

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.

Фізико-хімічні основи процесів очищення води - 1. Реагентні методи

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 _____ р. № _____

Голова методичної комісії
Д.Е. Сідоров
(підпис) (ініціали, прізвище)

« » 2017 р.

Київ – 2017

Робоча програма кредитного модуля «Фізико-хімічні основи процесів очищення води - 1. Реагентні методи» для студентів, які навчаються за напрямом підготовки 6.040106 – Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування, спеціальності 101 Екологія, спеціалізації Екологічна безпека, освітнього ступеня бакалавр, за денною формою навчання складена відповідно до програми навчальної дисципліни «Фізико-хімічні основи процесів очищення води».

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Завідувач кафедри Е та ТРП, професор, д.т.н. Гомеля Микола

Дмитрович

(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 «___» _____ 2017 року № ____

Заступник завідувача кафедри

В.М. Радовенчик

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«___» _____ 2017 р.

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>«Фізико-хімічні основи процесів очищення води»</u>	Форма навчання <u>денна</u> (денна / заочна)
Напрямок підготовки <u>6.040106 Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування</u> (шифр і назва)	Кількість кредитів ECTS <u>10</u>	Статус кредитного модуля <u>Цикл професійної підготовки</u>
Спеціальність <u>101 Екологія</u> (шифр і назва)	Кількість розділів <u>3</u>	Цикл, до якого належить кредитний модуль <u>професійної та практичної підготовки (за вибором студентів)</u>
Спеціалізація <u>Екологічна безпека</u> (назва)	Індивідуальне завдання <u>--</u> (вид)	Рік підготовки <u>3</u>
		Семестр <u>5</u>
		Лекції <u>36 год.</u>
	Загальна кількість годин <u>300</u>	Практичні (семінарські) <u>18 год.</u>
		Лабораторні (комп'ютерний практикум) <u>108 год.</u>
Освітній рівень <u>бакалавр</u>	Тижневих годин: аудиторних – <u>9</u> СРС – <u>7,7</u>	Самостійна робота <u>138 год.</u> , у тому числі на виконання індивідуального завдання <u>-- год.</u>
		Вид та форма семестрового контролю <u>екзамен письмово</u> (екзамен / залік / диф. залік; усний / письмовий / тестування тощо)

Робоча програма кредитного модуля «Фізико-хімічні основи процесів очищення води - 1. Реагентні методи» складена для студентів, які навчаються за напрямом підготовки (спеціальністю) 6.040106 – Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування (101 Екологія), спеціалізацією Екологічна безпека, освітнього рівня бакалавр, за денною формою навчання складена відповідно до програми навчальної дисципліни «Фізико-хімічні основи процесів очищення води».

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

Предмет кредитного модуля – реагентні процеси освітлення та знебарвлення води, очищення води від розчинних органічних та неорганічних домішок.

Міждисциплінарні зв'язки: навчальній дисципліні «Фізико-хімічні основи процесів очищення води» передують навчальні дисципліни, такі як: «Гідрологія», «Хімія з основами біогеохімії», «Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище», «Спеціальні розділи біогеохімії», «Хімія навколишнього середовища», «Органічна хімія», «Аналітична хімія», «Фізична хімія». Навчальна дисципліна «Фізико-хімічні основи процесів очищення води» забезпечує дисципліни «Техноекологія», «Екологічна безпека», «Технологія та обладнання захисту гідросфери».

2. Мета та завдання кредитного модуля

2.1. Мета кредитного модуля.

Метою вивчення даного кредитного модуля є формування у студентів комплексу знань в області сучасних фізико-хімічних методів очищення води, комплексу умінь та навиків, необхідних для проведення наукових досліджень в даному напрямку, для створення сучасних технологій водопідготовки та очищення стічних вод, для кваліфікованого управління існуючими технологічними процесами. Відповідно до мети підготовка бакалаврів вимагає формування наступних здатностей:

- проведення простих хімічних учбово-дослідних експериментів, володіння основними прийомами роботи в хімічній лабораторії;
- забезпечення освітлення води фізико-хімічними методами;
- забезпечення утилізації відходів водоочищення на станціях очищення води;
- забезпечення процесу реагентного пом'якшення води різного рівня мінералізації та жорсткості при використанні композиційних реагентів;

2.2. Основні завдання кредитного модуля.

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

знання:

- реагентні методи очищення води;

уміння:

- використовуючи теоретичні положення загальної та аналітичної хімії, довідкові дані, лабораторне обладнання та реактиви, проводити хімічний експеримент;
- спираючись на сучасні технології водоочищення, виходячи з характеристик води та її об'ємів, обирати спосіб освітлення води;
- виходячи з характеристик води, визначати умови освітлення води фізико-хімічними методами;

- виходячи з характеристик вихідної води, вимог до очищеної води та типу реагентів, що використовуються, визначати необхідне співвідношення реагентів для проведення ефективного освітлення води;
- базуючись на теоретичних та експериментальних даних, оцінювати ефективність застосування реагентів в процесах освітлення води;
- на основі аналізу сучасних методів зневоднення осадів, характеристик вихідного осаду, вибирати метод та умови зневоднення осаду;
- на основі теоретичних та експериментальних даних, оцінювати ефективність процесу зневоднення осадів;
- на основі аналізу хімічного складу зневоднених осадів, їх об'ємів та попиту на продукцію, визначати вид вторинних продуктів та спосіб їх отримання із зневодненого осаду;
- використовуючи теоретичні уявлення та експериментальні дані, визначати умови ефективного пом'якшення та демінералізації води;
- виходячи з характеристик вихідної води, вимог до очищеної води та типу реагентів, що використовуються, визначати необхідне співвідношення реагентів для ефективною демінералізації води;
- базуючись на теоретичних та експериментальних даних, оцінювати ефективність застосування реагентів в процесах демінералізації та пом'якшення води;

досвід:

- Застосування технологій освітлення води;
- Зневоднення осадів та їх утилізація;
- Застосування технологій пом'якшення і демінералізації води;
- Проведення хімічного експерименту.

