні навички роботи в хімічній лабораторії.

Номер роботи	Зміст лабораторної роботи	Кількість годин
1	Оптичні методи аналізу. Фотометричне визначення титану (IV) і міді (II).	2
2	Фотометричне визначення заліза(III) в алюмінії.	2
3	Екстракційно-фотометричні методи аналізу. Екстракційне розділення кобальту та нікелю.	4
4	Екстракційне концентрування міді.	2
5	Кінетичні методи. Визначення молібдену методом фіксованого часу.	2
6	Електрохімічні методи аналізу. Потенціометричне визначення хромової кислоти.	2
7	Потенціометричне заліза(II).	2
8	Хроматографічні методи аналізу. Розподільна хроматографія. Розділення кобальту (II), заліза (III) і міді (II).	1
9	Хроматографія на папері.	2
10	Хроматографічне визначення $KNO_3$	2
11	Хроматографічне розділення та визначення кадмію і цинку.	4
12	Контрольна робота з розділів 1-4	2
<b>Всього</b>		<b>27</b>

## 7. Самостійна робота

Самостійна робота студентів займає 63 % часу вивчення курсу, включає також підготовку РГР та підготовку до екзамену. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування наукових знань в області охорони довкілля, що не ввійшли в перелік лекційних питань, шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі та при виконанні РГР. У процесі самостійної роботи над РГР в рамках кредитного модуля студент повинен навчитися глибоко аналізувати проблеми методів аналізу довкілля і, на основі аналізів, приходити до власних обґрунтованих висновків.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
<b>Інструментальні методи аналізу</b>		
1	Процес аналізу: пробовідбір, пробопідготовка, вимірювання, обробка результатів. Аналітичні характеристики і статистичні оцінки. <i>Література: [18]. с. 22-42, [20]. с. 23-50.</i>	4
2	Інфрачервона спектроскопія. Обертальні спектри. Коливальні спектри. Ефект комбінаційного розсіювання. Коливання багатоатомних молекул. Апаратура для коливальної спектроскопії. Типи деформаційних коливань. <i>Література: [18]. с. 225-261.</i> Нефелометрія і турбідиметрія. <i>Література: [15]. с. 158-161.</i> Рефрактометричні методи. <i>Література: [15]. с. 146-153.</i> Поляриметричні методи. <i>Література: [15]. с. 153-158.</i> Спектроскопія ядерного магнітного резонансу. <i>Література: [15]. с. 158-161, [18]. с. 287-308.</i> Мас-спектрометрія. <i>Література: [15]. с. 279-282, [18]. с. 308-330.</i>	10
3	Електроліз і кулонометрія. Закони електролізу. Потенціал розкладу і перенапруження. <i>Література: [15]. с. 244-257, [18]. с. 401-405.</i> Кондуктометрія. <i>Література: [15]. с. 168-183, [18]. с. 353-357.</i> Кінетичні методи аналізу. <i>Література: [15]. с. 283-289, [18]. с. 139-146.</i>	7
4	Екстракція. Розподілення речовини між двома рідинами. Екстракція хелатних сполук. Екстракція йонних асоціатів. Швидкість екстракції. <i>Література: [15]. с. 298-310, [18]. с. 121-139.</i>	9
5	РГР <i>Література: [15] – [24].</i>	15
6	Екзамен	30
	<b>Всього годин</b>	<b>75</b>

## **8. Індивідуальні завдання**

З метою поглиблення знань студентів з дисципліни, отримання досвіду самостійної роботи в області моніторингу довкілля пропонується виконання індивідуального завдання у вигляді розрахунково-графічної роботи. Тематика РГР підібрані таким чином, щоб поглибити вивчення дисципліни “Моніторинг довкілля-2. Інструментальні методи аналізу” (додаток Б). Для підготовки пропонується література [15 – 24].

## **9. Контрольні роботи**

З метою контролю рівня засвоєння матеріалу та сприйняття його студентами, протягом семестру проводиться 4 модульні контрольні роботи по 22 хвилин (Додаток А). Кожний варіант містить 4-5 запитання. Максимальна кількість балів за контрольну роботу дорівнює 6 балів.

## **10. Рейтингова система оцінювання результатів навчання<sup>1</sup>**

За денною формою навчання пропонується впровадження м'якої рейтингової системи оцінки успішності засвоєння студентами навчального матеріалу з кредитного модуля. Рейтинг студента з кредитного модуля «Моніторинг довкілля» складається з балів, що отримуються за:

- 1) чотири контрольні роботи (запланована за робочим планом МКР поділяється на 4 роботи тривалістю по 22 хвилин);
- 2) виконання і захист 11 лабораторних робіт;
- 3) виконання розрахунково-графічної роботи;
- 4) відповідь на екзамені (письмово).

