

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХІМІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ
Кафедра екології та охорони навколишнього середовища**

ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор ННІХЕ

_____ Василь ЛЕНДЄЛ
«____» _____ 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕХНОЕКОЛОГІЯ

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський) рівень
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	101 Екологія
Освітня програма	Екологія та охорона навколишнього середовища
Статус дисципліни	обов'язкова (ОК 17)
Мова навчання	Українська

Ужгород 2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Техноекологія» для здобувачів вищої освіти галузі знань **10 Природничі науки** спеціальності **101 Екологія** освітня програма **Екологія та охорона навколишнього середовища**.

Розробник: Сухарев С.М., професор, доктор хімічних наук, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри
Екології та охорони навколишнього середовища

протокол № 12 від «26» червня 2024 р.

Завідувач кафедри _____ Сухарев С.М.

Схвалено науково-методичною комісією ННІХЕ

протокол № ____ від «____» червня 2024 р.

Голова науково-методичної комісії _____ Михайло СЛИВКА

© Сухарев С.М., 2024 р.

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2024 р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 5	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 150	III-й	-
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 самостійної роботи студента – 5	5-й	-
	Лекції:	
	34	-
	Практичні (семінарські):	
	-	-
Вид підсумкового контролю: <i>іспит</i>	Лабораторні:	
	40	-
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	76	-

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Техноекологія» формування знань щодо структури національного господарства та впливу його окремих галузей на довкілля, а також щодо напрямків екологізації виробництва. Набуття студентами вмінь і навичок стосовно можливостей застосування інженерних методів і засобів захисту довкілля.

Ознайомити студентів із визначенням джерел надходження забруднюючих речовин в довкілля промисловими, енергетичними, транспортними та іншими техногенними об'єктами (скид стічних вод, поверхневі зливи забруднювальних і біогенних речовин; внесення добрив та засобів захисту рослин, складування промислових і комунальних відходів, потенційно-небезпечні підприємства, техногенні аварії та ін.) та ділянки ураження (території, міста, річки, озера, зони впливу та ін.);

Навчити студентів самостійно проводити вибір інженерного обладнання для захисту об'єктів довкілля від забруднення із промислових джерел, мотивувати свій вибір з врахуванням особливостей тієї чи іншої галузі народного господарства.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

Загальні компетентності (ЗК):

- ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності.
- ЗК 3. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.
- ЗК 6. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).
- ЗК 8. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- ЗК 11. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
- ЗК 13. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.
- ЗК 14. Здатність до вирішення проблем інноваційного характеру та пошуку альтернативних рішень у професійній діяльності.

Фахові компетентності (ФК):

- ФК 15. Знання та розуміння теоретичних основ екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування.
- ФК 19. Здатність до оцінки впливу процесів техногенезу на стан навколишнього середовища та виявлення екологічних ризиків, пов'язаних з виробничою діяльністю.
- ФК 23. Здатність до участі в розробці системи управління та поводження з відходами виробництва та споживання.
- ФК 25. Здатність інформувати громадськість про стан екологічної безпеки та збалансованого природокористування.
- ФК 27. Здатність до участі в управлінні природоохоронними діями та/або екологічними проектами.
- ФК 28. Здатність використовувати систему екологічної стандартизації, сертифікації та статистичного кодування.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Техноекологія» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

1. Хімія з основами біогеохімії.
2. Вступ до фаху.
3. Загальна екологія та неоекологія.

4. Основи охорони праці та безпека життєдіяльності.
5. Урбоекологія.
6. Екологічні аспекти хімічної технології.
7. Аналітична хімія в екології.
8. Фізика

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «**Техноекологія**», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Розв'язувати проблеми у сфері захисту навколишнього середовища із застосуванням загальноприйнятих та/або стандартних підходів та міжнародного і вітчизняного досвіду.	ПРН 7
Демонструвати навички оцінювання непередбачуваних екологічних проблем і обдуманого вибору шляхів їх вирішення.	ПРН 9
Уміти прогнозувати вплив технологічних процесів та виробництв на навколишнє середовище.	ПРН 11
Брати участь у розробці та реалізації проектів, направлених на оптимальне управління та поводження з виробничими та муніципальними відходами.	ПРН 12
Демонструвати навички впровадження природоохоронних заходів та проектів.	ПРН 23