3. Структура кредитного модуля

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні	Лабораторні	СРС
Розділ 1. Показники якості води.	33	6	2	10	15
Розділ 2. Реагентні методи очистки води.	151	22	10	60	59
Розділ 3. Очищення води флотацією.	80	8	4	38	30
Модульна контрольна робота з розділів 1-3	6		2		4
Екзамен	30				30
Всього годин за семестр	300	36	18	108	126

4. Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знання з дисципліни «Фізико-хімічні основи процесів очищення води», 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 в області сучасних фізико-хімічних методів очищення води, прогнозування 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 матеріалів і зразків;
- викладання чіткою і ясною мовою, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даної аудиторією.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<p><u>Основні показники якості господарсько-питних та технічних вод.</u> Фізичні та хімічні властивості води. Фізичні показники якості води. Органолептичні показники якості води. Хімічні показники якості води. <i>Література: [12] с. 9-18; [1] с. 1-41; [2] с. 7-18; [3] с. 11-30.</i> Завдання на СРС. Хімічна будова молекули води. Аномальні фізичні властивості води. Сучасні підходи до оцінки якості води.</p>
2	<p><u>Класифікація забруднень води по їх дисперсному стану.</u> Класифікація забруднень по дисперсному стану. Гомогенні та гетерогенні системи. Вимоги до якості води господарсько-питного призначення. Вимоги до якості води в сільському господарстві. Вимоги до якості технічної води. <i>Література: [12] с. 18-24; [1] с. 1-41; [2] с. 7-18; [3] с. 11-30; [4] с. 49-55; [9] с. 6-14.</i> Завдання на СРС. Головні напрямки споживання води, джерела утворення стічних вод. Суспензії, зависі, колоїдні системи та істинні розчини.</p>
3	<p><u>Еколого-гігієнічна класифікація повневерхніх джерел питного водопостачання в Україні.</u> Еколого-гігієнічна класифікація поверхневих джерел питного водопостачання в Україні. Екологічний стан поверхневих джерел водопостачання. Еколого-гігієнічна класифікація якості поверхневих вод, порядок та способи її застосування. <i>Література: [12] с. 24-31; [21] с. 5 – 62.</i> Завдання на СРС. Оцінка впливу промисловості, сільського господарства та</p>

	комунальних служб на якість води в природних водоймах. Класифікація водойм за якістю води. Блокові та інтегральні показники якості води.
4	<p><u>Коагуляція в процесах водоочищення та водопідготовки.</u></p> <p>Коагуляція в процесах очищення води та водопідготовки. Колоїдні частки, будова, фізичне пояснення стабільності колоїдних систем. Будова подвійного електричного шару. Теорія стійкості іонстабілізованих колоїдних систем. Умови коагуляції ліофобних колоїдних систем.</p> <p><i>Література: [12] с. 32-41; [1] с. 132-156; [2] с. 56-67; [3] с. 104-141.</i></p> <p>Завдання на СРС. Ліофільні та ліофобні колоїдні системи, основні відмінності. Особливості стабільних ліофільних систем. Теорія будови ліофобних міцел за Штерном.</p>
5	<p><u>Коагуляція домішок в природній воді.</u></p> <p>Коагуляція домішок у природній воді. Гетерокоагуляція, взаємна коагуляція. Молекулярно-кінетична гравітаційна та градієнтна коагуляція. Кінетика коагулювання гідрофобних золів. Теорія Смолуховського.</p> <p><i>Література: [12] с. 42-48; [1] с. 132-156; [2] с. 56-67; [3] с. 104-141.</i></p> <p>Завдання на СРС. Умови стійкості ліофобних колоїдних систем в присутності індиферентних електролітів. Вплив електролітів на дестабілізації колоїдних систем.</p>
6	<p><u>Стійкість ліофільних золів та умови їх дестабілізації.</u></p> <p>Стійкість ліофільних золів та умови їх дестабілізації. Стабілізація суспензій поверхнево-активних речовин (ПАР). Концентровані дисперсії міцелоутворюючих ПАР. Структурно-механічний бар'єр в ліофільній стабілізації ліофобних часток. Умови дестабілізації ліофільних колоїдних систем.</p> <p><i>Література: [12] с. 48-58; [22] с. 233-284.</i></p> <p>Завдання на СРС. Основні види ПАР, особливості їх поведінки в колоїдних системах. Теорія Ребіндера. Механізм коагулювання ліофільних золів.</p>
7	<p><u>Коагулянти в процесах очищення води.</u></p> <p>Коагулянти в процесах очищення води. Гідроліз коагулянтів. Коагуляція і адсорбція. Агрегація та орієнтація. Вплив реакції середовища та концентрації протионів на процес коагуляції.</p> <p><i>Література: [12] с. 58-64; [1] с. 132-156; [2] с. 56-67; [3] с. 104-141.</i></p> <p>Завдання на СРС. Основні види реагентів для освітлення води. Переваги та недоліки солей металів при очищенні води. Органічні коагулянти.</p>
8	<p><u>Отримання алюмінієвих та залізних коагулянтів.</u></p> <p>Отримання та властивості коагулянтів. Алюмінієві коагулянти. Отримання залізних та змішаних коагулянтів.</p> <p><i>Література: [12] с. 64-69; [1] с. 132-156; [2] с. 56-67; [3] с. 104-141.</i></p> <p>Завдання на СРС. Сучасні підходи до синтезу високоосновних алюмінієвих коагулянтів. Основні види сировини, що використовуються для синтезу алюмінієвих коагулянтів.</p>
9	<p><u>Флокулянти.</u></p> <p>Флокулянти. Класифікація флокулянтів. Структура молекул флокулянтів і їх стан у водному розчині. Заряд макромолекул флокулянтів.</p>