Максимальна сума балів стартової складової дорівнює 60 балів. Необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних занять і стартовий рейтинг не менше 36 балів.

На екзамені студент виконує письмову відповідь на питання білета. Кожен білет містить 4 питання. Кожне питання оцінюється у 10 балів.

Положення про рейтингову систему оцінки успішності студентів з кредитного модуля «Моніторинг довкілля-2. Інструментальні методи аналізу довкілля» наведено в додатку Г.

## **11. Методичні рекомендації**

Лекційні та практичні заняття проводяться у навчальних групах чисельністю 20-35 студентів, лабораторні роботи – в групах 10-18 студентів.

Дисципліна вивчається шляхом аудиторного прослуховування лекцій, повторення пройденого матеріалу в аудиторні години, детального вивчення пройденого матеріалу в домашніх умовах, уточнення окремих моментів на лабораторних заняттях, самостійного вивчення окремих тем.

Для забезпечення студентів методичною літературою розроблено курс лекцій, методичні вказівки до виконання лабораторних робіт [22] - [26].

## 12. Рекомендована література

### 12.1. Базова

15. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2 ч. Ч. 2. Физико-химические методы анализа: Учебник для химико-технологических спец. вузов. – М.: Высшая школа, 1989. – 384 с.
16. Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В. Аналитическая химия. В 2-х книгах.– М.: Химия, 1990.– Кн. 1 – 480 с.
17. Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В. Аналитическая химия. В 2-х книгах.– М.: Химия, 1990.– Кн. 2 – 481 с.
18. Отто М. Современные методы аналитической химии (в 2-х томах). Том1. – М.:Техносфера, 2003. – 416 с.
19. Отто М. Современные методы аналитической химии (в 2-х томах). Том2. – М.:Техносфера, 2004. – 288 с.
20. Физико-химические методы анализа. Практическое руководство: Учебное пособие для вузов/ В.Б. Алесковский, В.В. Бардин, М.И. Булатов и др.– Под ред. В.Б. Алесковского.– Л.: Химия, 1988.– 376 с.
21. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии.– М.: Химия, 1989.– 448 с.
22. Методи аналітичної хімії в екологічних дослідженнях: методичні вказівки до вивчення дисципліни «Методи та засоби контролю навколишнього середовища». Частина II. Фізичні, фізико-хімічні та біологічні методи аналізу/ Л.І. Бутченко, О.М. Терещенко, О.П. Хохотва. – К: НТУУ «КПІ», 2011. – 58 с.
23. Методи аналітичної хімії в екологічних дослідженнях: методичні вказівки до вивчення дисципліни «Методи та засоби контролю навколишнього середовища». Частина III. Фізичні, фізико-хімічні та біологічні методи аналізу/ Л.І. Бутченко, О.М. Терещенко, О.П. Хохотва. – К: НТУУ «КПІ», 2011. – 56 с.
24. Методичні вказівки до розв'язування типових задач/ Л.І. Бутченко, О.М. Терещенко, О.П. Хохотва. – К: НТУУ «КПІ», 2010. – 56 с.
25. Програма, методичні вказівки та контрольні завдання по курсу “Аналітична хімія”. / Укл.: Л.В.Калабіна, Л.І.Бутченко – НТУУ “КПІ”, 1998.– 35 с. Частина III. Фізико-хімічні методи аналізу.
26. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу “Аналітична хімія” для студентів хіміко-технологічного факультету. Розділ “Фізико-хімічні методи аналізу” / Укл. Д.О. Горіна, Л.В. Калабіна, Є.П. Клименко та ін. – К.: КПІ, 1993. – 40 с.

### 12.2. Допоміжна

27. Дорохова Е. Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа / Дорохова Е. Н., Прохорова Г. В. — М. : Высш. шк., 1991. — 256 с.
28. Крешков А.П. Основы аналитической химии. Т. 3. Физико-химические методы анализа.— М.: Химия, 1970.—471 с.
29. Практическое руководство по физико-химическим методам анализа./ Под ред. И. П. Алимарина, В.М. Иванова. – М.: Изд. Московского университета. 1987. – 205 с.