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «**Техноекологія**»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Знати підходи щодо розв'язування проблем у сфері захисту навколишнього середовища із застосуванням загальноприйнятих та/або стандартних підходів та міжнародного і вітчизняного досвіду.	ПРН 7
Уміти демонструвати навички оцінювання непередбачуваних екологічних проблем і обдуманого вибору шляхів їх вирішення.	ПРН 9
Володіти навиками прогнозування впливу технологічних процесів та виробництв на навколишнє середовище.	ПРН 11
На основі знань щодо методів очистки промислових викидів і стічних вод, а також раціонального поводження з твердими відходами, мати навички участі у розробці та реалізації проектів, направлених на оптимальне управління та поводження з виробничими та муніципальними відходами.	ПРН 12
Вміти демонструвати навички впровадження природоохоронних заходів та проектів, які спрямовані на мінімізацію антропогенного впливу на довкілля.	ПРН 23

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- екзамен;
- тести;
- мультимедійні презентації;
- проведення лабораторних досліджень та розрахунків, представлення висновків щодо стану об'єктів довкілля.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: колоквиуми, оцінка навиків виконання лабораторних робіт, захист лабораторних робіт. Контроль самостійної роботи здійснюється шляхом включення відповідних питань у колоквиуми з обраних питань.

Форма модульного контролю: письмові контрольні роботи, які включають теоретичні питання та тестові завдання.

Форма підсумкового семестрового контролю: екзамен.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1) «Вплив галузей народного господарства на екологічний стан довкілля та шляхи екологізації виробництва»

Поточне оцінювання та самостійна робота											Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	50	100
4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4		

T1 – Розвиток промисловості і його вплив на екологічний стан довкілля. Основні показники техногенезу; T2 – Вплив електроенергетики на екологічний стан навколишнього середовища; T3 – Вплив добувної та паливної промисловості на стан довкілля; T4 – Вплив вугільної та газової галузей на стан навколишнього середовища; T5 – Вплив металургійного комплексу на екологічний стан довкілля; T6 – Вплив промисловості будівельних матеріалів на стан навколишнього середовища; T7 – Вплив легкої промисловості на довкілля; T8 – Вплив хімічної галузі промисловості на екологічний стан навколишнього середовища; T9 – Вплив сільського господарства на довкілля; T10 – Вплив транспорту на стан навколишнього середовища; T11 – Вплив лісової, деревообробної та целюлозо-паперової промисловості на стан навколишнього середовища. Вплив житлово-комунального господарства.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2) «Захист атмосфери, гідросфери та літосфери від забруднення. Захист довкілля від виробничих випромінювань»

Поточне оцінювання та самостійна робота																Модульна контрольна робота	Сума
T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	50	100
3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4		

T12 – Основні проблеми захисту атмосфери. Загальні аспекти очистки промислових викидів; T13 – Очистка промислових газів від твердих включень (сепарація пилу); T14 – Очистка газів від газоподібних сполук, основні проблеми; T15 – Очистка промислових газів від оксидів Сульфуру і Нітрогену; T16 – Очистка промислових газів від оксидів Карбону, сірководню, сполук галогенів та парів Меркурію; T17 – Основні проблеми охорони гідросфери; T18 – Класифікація методів очистки стічних вод. Механічна очистка стічних вод; T19 – Фізико-хімічні методи очистки стічних вод, основні завдання і переваги; T20 – Іонний обмін, екстракція та баромембранні методи очистки стічних вод; T21 – Електрохімічні методи очистки стічних вод; T22 – Хімічні методи очистки стічних вод; T23 – Біохімічні методи очистки вод; T24 – Термічні методи очистки стічних вод; T25 – Земельні ресурси, особливості їх використання і забруднення; T26 – Рекультивація порушених земель, основні напрямки рекультивації земель; T27 – Методи зниження рівня впливу електромагнітного, іонізуючого випромінювання, шуму та вібрації на навколишнє середовище.