	<p><i>Література:</i> [12] с. 70-76; [2] с. 70-73; [3] с. 141-148; [20] с. 8-100.</p> <p>Завдання на СРС. Особливості структури молекул флокулянтів. Водорозчинність високомолекулярних сполук. Роль флокулянтів в процесах очищення води.</p>
10	<p><u>Водні розчини флокулянтів.</u></p> <p>Властивості водних розчинів флокулянтів. Механізм флокуляції. В'язкість водних розчинів полімерів. Визначення середньої молекулярної маси флокулянтів.</p> <p><i>Література:</i> [12] с. 77-83; [1] с. 156-161; [20] с. 8-100.</p> <p>Завдання на СРС. Ньютонівська та неньютонівська рідина. Динамічна, кінематична, приведена та характеристична в'язкість розчинів.</p>
11	<p><u>Неорганічні та природні органічні флокулянти.</u></p> <p>Неорганічні та природні флокулянти. Отримання активованої кремнієвої кислоти. Флокулянти на основі крохмалів та целюлози.</p> <p><i>Література:</i> [12] с. 83-90; [1] с. 156-161; [3] с. 141-148; [20] с. 8-100.</p> <p>Завдання на СРС. Особливості хімічних властивостей кисневих сполук кремнію. Полісилоксани.</p>
12	<p><u>Синтетичні флокулянти.</u></p> <p>Синтетичні флокулянти. Неіонінні, аніонні та катіонні флокулянти. Основні методи їх отримання.</p> <p><i>Література:</i> [12] с. 90-97; [20] с. 8-100.</p> <p>Завдання на СРС. Флокулянти на основі полівінілацетату. Отримання полівінілового спирту. Напрямки модифікування даних флокулянтів.</p>
13	<p><u>Висадження домішок з води.</u></p> <p>Освітлення води відстоюванням. Висадження домішок із води. Теоретичні основи процесу висадження. Освітлення води в гідроциклонах. Освітлення води в завислому контактному середовищі.</p> <p><i>Література:</i> [1] с. 162-184; [2] с. 101-117.</p> <p>Завдання на СРС. Теоретичні основи висадження часток в полідисперсних системах.</p>
14	<p><u>Теоретичні основи очищення води фільтруванням.</u></p> <p>Освітлення води фільтруванням. Теоретичні основи очищення води фільтруванням через зернисті матеріали. Брудомісткість фільтрів.</p> <p><i>Література:</i> [1] с. 187-195; [2] с. 123-146.</p> <p>Завдання на СРС. Механізм очищення води на повільних фільтрах. Утворення намивних динамічних мембран.</p>
15	<p><u>Флотаційне очищення води.</u></p> <p>Очищення води флотацією. Загальні поняття та положення. Визначення методу. Класифікація методів адсорбційної бульбашкової сепарації.</p> <p><i>Література:</i> [12] с. 160-163; [2] с. 147-150; [9] с. 51-62.</p> <p>Завдання на СРС. Місце флотації в технологічних процесах хімічних виробництв, процесах очищення води.</p>
16	<p><u>Фізико-хімічні основи пінної бульбашкової сепарації.</u></p> <p>Фізико-хімічні основи пінної флотації та пінного фракціонування. Основні стадії процесів. Вплив розмірів бульбашок на ефективність флотації.</p>

	<p>Залежність ефективності пінного фракціонування від поверхневого натягу. <i>Література: [12] с. 163-169; [9] с. 51-55.</i> Завдання на СРС. Роль ПАВ та флокулянтів при виділенні розчинних речовин методом пінного фракціонування.</p>
17	<p><u>Фізико-хімічні основи електрофлотації.</u> Фізико-хімічні основи електрофлотації. Поляризація часток, електрофорез електролітів, окисно-відновні реакції на електродах. Визначення технологічних параметрів процесів флотації. <i>Література: [12] с. 169-174; [9] с. 55-62.</i> Завдання на СРС. Основні конструкції флотаційних установок.</p>
18	<p><u>Технологічні параметри процесів флотації.</u> Визначення технологічних параметрів при напірній, пневматичній флотації та пінному фракціонування. <i>Література: [12] с. 174-180; [9] с. 55-70.</i> Завдання на СРС. Основні критерії оцінки ефективності процесів флотації.</p>

5. Практичні заняття

У системі професійної підготовки студентів практичні заняття займають 13 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації організатора природокористування. Зміст цих занять і методика їх проведення повинні забезпечувати 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 практичні заняття повинні виконувати не тільки пізнавальну і виховну функції, але й сприяти зростанню студентів як творчих працівників в області охорони навколишнього природного середовища.

Основні завдання циклу практичних занять:

- ◆ допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області сучасних фізико-хімічних методів очищення води;
- ◆ навчити студентів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання розрахунків, графічних та інших видів завдань;
- ◆ навчити їх працювати з науковою та довідковою літературою і схемами;
- ◆ формувати вміння вчитися самостійно, тобто опанувати методами, способами і 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	<p><u>Показники якості природних, господарсько-питних та технічних вод.</u> Фізичні та хімічні показники якості води. Визначення характеристик води для різних галузей виробництва. Еколого-гігієнічна класифікація якості поверхневих вод. <i>Література: [12] с. 9-31; [1] с. 1-41; [2] с. 7-18; [3] с. 11-30; [4] с. 49-55; [9] с. 6-14; [21] с. 5 – 62.</i> Завдання на СРС. Блокові інтегральні показники якості води. Інтегральний</p>