- 30.Набиванец Б.И., Мазуренко Е.А. Хроматографический анализ. – К.: Вища школа, 1979. – 263 с.
- 31.Яцимирский К.Б. Кинетические методы анализа. – М.: Химия, 1987. – 193 с.
- 32.Практикум по физико-химическим методам анализа/Под ред. О.М. Петрухина.— М.: Химия, 1987.—248 с.

### **13. Інформаційні ресурси**

Електронні ресурси з курсу «Моніторинг довкілля», а саме:

- навчальну програму дисципліни,
- робочу навчальну програму кредитного модуля,
- 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 у електронному кампусі.

**Питання до контрольних робіт**  
Контрольна робота “Спектральні методи аналізу”

## Варіант 1.

- 1.Що називається люмінесцентним випромінюванням і яка його природа?
2. Чому в ІК-спектрометрії уникають працювати з водними розчинами?
3. Основні вузли рентгеноспектральних приладів.
4. Два зразка нафти, стандартний і аналізований з  $\Delta$ ссою по 1,000 г розчинили у 10 разів метилізобутилкетонем та розпилили у полум’ї атомно-абсорбційного спектрофотометра. Оптична густина лінії ванадію для зразка з вмістом ванадію  $w_{ст} = 0,01$  % склала  $A_{ст} = 0,740$  і для зразка з невідомим вмістом  $A_x = 0,520$ . Розрахувати масову частку ванадію (%).

## Варіант 2.

- 1.Походження спектрів комбінаційного розсіяння.
- 2.Привести схему улаштування рентгенівської трубки та пояснити принцип її дії.
3. Зв’язок між інтенсивністю флуоресценції і концентрацією.
4. Для визначення маси вітаміну  $B_2$  методом добавок наважку харчового продукту масою 0,2000 г розчинили і після відповідної обробки виміряли інтенсивність люмінесценції отриманого розчину:  $I_x = 30$ . Після додавання стандартного розчину, який містить 40 мкг вітаміну  $B_2$ , інтенсивність люмінесценції збільшилась до  $I_{x+\Delta} = 80$ . Розрахувати масову долю вітаміну  $B_2$  в продукті, якщо інтенсивність холостого розчину становила 5.

## Варіант 3.

1. Способи визначення концентрацій в методі емісійної фотометрії.
2. Що те флуоресценція і фосфоресценція?
3. Схема приладу для атомно-абсорбційної спектроскопії.
4. При визначенні свинцю в соляній кислоті 0,2 мл аналізованого розчину ( $\rho = 1,19$  г/мл) заморозили рідким азотом, потім записали виплеск люмінесценції  $I_x = 20$  при розморожуванні розчину. Аналогічно зареєстрували виплеск люмінесценції аналізованого розчину з добавкою 0,40 мл розчину свинцю, який містив 0,02 мкгPb/мл ( $I_{x+\Delta} = 40$ ). Розрахувати масову долю (%) свинцю в аналізованому розчині.

## Варіант 4.

- 1.Походження рентгенівських спектрів. Закон Мозлі. Поглинання рентгенівського випромінювання.
2. Тушіння люмінесценції.
3. Схема спектрального приладу для емісійного аналізу.
4. При визначенні марганцю в сплаві методом добавок наважку  $\Delta$ ссою 0,5000 г розчинили и розвели розчин до 200,0 мл. Відібрали чотири однакові порції розчину і до кожної порції додавали рівні об’єми стандартних розчинів марганцю, які містили 0; 2; 4; 6 мкг/мл Mn.

На атомно-абсорбційном спектрофотомітрі виміряли оптичну густина для аналітичної лінії 279,48 нм, розпиляя розчини у пом’ї ацетилен-повітря. Отримали відповідно 0,225; 0,340; 0,455; 0,570. Розрахувати масову частку (%) марганцю у сплаві.

## Контрольна робота по темі “Електрохімічні методи аналізу”.

### Варіант № 1

1. Теоретичні основи потенціометрії, гальванічний елемент. Рівняння Нернста, області його використання.
2. Пряма полярографія. Види методів, їх основні характеристики.
3. Індикаторні електроди, їх види. Навести приклади.
4. Визначити рН і  $C_{H^+}$  розчину, якщо потенціал скляного електроду в ньому відносно каломельного електроду ( $E^{\circ}_{\text{кал}} = 0,2415 \text{ В}$ ) дорівнює  $0,459 \text{ В}$ .
5. При полярографуванні насиченого водного розчину  $PbBr_2$  висота хвилі складала  $25 \text{ мм}$ . Висота хвилі  $0,01 \text{ М}$  розчину свинцю в аналогічних умовах складала  $20 \text{ мм}$ . Визначити добуток розчинності (ДР)  $PbBr_2$ .