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	-	-	8	20
Колоквіум	3	50	3	30
Дебати	-	-	-	-
Модульна контрольна робота	1	50	1	50
Разом		100		100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульні контрольні роботи складаються з теоретичних питань (**3 питання**) і тестових завдань (**5 завдань**). Теоретичні питання є описовими і вимагають системних знань, вміння узагальнювати і логічно викласти програмний матеріал, обґрунтовувати власну думку. Кожне теоретичне питання оцінюється у 10 балів.

Тестові завдання поглиблюють теоретичні знання і вимагають чіткого і глибокого розуміння програмного матеріалу. В тестових завданнях пропонується 3-5 відповідей, серед яких студент повинен обрати лише одну правильну (або зайву) із запропонованих. Кожна правильна відповідь оцінюється у 4 бали.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Формою підсумкового семестрового контролю є екзамен (усна форма). Результати підсумкового семестрового контролю студента оцінюються за 100%-бальною шкалою.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		<i>для екзамену</i>
90-100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	
64-73	D	задовільно
60-63	E	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Критерії оцінювання:

Оцінка *відмінно* (**A**) виставляється, коли студент дає абсолютно правильні відповіді на теоретичні питання з викладенням оригінальних висновків, отриманих на основі програмного, додаткового матеріалу та нормативних документів. При виконанні практичного завдання студент застосовує системні знання навчального матеріалу, передбачені навчальною програмою.

Оцінка *добре* (**B**) виставляється студенту, який повністю розкрив теоретичні питання на основі програмного та додаткового матеріалу. При виконанні практичних завдань студент застосовує узагальнені знання навчального матеріалу, передбачені навчальною програмою.

Оцінка *добре* (**C**) виставляється студенту, який повністю розкрив теоретичні питання, а програмний матеріал викладено у відповідності до вимог. Практичні завдання виконані в цілому правильно, але мають місце окремі неточності.

Оцінка *задовільно* (**D**) виставляється, коли студент розкрив теоретичні питання, проте при викладенні програмного матеріалу допущені окремі помилки. При виконанні практичних завдань студент припускається помилок, за рахунок недостатнього розуміння програмного матеріалу.

Оцінка *задовільно* (**E**) виставляється, коли студент неповністю розкрив теоретичні питання, відповідь містить суттєві помилки. При виконанні практичних завдань студент припускається значних помилок, а виконання завдань викликає значні труднощі у студента.

Оцінка *незадовільно* (**FX**) виставляється студенту, який не розкрив теоретичні питання і не може виконати практичні завдання. Як правило такий студент виявляє здатність до викладення думки лише на елементарному рівні.

Оцінка *незадовільно* (**F**) виставляється студенту, який не виконав навчальну програму або якийсь елемент її складової, має фрагментарні знання, які не дозволяють розкрити теоретичні питання і виконати практичні завдання. Такий студент не може викласти свою думку навіть на елементарному рівні.

За результатами поточного контролю знань студентів, дозволяється виставлення екзаменаційної оцінки (без підсумкового іспиту) – «відмінно», «добре», та «задовільно». Студент має право підвищити оцінку, складаючи іспит.

Перезарахування результатів навчання, здобутих у неформальній освіті

Відповідно до чинного законодавства України та Положення про порядок визнання в ДВНЗ «Ужгородський національний університет» результатів навчання, здобутих у неформальній освіті (від 03 березня 2020 р., <https://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/22966>) здобувачі вищої освіти мають право на визнання результатів навчання, здобутих у неформальній освіті.

Визнання таких результатів можливо тільки для навчальних дисциплін, які починають викладатися із другого семестру. Визнання результатів навчання, здобутих у неформальній освіті, можливо якщо такі відповідають вимогам освітньої програми щодо формування запланованих компетентностей. Загалом за період навчання результати навчання в неформальній освіті можуть бути зараховані в обсязі не більше 10% загальної кількості кредитів ЄКТС, передбачених освітньою програмою.