	показник якості води.
2	<p><u>Реагентні методи очищення води.</u> Коагуляція в очищенні води. Флокуляція в очищенні води. Вибір технологічної схеми реагентного освітлення та опріснення води. <i>Література: [12] с. 32-97; [1] с. 132-161; [2] с. 56-67, 70-73; [3] с. 104-148; [22] с. 233-284; [20] с. 8-100</i> Завдання на СРС. Вибір реагентів, розрахунок дози реагентів при коагулюванні та флокуляції.</p>
3	<p><u>Освітлення води відстоюванням.</u> Очищення води відстоюванням. Розрахунок ступеню освітлення води в залежності від дози коагулянту. Розрахунок витрати коагулянту на освітлення води в залежності від оптимальної дози коагулянту та добової продуктивності станції водопідготовки. <i>Література: [12] с. 32-69; [1] с. 132-156, с. 162-184; [2] с. 56-67, с. 101-117; [3] с. 104-141; [22] с. 233-284.</i> Завдання на СРС. Порівняльні характеристики алюмінієвих та залізних коагулянтів. Вибір катіонних, аніонних та неіонних флокулянтів.</p>
4	<p><u>Кінетика процесів коагулювання.</u> Кінетика коагулювання. Розрахунок констант швидкості коагулювання в залежності від типу коагуляції – молекулярно-кінетичної чи градієнтної. <i>Література: [12] с. 32-69; [1] с. 132-156, с. 162-184; [2] с. 56-67, с. 101-117; [3] с. 104-141; [22] с. 233-284.</i> Завдання на СРС. Механізм коагулювання. Процеси агрегації та орієнтації при укрупненні пластівців в коагуляційному очищенні.</p>
5	<p><u>Визначення середньої молекулярної маси флокулянтів.</u> Розрахунок характеристичної в'язкості розчинів флокулянтів. Розрахунок середньої молекулярної маси флокулянту в залежності від характеристичної в'язкості його розчину та типу флокулянту. <i>Література: [12] с. 70-97; [1] с. 156-161; [2] с. 70-73; [3] с. 141-148; [20] с. 8-100.</i> Завдання на СРС. Експериментальне визначення середньої молекулярної маси флокулянтів.</p>
6	<p><u>Освітлення води фільтруванням.</u> Визначення швидкості фільтрування для фільтрів із зернистим завантаженням. Розрахунок ступеню освітлення води та брудомісткості фільтрів. <i>Література: [1] с. 187-195; [2] с. 123-146.</i> Завдання на СРС. Порівняння характеристик, переваг та недоліків повільних та швидких фільтрів. Напірні механічні фільтри.</p>
7	<p><u>Інтенсифікація процесів освітлення води з допомогою флокулянтів.</u> Вивчення процесів флокуляції. Розрахунок ступеню освітлення води в залежності від дози флокулянту. Оцінка характеристик флокулянту при висадженні позитивно- та негативно заряджених золів. <i>Література: [12] с. 70-97; [1] с. 156-161; [2] с. 70-73; [3] с. 141-148; [20] с. 8-100.</i> Завдання на СРС. Вибір флокулянтів в залежності від електрокінетичного</p>

	потенціалу колоїдних та завислих часток. Механізм флокуляції.
8	<p><u>Очищення води флотацією.</u> Напірна флотація. Фізико-хімічні основи процесу. Розрахунок технологічних параметрів процесу. Пневматична флотація. Розрахунок ступеню очищення. Визначення ступеню переходу розчину в піну. <i>Література: [12] с. 160-180; [2] с. 147-150; [9] с. 51-70.</i></p> <p>Завдання на СРС. Оцінка ефективності процесів напірної, пневматичної та електрохімічної флотації. Вибір та оцінка ефективності піноутворювачів в процесах пневматичної флотації. Вибір типу та доз флокулянтів.</p>
9	Модульна контрольна робота

6. Лабораторні заняття

У системі професійної підготовки студентів лабораторні заняття займають 63 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації організатора природокористування. Метою лабораторно-практичних занять є розвиток у студентів експериментальних навичок, дослідницького підходу до вивчення предмету, закріплення теоретичного матеріалу.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість аудиторних годин
1	Вступ. Інструктаж з техніки безпеки, ознайомлення з програмою лабораторних робіт, видача методичної літератури	2
2	Вивчення процесу коагуляції	12
3	Проведення пробного коагулювання	12
4	Визначення динамічної та характеристичної в'язкості флокулянта	6
5	Визначення молекулярної маси флокулянтів	6
6	Освітлення води при використанні флокулянтів	12
7	Очищення води методом флотації (п'ять частин)	30
8	Дослідження процесу освітлення водних суспензій на насипних механічних фільтрах	12
9	Реагентне пом'якшення води	12
10	Заключне заняття	4
Всього годин		108

7. Самостійна робота

Самостійна робота студентів займає 50 % часу вивчення кредитного модуля, включає також підготовку до екзамену. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування наукових знань в області, що не ввійшли у перелік лекційних питань, шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі. У процесі самостійної роботи в рамках кредитного модуля студент повинен навчитися глибоко аналізувати сучасні реагентні методи очищення води і, виходячи з характеристик вихідної води і вимог до якості води, обирати найбільш ефективні методи очищення води.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
Розділ 1. Показники якості води		
1	<p>Хімічна будова молекули води. Аномальні фізичні властивості води. Сучасні підходи до оцінки якості води. <i>Література: [12] с. 9-18; [1] с. 1-41; [2] с. 7-18; [3] с. 11-30.</i></p> <p>Головні напрямки споживання води, джерела утворення стічних вод. Суспензії, зависі, колоїдні системи та істинні розчини. <i>Література: [12] с. 18-24; [1] с. 1-41; [2] с. 7-18; [3] с. 11-30; [4] с. 49-55; [9] с. 6-14.</i></p> <p>Оцінка впливу промисловості, сільського господарства та комунальних служб на якість води в природних водоймах. Класифікація водойм за якістю води. Блокові та інтегральні показники якості води. <i>Література: [12] с. 9-31; [1] с. 1-41; [2] с. 7-18; [3] с. 11-30; [4] с. 49-55; [9] с. 6-14 [21] с. 5 – 62.</i></p>	15
Розділ 2. Реагентні методи очистки води		
2	<p>Ліофільні та ліофобні колоїдні системи, основні відмінності. Особливості стабільних ліофільних систем. Теорія будови ліофобних міцел за Штерном. Умови стійкості ліофобних колоїдних систем в присутності індиферентних електролітів. Вплив електролітів на дестабілізації колоїдних систем. <i>Література: [12] с. 32-48; [1] с. 132-156; [2] с. 56-67; [3] с. 104-141.</i></p> <p>Основні види ПАР, особливості їх поведінки в колоїдних системах. Теорія Ребіндера. Механізм коагулювання ліофільних золів. <i>Література: [12] с. 48-58; [22] с. 233-284.</i></p> <p>Основні види реагентів для освітлення води. Переваги та недоліки солей металів при очищенні води. Органічні коагулянти. Сучасні підходи до синтезу високоосновних алюмінієвих коагулянтів. Основні види сировини, що використовуються для синтезу алюмінієвих коагулянтів. <i>Література: [12] с. 58-69; [1] с. 132-156; [2] с. 56-67; [3] с. 104-</i></p>	59

141.