### Варіант № 2

1. Вольтамперометрія. Теоретичні основи методу, проведення аналізу.
2. Види потенціометричного титрування.
3. Рівняння Гейровського-Ільковича. Потенціал напівхвилі, його фізичний зміст.
4. ЕРС ланцюга  $Ag | AgNO_3$  відносно каломельного елемента дорівнює  $0,405 \text{ В}$ .  $E^{\circ}_{\text{кал}} = 0,2415 \text{ В}$ . Визначити концентрацію  $AgNO_3$  в розчині в моль/л, якщо  $E^{\circ}_{Ag^+/Ag} = 0,8 \text{ В}$ .
5. Наважку сплаву масою  $5,134 \text{ г}$  розчинили і розчин разбавили до  $50,00 \text{ мл}$ . Висота полярографічної хвилі свинцю в отриманому розчині виявилась рівною  $9,0 \text{ мм}$ . Обчислити масову долю (%) свинцю в сплаве, якщо при полярографуванні стандартних розчинів свинцю (II) отримали такі результати:  

$C_{Pb} \cdot 10^6, \text{ г/мл}$	0,50	1,00	1,50	2,00
h, мм	4,0	8,0	12,0	16,0

### Варіант № 3

1. Потенціометричне титрування. Методика аналізу і графічне оформлення отриманих результатів.
2. Полярографічна установка і полярографічні максимуми. Методи (способи) полярографії, основні розрахункові формули.
3. Стандартні електроди. Навести приклади, описати будову.
4. ЕРС ланцюга  $Cu | CuSO_4$  відносно каломельного елемента дорівнює  $0,606 \text{ В}$ .  $E^{\circ}_{\text{кал}} = 0,2415 \text{ В}$ . Визначити концентрацію  $CuSO_4$  в розчині в моль/л, якщо  $E^{\circ}_{Cu^{2+}/Cu} = 0,34 \text{ В}$ .
5. При полярографуванні насиченого розчину  $PbJ_2$  висота хвилі складала  $20 \text{ мм}$ . Висота хвилі  $5 \cdot 10^{-4} \text{ М}$  стандартного розчину свинцю (II) в аналогічних умовах складала  $15 \text{ мм}$ . Визначити добуток розчинності (ДР)  $PbJ_2$ .

### Варіант № 4

1. Теоретичні основи і види амперометричного титрування.
2. Абсолютна потенціометрія (іонометрія). Методи вимірювання, основні розрахункові формули.
3. Рівняння Ільковича. Граничний дифузійний струм, його фізичний зміст.
4. Обчислити рН і  $C_{H^+}$  розчину, якщо потенціал водневого електроду відносно насиченого каломельного електроду при  $25^{\circ}\text{C}$  дорівнює  $0,4 \text{ В}$ .  $E^{\circ}_{\text{кал}} = 0,2415 \text{ В}$ .
5. Наважку сталі масою  $0,2000 \text{ г}$ , що містить мідь, розчинили в  $HNO_3$  і об'єм розчину довели до  $50,00 \text{ мл}$ . При полярографуванні  $5,00 \text{ мл}$  розчину в  $20,00 \text{ мл}$  фоновому електроліту висота хвилі міді складала  $37$  поділок шкали приладу. Обчислити масову долю (%) міді в сталі, якщо відомо, що при полярографуванні  $3 \cdot 10^{-5} \text{ г}$  міді в  $25,00 \text{ мл}$  кінцевого розчину висота хвилі складала  $30$  поділок.

Контрольна робота по темі «Фотометричні методи аналізу».

Варіант № 1

1. Оптичні методи аналізу, види, застосування. Фотометричний аналіз, суть, використання.
2. Молярний коефіцієнт світлопоглинання, його фізичний зміст. Фактори, які впливають на величину  $\epsilon$ .
3. Будова приладів для фотометричного аналізу.
4. Обчислити  $\epsilon$  для визначення  $Ti(IV)$  диантипірил-метаном, якщо при фотометруванні розчину, що містить  $0,479$  мкг/мл  $Ti$ , в кюветі з товщиною шару  $2$  см, оптична густина дорівнює  $0,940$ .  $A_r(Ti) = 47,9$ .
5. В дві мірні колби місткістю  $100,0$  мл помістили по  $10,00$  мл стічної води. В одну колбу добавили  $10,00$  мл стандартного розчину  $CuSO_4$  ( $T_{Cu^{2+}} = 0,001000$  г/мл). В обидві колби ввели розчин аміаку, рубеановодневої кислоти і разбавили до мітки водою. При фотометруванні розчинів отримали оптичні густини  $A_x = 0,240$  і  $A_{x+ст} = 0,380$ . Визначити концентрацію (г/л) міді в стічній воді.