Види неформальної освіти, результати яких можуть бути перезараховані: тематичні удосконалення, вебінари, курси, стажування, практики, тренінги, майстер-класи (ворк-шопи), організовані на платформах «Prometheus», «Coursera», закладів вищої освіти та офіційних провайдерів БПР, визнаних МОЗ України, участь у наукових форумах та конференціях, публікації у фахових наукових виданнях та виданнях, включених до наукометричних баз «Scopus» та «Web of Science». Тематика вказаних заходів та активності повинна відповідати змісту робочої програми (тематичні плани лекцій та практичних/семінарських занять).

Процедура визнання результатів навчання, здобутих у неформальній освіті проводиться комісійно. Для цього здобувач вищої освіти не пізніше 30 календарних днів до завершення семестру (в якому вивчається навчальна дисципліна, щодо якої бажає провести перезарахування результатів навчання) подає до деканату факультету відповідну заяву та документи, які підтверджують факт отримання неформальної освіти (сертифікат, посвідчення, свідоцтво, освітні програми тощо). Відповідно до отриманої заяви деканат утворює предметну комісію у складі гарант освіти програми, завідувача відповідної профільної кафедри та науково-педагогічних працівників, які викладають відповідну навчальну дисципліну. Комісія формує висновок щодо обсягів кредитів ЄКТС, можливих для перезарахування та надає його керівництву факультету та на профільну кафедру, відповідно до Положення про порядок визнання в ДВНЗ «Ужгородський національний університет» результатів навчання.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. «Вплив галузей народного господарства на екологічний стан довкілля та шляхи екологізації виробництва»

Тема 1. Розвиток промисловості і його вплив на екологічний стан довкілля. Основні показники техногенезу.

Особливості використання природних ресурсів в сучасних умовах. Завдання та роль техноекології як навчальної дисципліни. Загальні аспекти впливу народного господарства на стан навколишнього природного середовища. Проблема виснаження природних ресурсів та проблема забруднення об'єктів довкілля. Загальні напрямки екологізації виробництва.

Тема 2. Вплив електроенергетики на екологічний стан навколишнього середовища.

Структура енергетичного комплексу України, енергетична стратегія нашої держави до 2030 року. Особливості впливу гідроелектростанцій: позитивні і негативні аспекти. Роль гідроакумуючих електростанцій та об'єктів малої гідроенергетики. Вплив теплоелектростанцій на екологічний стан довкілля. Особливості впливу атомних електростанцій: цикл одержання та використання уранового палива. Переваги та недоліки альтернативних джерел енергії, роль «зеленого тарифу».

Тема 3. Вплив добувної та паливної промисловості на стан довкілля.

Загальна характеристика галузей. Основні процеси гірничого виробництва. Проведення підземних гірничих виробок. Географія розташування родовищ нафти і газу у світі та в Україні. Добування нафти на суші і з морських родовищ. Методи розділення компонентів нафти і газу. Забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами. Особливості поведінки нафтопродуктів у воді та ґрунті. Вплив на довкілля нафтопереробної та нафтохімічної галузей.

Тема 4. Вплив вугільної та газової галузей на стан навколишнього середовища.

Загальна характеристика галузей. Способи видобування вугілля Географія вугільної промисловості. Видобування вугілля відкритим способом. Проведення підземного видобутку вугілля. Характеристика впливу на довкілля. Альтернативні рішення. Добування і транспортування природного газу: екологічні аспекти впливу на довкілля.

Тема 5. Вплив металургійного комплексу на екологічний стан довкілля.

Загальна характеристика галузі. Особливості впливу чорної металургії: одержання чавуну і сталі та вплив цих виробництв на стан довкілля. Вплив підприємств кольорової металургії. Шляхи мінімізації впливу металургійного комплексу.

Тема 6. Вплив промисловості будівельних матеріалів на стан навколишнього середовища.

Загальна характеристика галузі. Географія. Основні показники. Сировина і матеріали. Принципові технологічні процеси. Недоліки та переваги. Загальна характеристика впливу на навколишнє середовище. Вплив на людину. Отруєння металами. Заходи боротьби зі шкідливим впливом. Альтернативні рішення.

Тема 7. Вплив легкої промисловості на довкілля.

Загальна характеристика галузі. Географія галузі. Сировинна база. Вплив текстильної, бавовняної, вовняної, трикотажної та шкіряної галузей на стан навколишнього середовища.