Особливості структури молекул флокулянтів. Водорозчинність високомолекулярних сполук. Роль флокулянтів в процесах очищення води.

Література: [12] с. 70-76; [2] с. 70-73; [3] с. 141-148; [20] с. 8-100.

Ньютонівська та неньютонівська рідина. Динамічна, кінематична, приведена та характеристична в'язкість розчинів.

Література: [12] с. 77-83; [1] с. 156-161; [20] с. 8-100.

Особливості хімічних властивостей кисневих сполук кремнію. Полісилоксиани.

Література: [12] с. 83-90; [1] с. 156-161; [3] с. 141-148; [20] с. 8-100.

Флокулянти на основі полівінілацетату. Отримання полівінілового спирту. Напрямки модифікування даних флокулянтів.

Література: [12] с. 90-97; [20] с. 8-100.

Теоретичні основи висадження часток в полідисперсних системах.

Література: [1] с. 162-184; [2] с. 101-117.

Механізм очищення води на повільних фільтрах. Утворення наливних динамічних мембран.

Література: [1] с. 187-195; [2] с. 123-146.

Вибір реагентів, розрахунок дози реагентів при коагулюванні та флокуляції.

Література: [12] с. 32-97; [1] с. 132-161; [2] с. 56-67, 70-73; [3] с. 104-148; [22] с. 233-284; [20] с. 8-100

Порівняльні характеристики алюмінієвих та залізних коагулянтів. Вибір катіонних, аніонних та неіонних флокулянтів.

Література: [12] с. 32-69; [1] с. 132-156, с. 162-184; [2] с. 56-67, с. 101-117; [3] с. 104-141; [22] с. 233-284.

Механізм коагулювання. Процеси агрегації та орієнтації при укрупненні пластівців в коагуляційному очищенні.

Література: [12] с. 32-69; [1] с. 132-156, с. 162-184; [2] с. 56-67, с. 101-117; [3] с. 104-141; [22] с. 233-284.

Експериментальне визначення середньої молекулярної маси флокулянтів.

Література: [12] с. 70-97; [1] с. 156-161; [2] с. 70-73; [3] с. 141-148; [20] с. 8-100.

Порівняння характеристик, переваг та недоліків повільних та швидких фільтрів. Напірні механічні фільтри.

Література: [1] с. 187-195; [2] с. 123-146.

Вибір флокулянтів в залежності від електрокінетичного потенціалу колоїдних та завислих часток. Механізм флокуляції.

Література: [12] с. 70-97; [1] с. 156-161; [2] с. 70-73; [3] с. 141-148; [20] с. 8-100.

Розділ 3. Очищення води флотацією

3

Місце флотації в технологічних процесах хімічних виробництв,

30

	<p>процесах очищення води. <i>Література: [12] с. 160-163; [2] с. 147-150; [9] с. 51-62.</i> Роль ПАР та флокулянтів при виділенні розчинних речовин методом пінного фракціонування. <i>Література: [12] с. 163-169; [9] с. 51-55.</i> Оцінка ефективності процесів напірної, пневматичної та електрохімічної флотації. Вибір та оцінка ефективності піноутворювачів в процесах пневматичної флотації. Вибір типу та доз флокулянтів. Основні критерії оцінки ефективності процесів флотації. <i>Література: [12] с. 160-180; [2] с. 147-150; [9] с. 51-70.</i> Основні конструкції флотаційних установок. <i>Література: [12] с. 169-174; [9] с. 55-62.</i></p>	
4	Контрольна робота з розділів 1-3	4
5	Екзамен	30
	Всього годин	138

8. Індивідуальні завдання

Згідно робочого навчального плану виконання індивідуального завдання студентом не передбачено. Навантаження по самостійній роботі студенти реалізують при підготовці до проведення практичних занять та лабораторних робіт, а також при обробці результатів лабораторних досліджень.

9. Контрольні роботи

З метою контролю рівня засвоєння матеріалу та сприйняття його студентами, протягом семестру проводиться 3 модульні контрольні роботи (по кожному розділу) по 30 хвилин (Додаток А). Кожний варіант містить 2 запитання. Максимальна кількість балів за контрольну роботу дорівнює 5 балів.

10. Рейтингова система оцінювання результатів навчання¹

За денною формою навчання пропонується впровадження м'якої рейтингової системи оцінки успішності засвоєння студентами навчального матеріалу з кредитного модуля. Рейтинг студента з кредитного модуля «Фізико-хімічні основи процесів очищення води - 1. Реагентні методи» 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 7 лабораторних робіт;
- 3) роботу на практичних заняттях;
- 4) відповідь на екзамені (письмово).

Максимальна сума балів стартової складової складає 58 балів. Необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт і стартовий рейтинг не менше 34 балів.

На екзамені студент відповідає на питання білета. Кожен білет містить 3 питання. Кожне питання оцінюється у 14 балів.

Положення про рейтингову систему оцінки успішності студентів з кредитного модуля «Фізико-хімічні основи процесів очищення води - 1. Реагентні методи» наведено в додатку В.

11. Методичні рекомендації

Лекційні, практичні та лабораторні заняття проводяться у навчальних групах чисельністю 20-35 студентів.

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

Для забезпечення студентів методичною літературою розроблено курс лекцій, а також виданий навчальний посібник, рекомендований Міністерством освіти і науки України [1], методичні вказівки до виконання лабораторних робіт [2-3], методичні вказівки до проведення практичних занять та до виконання самостійної роботи з дисципліни [4], рекомендовані Вченою Радою ІХФ.