Варіант № 4

1. Способи проведення фотометричного аналізу. Спектри поглинання, їх види.
2. Основний закон світлопоглинання (фотометрії). Вивід, наслідки з закону.
3. Вплив кислотності середовища на вибір фотометричної реакції.
4. Розрахувати  $\epsilon$  забарвленого комплексу  $Fe(III)$ , якщо  $A = 0,750$ ,  $l = 5$  см, а вміст заліза -  $0,056$  мг в  $50,00$  мл розчину.
5. Поглинання розчину солі свинцю дорівнює  $0,135$ . При добавленні до  $10,00$  мл цього розчину  $10,00$  мл розчину солі свинцю з концентрацією  $10,00$  мкг/мл поглинання зросло до  $0,385$ . Визначити концентрацію аналізованого розчину солі свинцю, якщо  $A_r(Pb) = 207$ .

Варіант № 2

1. Природа поглинання світла речовиною, хімізм з'явлення окраски, фотометричні ефекти.
2. Міцність, стійкість і контрастність світлопоглинаючих сполук.
3. Основні методи фотометрії (візуальні та інструментальні).
4. Обчислити  $\epsilon$  розчину міді, що містить  $0,64$  мг міді в  $250$  мл, якщо оптична густина розчину дорівнює  $0,24$ ,  $l = 2$  см.  $A_r(Cu) = 64$ .
5. Вміст антрацену в стічних водах визначали по власному поглинанню при  $\lambda = 253$  нм. Відносна оптична густина стандартного розчину, що містить  $35$  мг/л антрацену, дорівнює  $A_{відн.ст.} = 0,412$ . В досліджуваному розчині ця величина дорівнює  $A_{відн.досл.} = 0,396$ . В кюветах порівняння в обох випадках був розчин з вмістом  $30,0$  мг/л антрацену. Обчислити концентрацію (мг/л) антрацену в досліджуваному розчині.

Варіант № 3

1. Теоретичні передумови фотометричного аналізу.
2. Графічне зображення закону Бера. Причини, які викликають відхилення від лінійності.
3. Оптимальні умови фотометрування.
4. Обчислити  $\epsilon$  при визначенні марганцю у вигляді перманганату, якщо  $A = 0,180$ ,  $l = 3$  см, а в  $100,0$  мл розчину міститься  $0,110$  мг марганцю.  $A_r(Mn) = 55$ .
5. Відносна оптична густина розчину сульфосаліцилатного комплексу  $Fe(III)$  дорівнює  $A_{отн.} = 0,290$  ( $l = 5$  см). Обчислити концентрацію (мг/мл) заліза, якщо розчин порівняння містив  $0,056$  мг  $Fe^{3+}$  в  $50,00$  мл, а  $\epsilon = 3 \cdot 10^3$ .



Контрольна робота по темі «Хроматографічні та екстракційні методи аналізу».

### Варіант 1

1. Адсорбційна хроматографія. Основи методу, галузі використання.
2. Розрахувати ступінь вилучення  $R_1$  і залишкову концентрацію у водній фазі диметилгліоксимату нікелю з 50,0 мл водного розчину при рН 8,7 і однократному та трикратному струшуванні з 2,0 мл хлороформу, якщо коефіцієнт розподілу  $=410$ , а початкова концентрація 0,50 моль/л.
3. Класична теорія хроматографії.

### Варіант 2

1. Після розділення газової суміші методом газової хроматографії при обробці даних були одержані такі результати:

Компонент суміші	Бензол	Гексан	Пропілен	Етанол
$S, \text{мм}^2$	85	27	34	11
$k$	1,0	1,1	1,1	1,8

Розрахуйте масову частку (%) компонентів в суміші.

2. Через колонку, заповнену сорбентом  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , обробленого  $\text{NaCl}$ , пропустили розчин, що містить іони свинцю (II) та срібла (I). Опишіть порядок розташування зон в наведеній осадовій хроматографії.
3. Загальні характеристики методу екстракції.