Тема 8. Вплив хімічної галузі промисловості на екологічний стан навколишнього середовища.

Різноманітність технологій як основна проблема утилізації промислових відходів. Ресурси та технологічні процеси хімічної промисловості. Особливості виробництва органічних та неорганічних речовин (матеріалів). Вплив на довкілля та здоров'я людини.

Тема 9. Вплив сільського господарства на довкілля.

Характеристика агропромислового комплексу України. Головні показники, географія і ресурси. Технологічні процеси у рослинництві та тваринництві. Заходи зменшення негативного впливу на довкілля. Альтернативні рішення.

Тема 10. Вплив транспорту на стан навколишнього середовища.

Загальна характеристика галузі. Географія галузі. Паливна база транспорту. Вплив автомобільного, залізничного, водного та авіаційного транспорту на стан навколишнього середовища.

Тема 11. Вплив лісової, деревообробної та целюлозно-паперової промисловості на стан навколишнього середовища. Вплив житлово-комунального господарства.

Географія розташування та основні показники деревообробної промисловості. Принципові технологічні процеси галузі та їх структура. Особливості целюлозно-паперової промисловості. Необхідні ресурси. Екологічні аспекти галузей. Крафт-процес приготування пульпи. Виробництво пульпи сульфітним методом, проблема промислових стічних вод.

Модуль 2. «Захист атмосфери, гідросфери та літосфери від забруднення. Захист довкілля від виробничих випромінювань»

Тема 12. Основні проблеми захисту атмосфери. Загальні аспекти очистки промислових викидів.

Забруднення атмосфери: причини та наслідки. Класифікації забруднювальних повітря речовин. Правова база охорони атмосферного повітря на Україні. Нормування якості та антропогенного навантаження на атмосферне повітря. Розрахунок ступеня очистки відхідних газів та коефіцієнту забезпеченості технологічних процесів газоочистки. Основні етапи очистки промислових газів, послідовність вибору очисного обладнання.

Тема 13. Очистка промислових газів від твердих включень (сепарація пилу).

Класифікація пристроїв знепилення газів. Сепарація пилу механічними пристроями: пилоосаджувальні камери, інерційні пиловловлювачі, відцентрові пристрої. Сепарація пилу в мокрих (гідравлічних) пристроях: порожнисті газопромивачі, насадкові скрубери, апарати барботажного типу та ударно-інерційної дії, швидкісні турбулентні пиловловлювачі. Сепарація пилу за допомогою фільтруючих пристроїв: волокнисті фільтри, тканинні фільтри та зернисті фільтри. Сепарація пилу в електрофільтрах. Принцип роботи електрофільтрів, їх класифікація, основні переваги та недоліки.

Тема 14. Очистка газів від газоподібних сполук, основні проблеми.

Використання методу абсорбції: теоретичні основи методу, розрахунки апаратів, переваги та недоліки методу. Використання методу адсорбції: теоретичні основи методу, розрахунки апаратів, переваги та недоліки методу. Використання методу хімічних реакцій, основні переваги методу. Використання каталітичних методів перетворення газоподібних сполук. Термічні методи знешкодження газоподібних сполук.

Тема 15. Очистка промислових газів від оксидів Сульфуру і Нітрогену.

Методи очистки промислових газів від діоксиду Сульфуру. Використання аміачних методів очистки: аміачно-сульфатнокислий, аміачно-автоклавний та аміачно-циклічний методи. Основні переваги та недоліки цих методів, схеми очистки. Використання вапнякового та магнезійного методів очистки. Особливості марганцевого (піролюзитного) методу очистки газів від SO_2 .

Методи очистки промислових газів від оксидів Нітрогену. Послідовність очистки газів від N_xO_y при різних концентраціях. Одержання нітроолеуму. Лужні методи очистки газів від оксидів Нітрогену. Особливості каталітичних методів очистки газів від цих сполук. Основні схеми та установки газоочистки.

Тема 16. Очистка промислових газів від оксидів Карбону, сірководню, сполук галогенів та парів Меркурію.