12. Рекомендована література

12.1. Базова

Базова

1. Гомеля М.Д., Крисенко Т.В., Омельчук Ю.А. Методи та технології очищення стічних вод: Навч. посіб. – Севастополь, 2012. – 244 с.
2. Гомеля М. Д., Шаблій Т. О., Носачова Ю.В. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Фізико-хімічні основи процесів очищення води. Частина 1. Реагентні методи очищення води» для студентів напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 75 с.
3. Гомеля М. Д., Шаблій Т. О., Носачова Ю.В. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Фізико-хімічні основи процесів очищення води. Частина 2. Фізико-хімічні методи очищення води» для студентів напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 74 с.
4. Гомеля М.Д., Глушко О.В., Носачова Ю.В. Методичні вказівки до проведення практичних занять та до виконання самостійної роботи з дисципліни «Фізико-хімічні основи очистки води» для студентів напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування», 2012.- 50 с.
5. А.К. Запольський, Н.А. Мішкова-Клименко, І.М. Астрелін, М.Т. Брик, П.І. Гвоздик, Т.В. Князькові. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник.-К. Лібра. 2000 – 552 с.
6. Ю.П. Беляченко. Замкнутые системы водообеспечения химических производств. Москва: «Химия», 1990 – 208 с.

Допоміжна

1. Л.А. Кульский. Теоретические основы и технология кондиционирования воды. Киев: Наук. думка, 1983-560 с.

2. Л.А. Кульский, П.П. Строкач. Технология очистки природных вод. Киев: «Вища школа», 1986-352 с.
3. Л.А. Кульский, В.Д. Гребенюк, В.К. Колосов и др. /Под. общ. ред. Л.А. Кульского/ Определения воды. Киев, Наук. думка, 1980 – 96 с.
4. Л.С. Стерман, В.К. Покровский. Химические и теоретические методы обработки воды на ТЭС. М.: «Энергия», 1981 – 232 с.
5. А.М. Когановський. Адсорбція і іонний обмін в процесах водопідготовки і очистки сточних вод. Киев: Наук. думка, 1983–239 с.
6. Сенявин М.М. Ионный обмен в технологии и анализе неорганических веществ.- М.: Химия, 1980 – 272 с.
7. А.М. Когановский, К.А.Клименко, Т.М. Левченко и др. Очистка и повторное использование промышленных сточных вод в промышленном водоснабжении. М: Химия, 1983 – 288 с.
8. С.В. Яковлева, Я.А. Карелик, Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов. Очистка производственных сточных вод. М.: Стройиздат. 1985 – 335 с.
9. М.К. Ротмистров и др. Микробиологическая очистка воды. Киев: Наук. думка, 1978 – 268 с.
10. П.И. Гвоздяк. 50 вопросов и 49 ответов по новой биотехнологии очистки воды. - К.: Знание, 1990 – 28 с.
11. В.Д. Семенюк, А.М. Когановский, А.К. Волоников. Эксплуатация бессточных промышленных комплексов водоснабжения. Киев: «Техніка», 1985 – 168 с.
12. В.В. Гончарук, Э.Б. Страхов, А.М. Волошинова. Водно-химическая технология ядерных энергетических установок. Киев, Наук. Думка, 1993-448 с.
13. І.Г. Вахнін, В.І. Максін, Ю.А. Рахманні та ін.. Кондиціонування опрісненої дистиляцією води. – Київ. Наук. Думка, 1990 – 120 с.
14. Вейцер Ю.И., Минц Д.М. Высокомолекулярные флокулянты в процессах очистки природных и сточных вод. – М.: Стройиздат, 1984 – 200 с.
15. Костюк В.И. Бессточное нефтеперерабатывающее производство. – К.: «Техніка», 1979 – 123 с.
16. Гончарук В.В. и др. Экологические аспекты современных технологий охраны водной среды. - К.: Наукова думка, 2005.-399 с.
17. Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. – М.: Высшая школа.-445 с.

13. Інформаційні ресурси

Електронні ресурси з дисципліни «Фізико-хімічні основи процесів очищення води», а саме:

- навчальну програму дисципліни,
- робочу навчальну програму кредитного модуля «Фізико-хімічні основи процесів очищення води - 1. Реагентні методи»,
- робочу навчальну програму кредитного модуля «Фізико-хімічні основи процесів очищення води -2. Фізико-хімічні методи»,
- методичні вказівки до виконання лабораторних робіт,
- методичні вказівки до проведення практичних занять та до виконання самостійної роботи з дисципліни.

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

Питання до контрольних робіт

Частина 1

Варіант 1.

1. Порівняйте неповну та повну еколого-гігієнічні оцінки якості води. Наведіть інтегральний показник якості води.
2. Розкрийте поняття: колоїдні частки, їх будова. Наведіть фізичне пояснення стабільності ліофобних колоїдних систем.

Варіант 2.

1. Наведіть класифікацію еколого-гігієнічної якості поверхневих вод. Охарактеризуйте основні показники якості води.
2. Опишіть будову подвійного електричного шару. Поясніть теорію стійкості іонстабілізованих колоїдних систем.

Варіант 3.

1. Охарактеризуйте екологічний стан поверхневих джерел водопостачання.
2. Наведіть умови коагуляції ліофобних колоїдних систем.

Варіант 4.

1. Наведіть вимоги до якості технічних вод.
2. Поясніть кінетику коагулювання гідрофобних золів.

Варіант 5.

1. Наведіть вимоги до якості води господарсько-питного призначення.
2. Розкрийте поняття: стабілізація суспензій поверхнево-активних речовин.

Варіант 6.

1. Наведіть класифікацію забруднень по фазово-дисперсному складу.
2. Поясніть природу структурно-механічного бар'єру в ліофільній стабілізації ліофобних часток.

Варіант 7.

1. Охарактеризуйте органолептичні та бактеріологічні показники якості води.
2. Поясніть гідроліз коагулянтів.

Варіант 8.

1. Охарактеризуйте фізичні показники якості води.
2. Дайте характеристику алюмінієвим коагулянтам.

Варіант 9.

1. Охарактеризуйте хімічні показники якості води.
2. Наведіть умови дестабілізації ліофільних колоїдних систем.

Варіант 10.

1. Охарактеризуйте фізичні та хімічні властивості води.
2. Дайте характеристику залізним коагулянтам.

Частина 2

Варіант 1.

1. Наведіть способи отримання синтетичних катіонних флокулянтів.
2. Наведіть класифікацію флокулянтів.