### Варіант 3

1. При додаванні 25,00 мл  $1,0 \cdot 10^{-3}$  моль/л розчину екстракційного реагенту  $\text{HA}$  в органічному розчиннику до 50,00 мл  $1,0 \cdot 10^{-6}$  моль/л водного розчину солі металу при рН=4,0 екстрагується 40% металу у вигляді  $\text{MA}_2$ . Розрахуйте ступінь вилучення і рН<sub>50</sub>. Як зміниться ступінь вилучення, якщо екстракцію проводити при рН=5,0 20,00 мл розчину реагенту з концентрацією  $2,0 \cdot 10^{-4}$  моль/л?
2. Загальні характеристики методу екстракції.
3. Кінетична теорія хроматографії.

### Варіант 4

1. Класифікація екстракційних процесів. Практичне застосування методу.
2. Плоскосна хроматографія.
3. Розрахувати коефіцієнт розподілу  $K_d$  при поглинанні аніонітом на 20%. Маса аніоніту 0,1000 г, об'єм розчину 10,00 мл.

## Додаток Б

Розрахунково-графічна робота.

Варіант 3.

1. Які причини (фізичні та хімічні) приводять до відхилення від основного закону світло поглинання?
2. Визначити %  $Ni$  в сталі, якщо наважку 0,2 г розчинили в колбі об'ємом 100 мл, для фотометричної реакції взято 20 мл, об'єм доведено до 50 мл. По калібрувальному графіку знайдено, що маса  $Ni$  в 50 мл розчину складає 0,123 мг.
3. Атомно-емісійний спектральний аналіз. Типи джерел збудження, їх характеристика.
4. При визначенні хрому (III) методом стандартів пробу води 50,00 мл розпилили у полум'ї атомно-абсорбційного спектрофотометра. Стандартний розчин з концентрацією хрому (III) 15 мкг/л мав адсорбцію 27,0 поділок вимірювальної шкали приладу, а аналізований розчин – 42,0 поділок. Визначити концентрацію (мкг/л) хрому (III) у стічній воді.
5. Потенціометричне титрування, його переваги та недоліки.
6. При полярографу ванні насиченого розчину  $PbBr_2$  висота хвилі свинцю склала 26 мм. Висота хвилі 0,01 моль/л стандартного розчину іонів свинцю склала 20 мм. Визначити  $DP$   $PbBr_2$ .
7. Порядок хімічної реакції.
8. Визначити потенціал срібного електрода відносно насиченого каломельного електрода, який знаходиться у розчині  $AgNO_3$  з концентрацією 0,1 моль/л при 25°C ( $E_{\text{кал}} = 0,247$  В).
9. Реакція окиснення іону тіосульфату аналізується титаном (IV). Хід реакції фіксується фототурбідиметричним методом за збільшенням каламутності розчину внаслідок утворення  $BaSO_4$ . Час досягнення постійної каламутності відповідає оптичній густині 0, 25. Для стандартних розчинів титану (IV) були одержані такі результати:

C(Ti), мкг/мл	10. 1,0	11. 3,0	12. 5,5	13. 7,0	14. 10,0
T°C	15. 2000	16. 750	17. 400	18. 292	19. 214

З наважки мінералу масою 0, 0555 г після сплавлення і обробки було одержано 100 мл розчину. На аналіз відібрали 1,00 мл цього розчину і після визначення через 345 с одержали значення оптичної густини 0,25. Визначити (%)  $TiO_2$  у мінералі.

10. Галузі використання, позитивні якості та недоліки методу іонообмінної хроматографії.
11. Для визначення статичної обмінної ємності наважку катіоніту 2,500 г у Na-формі залили 100 мл HCl з концентрацією 0,0500 моль/л. Після встановлення рівноваги визначили, що концентрація кислоти дорівнювала 0,0075 моль/л. Розрахувати статичну об'ємну ємність за іонами водню.
12. Розрахувати ступінь вилучення пікринової кислоти з водного 0,05 М розчину при трикратній екстракції бензолом при  $r=V_{\text{бен}}/V_{\text{вод}}=1:10$ . Коефіцієнт розподілу пікринової кислоти в системі бензол-вода становить 35.