Варіант 2.

1. Наведіть способи отримання синтетичних аніонних флокулянтів.
2. Опишіть структуру молекул флокулянтів.

Варіант 3.

1. Охарактеризуйте синтетичні неіонні флокулянти.
2. Наведіть параметри, що характеризують розміри та форму макромолекул.

Варіант 4.

1. Наведіть способи отримання аніонованих крохмалів.
2. Поясніть механізм флокуляції.

Варіант 5.

1. Охарактеризуйте катіоновані крохмалі.
2. Обґрунтуйте в'язкість водних розчинів флокулянтів.

Варіант 6.

1. Охарактеризуйте флокулянти на основі крохмалів.
2. Наведіть алгоритм визначення середньої молекулярної маси флокулянтів.

Варіант 7.

1. Охарактеризуйте неорганічні флокулянти. Опишіть можливості застосування активованої кремнієвої кислоти в процесах флокуляції.
2. Опишіть стан макромолекул флокулянтів у водному середовищі.

Частина 3

Варіант 1.

1. Представте необхідні технологічних параметрів при пінному фракціонуванні.
2. Наведіть класифікацію методів адсорбційної бульбашкової сепарації за властивостями домішок, що видаляються з води.

Варіант 2.

1. Представте необхідні технологічних параметрів при пневматичній флотації.
2. Наведіть фізико-хімічні основи пінної флотації.

Варіант 3.

1. Представте необхідні технологічних параметрів при напірній флотації.
2. Наведіть основні поняття та визначення процесу флотації.

Варіант 4.

1. Представте загальні технологічні параметри пінної флотації та пінного фракціонування.
2. Наведіть фізико-хімічні основи пінного фракціонування.

Варіант 5.

1. Наведіть фізико-хімічні основи електрофлотації.
2. Наведіть класифікацію методів флотації за способом диспергування газів у воді.

Перелік питань на екзамен

1. Охарактеризуйте фізичні та хімічні властивості води.
2. Розкрийте поняття: кластерні структури води.
3. Охарактеризуйте фізичні показники якості води.
4. Охарактеризуйте органолептичні показники якості води.
5. Охарактеризуйте хімічні показники якості води.
6. Охарактеризуйте бактеріологічні показники якості води.
7. Наведіть класифікацію еколого-гігієнічної якості поверхневих вод.
8. Охарактеризуйте фізичні показники якості води. Поясніть їх зв'язок із хімічною будовою молекули води.
9. Порівняйте гомогенні та гетерогенні системи.
10. Наведіть класифікацію забруднень по дисперсному стану.
11. Наведіть вимоги до якості води господарського питного призначення.
12. Наведіть вимоги до якості води в сільському господарстві.
13. Наведіть класифікацію нерозчинних домішок у воді по фазово-дисперсному стану.
14. Наведіть вимоги до якості технічної води.
15. Охарактеризуйте екологічний стан поверхневих джерел водопостачання.
16. Розкрийте поняття: колоїдні частки, їх будова.
17. Розкрийте поняття: електрокінетичний потенціал.
18. Порівняйте ліофобні та ліофільні колоїдні системи.
19. Наведіть фізичне пояснення стабільності ліофобних колоїдних систем.
20. Опишіть будову подвійного електричного шару.
21. Дайте визначення поняттям: поріг коагуляції ліофобних колоїдних систем, ліотропний ряд.
22. Поясніть коагулювання золів із слабозарядженими частками по теорії ДЛФО.
23. Наведіть рівняння Ейлера-Корфа, поясніть потенціал коагуляції.
24. Поясніть коагулювання золів із сильнозарядженими частками. Наведіть розрахунок необхідної концентрації електроліту.
25. Сформулюйте правило Шульце-Гарді.
26. Поясніть кінетику коагулювання. Наведіть теорію Смолуховського.
27. Поясніть теорію стійкості іонстабілізованих колоїдних систем.
28. Розкрийте поняття: енергія взаємодії іонстабілізованих часток.
29. Наведіть умови коагуляції ліофобних колоїдних систем.
30. Поясніть стійкість ліофільних колоїдних систем. Поясніть коагулювання ліофільних золів.
31. Поясніть процес коагуляції домішок у природній воді.
32. Охарактеризуйте взаємну коагуляцію, гетерокоагуляцію.
33. Поясніть процес коагуляції домішок в присутності коагулянтів.
34. Охарактеризуйте молекулярно-кінетичну, гравітаційну та градієнтну коагуляції.
35. Поясніть кінетику коагулювання гідрофобних золів.
36. Наведіть умови дестабілізації ліофільних колоїдних систем.
37. Обґрунтуйте застосування коагулянтів в процесах очищення води.
38. Опишіть процес освітлення води відстоюванням.
39. Поясніть гідроліз коагулянтів.
40. Поясніть вплив реакції середовища та розчинності гідроксидів на процес коагулювання.
41. Опишіть стан макромолекул флокулянтів у водному середовищі.
42. Поясніть стабілізацію золів за рахунок утворення структурно-механічного бар'єру.
43. Наведіть способи отримання та властивості коагулянтів.
44. Порівняти властивості та способи отримання сульфату та гідроксосульфату алюмінію.
45. Порівняти властивості та способи отримання хлориду та гідроксохлориду алюмінію.
46. Наведіть властивості та способи отримання алюмінату натрію.

47. Дайте характеристику залізним коагулянтам.
48. Наведіть властивості та способи отримання хлориду заліза (III).
49. Поясніть вплив аніонів на процес очищення води з допомогою коагулянтів.
50. Опишіть процес фільтрування води.
51. Наведіть класифікацію флокулянтів.
52. Опишіть структуру молекул флокулянтів, їх стан у водному середовищі.
53. Розкрийте поняття: заряд макромолекул флокулянтів.
54. Опишіть механізм флокуляції.
55. Обґрунтуйте в'язкість водних розчинів флокулянтів.
56. Наведіть алгоритм визначення середньої молекулярної маси флокулянтів.
57. Наведіть способи отримання неорганічних та природних флокулянтів, способи їх модифікації.
58. Поясніть стабілізацію розчинів катіонних та аніонних флокулянтів.
59. Навести параметри, що характеризують розміри та форми макромолекул флокулянтів.
60. Охарактеризуйте синтетичні флокулянти.
61. Наведіть характеристики та способи отримання неіонних флокулянтів.
62. Наведіть характеристики та способи отримання аніонних флокулянтів.
63. Наведіть характеристики та способи отримання полімеризацією та поліконденсацією катіонних флокулянтів.
64. Опишіть модифікування неіонних з отриманням аніонних та катіонних флокулянтів.
65. Охарактеризуйте неорганічні флокулянти. Опишіть можливості застосування активованої кремнієвої кислоти в процесах флокуляції.
66. Охарактеризуйте флокулянти на основі крохмалів.
67. Наведіть основні поняття та визначення процесу флотації. Визначте область використання даного методу.
68. Наведіть класифікацію методів флотації по способу диспергування газу.
69. Наведіть основні фактори, що впливають на адгезію часток до бульбашок газів.
70. Наведіть класифікацію методів адсорбційної бульбашкової сепарації.
71. Наведіть фізико-хімічні основи пінної флотації.
72. Поясніть вплив ПАР на процес пінної флотації. Поясніть механізм процесу.
73. Поясніть вплив електростатичних сил на процеси пінної флотації.
74. Поясніть вплив концентрації домішок у воді на питому витрату повітря, навантаження по сухій речовині, час флотації.
75. Поясніть вплив розмірів дисперсних часток та бульбашок газів на ефективність пінної флотації.
76. Наведіть фізико-хімічні основи пінного фракціонування.
77. Наведіть фізико-хімічні основи електрофлотації при використанні розчинних анодів.
78. Наведіть фізико-хімічні основи електрофлотації при використанні нерозчинних анодів.
79. Представте необхідні технологічних параметрів процесів флотації.
80. Представте необхідні технологічних параметрів при напірній флотації.
81. Представте необхідні технологічних параметрів пневматичної флотації.
82. Представте необхідні технологічних параметрів пінного фракціонування.

ПОЛОЖЕННЯ

про рейтингову систему оцінки успішності студентів з кредитного модуля
 «Фізико-хімічні основи процесів очищення води - 1. Реагентні методи»
 за напрямком підготовки 6.040106 “Екологія, охорона навколишнього середовища та
 збалансоване природокористування”
 спеціальності 101 Екологія
 спеціалізації 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		
	кредити	акад.год	Лекц.	Практ.	Л/р	СРС+екз	МКР	КР	Семестрова атестація
5	9,0	270	36	18	90	126	1	--	екзамен

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

- три контрольні роботи (запланована за робочим планом МКР поділяється на 3 роботи тривалістю по 30 хвилин);
- виконання 7 лабораторних робіт;
- роботу на практичних заняттях;
- відповідь на екзамені (письмово).

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1.1. Відповіді при опитуванні на практичних заняттях.

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює: 5 бал x 3 відп = 15 балів

Критерії оцінювання відповідей

Повнота та ознаки відповіді	Бали
Повна відповідь на запитання	5
У відповіді не наведено другорядні чи залежні від основних параметри (матеріали)	4
У відповіді не наведено половину основних і кілька другорядних параметрів чи матеріалів	2-3
Відповідь поверхнева без наведення параметрів, умов, фактів, не зроблено висновки	1
Відповідь не зарахована	0

1.2. Модульні контрольні роботи

Ваговий бал – 5 балів. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює:

5 балів x 3 роботи = 15 балів

Критерії оцінювання контрольних робіт

Повнота та ознаки відповіді	Бали
-----------------------------	------

Повна відповідь	5
У відповіді не наведено другорядні чи залежні від основних параметри (матеріали)	3-4
У відповіді не наведено половину основних і кілька другорядних параметрів чи матеріалів	2
Відповідь поверхнева без аналізу параметрів, умов, матеріалів, фактів, неповні висновки	1
Контрольна робота не зараховане	0

1.3. Робота на лабораторних заняттях:

Ваговий бал – 4. Максимальна кількість балів на всіх лабораторних заняттях дорівнює: 4 бал x 7 робіт = 28 балів

Критерії оцінювання знань студентів

Повнота та ознаки відповіді	Бали
Своєчасне повне виконання лабораторних робіт, проведення розрахунків за даними експериментами, оформлення та захист лабораторних робіт	4
Незначні недоліки за пунктом 1	3
Несвоєчасне оформлення та захист роботи	2
Несвоєчасне виконання роботи	1
Невиконання лабораторної роботи	0

Штрафні та заохочувальні бали:

Підказування студенту під час його відповіді	1 бал
Підглядкування в підручник чи конспект під час контрольної роботи	-2 бала
Доповідь по темі одного з розділів предмету	+2 ÷ +4
Розробка дидактичного матеріалу курсу	+2 ÷ +5

Таким чином, рейтингова семестрова шкала з кредитного модуля складає:

$$R_C = 15 + 15 + 28 = 58 \text{ бал}$$

Складова екзамену дорівнює 42 % від R:

$$R_{EK3} = 42 \text{ бали}$$

Таким чином, рейтингова шкала з кредитного модуля складає:

$$R = R_C + R_{EK3} = 58 + 42 = 100 \text{ балів}$$

Максимальна сума балів стартової складової складає 58 балів. Необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт і стартовий рейтинг не менше 34 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 14 балів.

За результатами навчальної роботи за 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 58 балів. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 29 балів.

На екзамені студент відповідає на питання білета. Кожен білет містить 3 питання. Кожне питання оцінюється у 14 балів.

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) – 14-12 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації або незначні неточності) – 11-8 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації та деякі помилки) – 7-1 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

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

Бали $R=R_C+R_{EKЗ}$	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: завідувач кафедри екології та технології рослинних полімерів Гомеля М.Д.
(посада викладача, прізвище та ініціали, підпис)

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

Протокол № _____ від _____ 2017

Заступник завідувача кафедри
_____ Радовенчик В.М. _____
(підпис) (ініціали, прізвище)