## Перелік питань на екзамен

1. Сформулювати класифікацію фізико-хімічних методів визначення та розділення елементів.
2. Сформулювати особливості використання та значення фізико-хімічних методів для розвитку науки, техніки, контролю виробництва та економіки.
3. Охарактеризувати спектроскопічні методи аналізу.
4. Охарактеризувати метод абсорбційної спектроскопії.
5. Охарактеризувати фотометричні та спектроскопічні методи аналізу. Привести теоретичні основи методу.
6. Пояснити походження спектрів поглинання.
7. Вивести закон Бугера-Ламберта-Бера. Показати причини відхилення від основного закону фотометрії.
8. Пояснити фізико-хімічні основи утворення забарвлених сполук. Привести реакції, які можуть бути використані у фотометричному аналізі.
9. Охарактеризувати методи вимірювання інтенсивності забарвлення. Пояснити, що таке фотометрія та спектрофотометрія.
10. Охарактеризувати методи флуоресцентної та фосфоресцентної спектроскопії.
11. Показати природу та пояснити спектри люмінісценції.
12. Пояснити схему приладу для люмінесцентного аналізу.
13. Привести основні хемілюмінесцентні реагенти та пояснити проведення аналізу.
14. Охарактеризувати каталітичні хемілюмінесцентні реакції.
15. Пояснити, що таке нефелометрія та турбідиметрія.
16. Охарактеризувати методи атомної спектроскопії та емісійного спектрального аналізу.
17. Привести основні характеристики електромагнітної випромінювання.
18. Пояснити теоретичні основи емісійної спектроскопії.
19. Пояснити принцип роботи спектральних приладів.
20. Охарактеризувати основні принципи методу полум'яної фотометрії. Показати практичне застосування методу.
21. Охарактеризувати основні принципи методу атомно-абсорбційної спектроскопії.
22. Пояснити теоретичні основи методу.
23. Привести схему приладу для ААС.
24. Пояснити, як проводять кількісні вимірювання. Пояснити застосування методу.
25. Пояснити суть рентгеноспектральних методів аналізу.
26. Пояснити походження рентгенівських спектрів та поглинання рентгенівського випромінювання.
27. Пояснити конструкцію рентгенівських приладів.
28. Пояснити, як проводять якісний та кількісний рентгеноспектральний аналіз.
29. Показати практичне застосування методу.
30. Охарактеризувати електрохімічні методи аналізу.
31. Пояснити принцип потенціометричний метод аналізу.
32. Привести класифікацію електрохімічних методів аналізу. Пояснити основи електрохімічних процесів.
33. Пояснити конструкцію електродів у потенціометричному методі аналізу.
34. Пояснити основні принципи класичної полярографії.
35. Пояснити криву ток-потенціал.
36. Привести схему полярографічної установки.
37. Охарактеризувати метод амперометричного титрування. Привести загальну характеристику методу. Показати практичне застосування методу.
38. Привести теоретичні основи хроматографічних методів аналізу.
39. Привести класифікацію хроматографічних методів аналізу.
40. Пояснити способи отримання хроматограм.

41. Пояснити теорію хроматографічного розділення: теорія кінетичних тарілок, кінетичну теорія.
42. Привести блок-схему хроматографа і пояснити, як обробляються хроматограми.
43. Охарактеризувати метод рідинної колоночної хроматографії.
44. Охарактеризувати методи адсорбційної хроматографії, розподільної хроматографії, іонообмінної хроматографії.
45. Плоскосна хроматографія.
46. Хроматографія на папері.
47. Сформулювати основні закони і привести кількісні характеристики методу екстракції.
48. Дати визначення поняттю «швидкість екстракції».
49. Провести класифікацію екстракційних процесів. Пояснити практичне застосування методу.

## ПОЛОЖЕННЯ

про рейтингову систему оцінки успішності студентів з кредитного модуля  
«Моніторинг довкілля-2. Інструментальні методи аналізу довкілля»  
за напрямом підготовки 6.040.106 «Екологія, охорона навколишнього  
середовища та збалансоване природокористування» за спеціальністю 101 Екологія,  
спеціалізацією «Екологічна безпека»  
інженерно-хімічного факультету

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

Семест р	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	кредит и	акад.год	лекц.	практ.	л/р	СРС+ек з	МКР	РГР	Семестров а атестація екзамен
6	4,0	120	18	-	27	75	1	1	екзамен

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:

- 1) чотири контрольні роботи (МКР поділяється на 4 роботи тривалістю по 22 хв);
- 2) виконання 11 лабораторних робіт;
- 3) виконання розрахунково-графічної роботи;
- 4) відповідь на екзамені.

Система рейтингових (вагових) балів та критерій оцінювання:

1. Модульні контрольні.

Ваговий бал – 6. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює: 6 балів x 4 роботи = 24 бали

Критерії оцінювання контрольних робіт

Бал	Повнота відповіді
6	«відмінно», Повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації)
5	«добре», неповне розкриття одного з питань або повна відповідь з незначними неточностями
4	«задовільно», Неповне розкриття питання (не менше 60 % потрібної інформації) та незначні помилки
0	Незадовільна робота (не відповідає вимогам на 3 бали).

2. Лабораторні роботи.

Ваговий бал – 2 бали. Максимальна кількість балів на всіх лабораторних роботах дорівнює: 2,0 бали x 11 л/р = 22 балів.

- Попередньо оформлений протокол, робота виконана з відносною похибкою до 3%, своєчасний захист роботи з оцінкою «відмінно» ----- - 2,0 – 1,7 балів.
- Попередньо оформлений протокол, робота виконана з відносною похибкою до 5 %, своєчасний захист роботи з оцінкою «добре» ----- - 1,6 – 1,3 балів.
- Робота виконана з відносною похибкою до 10 %, відсутнє відповідне оформлення, своєчасний роботи з оцінкою «задовільно»----- - 1,2 – 1,1 бали.

- Робота виконана з відносною похибкою до 15 %, не захищена або захищена с запізненням 4 тижня----- - 1,0 – 0 балів.
- У разі недопущення до лабораторної роботи у зв'язку з незадовільним вхідним контролем нараховується штрафний (-1) бал.

### 3. Розрахунково-графічна робота.

Ваговий бал – 14 балів.

- «Відмінно» виконані всі вимоги до роботи (робота акуратно оформлена, відповіді на запитання викладені в повному обсязі, обґрунтовані, наведені приклади та рівняння хімічних реакцій) ----- 14 – 12,6 бали.
- Достатньо повна відповідь, розрахунки містять незначні помилки-- 12,5 – 10,5 бали.
- «Задовільно» виконані вимоги до роботи (відсутні відповіді на 2-3 теоретичні питання або розрахунки задач викладено з грубими помилками) - 10,4 – 9,1 бали.
- «Незадовільно» виконані вимоги до роботи (в роботі висвітлені лише половина питання, є грубі помилки в розрахунках задач), робота виконана неакуратно ----9,0 – 0 бали.

- За кожний тиждень запізнення з поданням роботи розрахункової роботи на перевірку нараховується штрафний (-1) бал.

Штрафні та заохочувальні бали:

- 1) підказування студенту під час його відповіді ..... -1 бал;
- 2) підглядування в підручник чи конспект під час написання МКР . . -2 бали;
- 3) доповідь по темі одного з розділів предмету ..... +2... +4 бали;
- 4) розробка дидактичного матеріалу курсу ..... +2... +5 балів.

Таким чином, рейтингова семестрова шкала з кредитного модуля складає:

$$R_C = 4 \cdot 6 + 11 \cdot 2 + 14 = 60 \text{ балів}$$

Складова екзамену дорівнює 40 % від R:

$$R_{\text{екз}} = 40 \text{ бали}$$

Таким чином, рейтингова шкала з кредитного модуля складає:

$$R = R_C + R_{\text{дз}} = 60 + 40 = 100 \text{ балів}$$

Максимальна сума балів стартової складової дорівнює 60 балів. Необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних занять і стартовий рейтинг не менше 36 балів.

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 29 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 29 балів.

За результатами навчальної роботи за 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 60 балів. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 36 балів.

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить 4 питання. Кожне питання оцінюється у 10 бали. Система оцінювання питань:

- «Відмінно», повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) ---- 10-9,5 бали;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації або незначні неточності) – -----9,4-7,5 бали;

-«задовільно», неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації та деякі помилки) – ----- 7,4-6 бали;  
-«незадовільно», незадовільна відповідь – ----- 0 балів.

Сума стартових балів і балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею.

Бали $R=R_C+R_{ЕКЗ}$	ECTS оцінка	Екзаменаційна оцінка
95-100	A	відмінно
85-94	B	добре
75-84	C	добре
65-74	D	задовільно
60-64	E	задовільно
Менше 60	Fx	незадовільно
Незараховані лабораторні роботи або $R_C < 34$	F	не допущено

Склав: доцент кафедри екології та технології рослинних полімерів Терещенко О.М.  
(посада викладача, прізвище та ініціали, підпис)

Затверджено на засіданні кафедри екології та технології рослинних полімерів  
(назва кафедри)

Протокол № 10 від 18.05.2017 р.

Завідувач кафедри

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

Протокол №    від    . 2018 р.

Завідувач кафедри

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