Методи очистки промислових газів від оксиду Карбону(II). Установки каталітичного перетворення оксиду Карбону в діоксид. Очистка промислових газів реакцією метанування. Особливості купрум-аміачної очистки газів від оксиду Карбону(II). Установки для абсорбції діоксиду Карбону водою. Використання розчинів етаноламінів для вловлювання діоксиду Карбону. Очистка промислових газів холодним метанолом (процес «ректизол»).

Методи очистки промислових газів від сірководню. Мокрі методи очистки: сіборд-процес, арсенатно-содовий метод, лужно-гідрохіноновий метод, ферум-содовий метод, фосфатний

метод. Сухі методи очистки газів від сірководню: Очистка болотною рудою, адсорбція цеолітами та активованим вугіллям.

Очистка промислових газів від галогенів та їх сполук: очистка від флюорорвмісних сполук (HF, SiF₄, тощо), очистка газів від хлору та хлороводню. Очистка промислових газів від парів Меркурію: очистка піролюзитом, очистка за допомогою хлору, очистка хлорним вапном.

Зниження забруднення атмосфери вихлопними газами від двигунів внутрішнього згорання, основний склад викидів. Термічна та каталітична нейтралізація викидів.

Тема 17. Основні проблеми охорони гідросфери.

Забруднення водних об'єктів: основні види та джерела забруднення, особливості забруднення водних об'єктів нафтою. Глобальні наслідки забруднення гідросфери. Проблема прісної води у сучасних умовах, динаміка водоспоживання. Проблема промислових стічних вод. Класифікація стічних вод за походженням, за характером забруднення, за концентрацією забруднювальних речовин, за ступенем агресивності. Розрахунок необхідного ступеня очистки стічних вод перед їх скиданням у природні водойми. Розрахункові зони скиду, граничнодопустимий скид. Розрахунок витрат стічних вод.

Тема 18. Класифікація методів очистки стічних вод. Механічна очистка стічних вод.

Основні завдання механічної очистки, способи реалізації методу. Очистка стічних вод проціджуванням: апарати методу (решітки, сита, фракціонери), їх ефективність та недоліки. Очистка стічних вод відстоюванням: апарати методу (пісколовки, відстійники, освітлювачі), їх ефективність та недоліки. Очистка стічних вод фільтруванням: апарати методу (зернисті фільтри), їх ефективність та недоліки. Основні види фільтрування вод. Відцентрові пристрої механічної очистки стічних вод.

Тема 19. Фізико-хімічні методи очистки стічних вод, основні завдання і переваги.

Вибір, переваги та недоліки фізико-хімічних методів очистки. Флотація як метод очистки стічних вод. Переваги та недоліки методу флотації. Вакуумна та напірна флотація. Схеми та апарати методу флотації. Аероліфтні та пневматичні флотаційні установки, установки з механічним диспергуванням повітря. Хімічна, біологічна та іонна флотація. Адсорбція як метод очистки стічних вод. Переваги та недоліки методу адсорбції. Адсорбенти. Адсорбційні установки періодичної та безперервної дії. Адсорбери, їх будова та види. Способи регенерації адсорбенту.

Тема 20. Іонний обмін, екстракція та баромембранні методи очистки стічних вод.

Переваги та недоліки методу іонного обміну. Природні та синтетичні іоніти. Схеми іонообмінних установок періодичної та безперервної дії. Апарати методу, регенерація іонітів. Екстракція як метод очистки стічних вод. Переваги та недоліки методу рідинно-рідинної екстракції. Екстрагенти та вимоги до них. Схеми установок та апарати методу екстракції. Багатоступінчаста та безперервна протитечійна екстракція. Способи регенерації екстрагентів. Баромембранні методи очистки стічних вод. Зворотний осмос, нанофільтрація, ультрафільтрація та макрофільтрація. Переваги та недоліки методів. Вимоги до мембран. Конструкції апаратів методів.

Тема 21. Електрохімічні методи очистки стічних вод.

Переваги та недоліки електрохімічних методів. Анодне окислення та катодне відновлення. Електролізери. Електрофлотація. Схеми електрофлотаційних установок. Електрокоагуляція. Апарати методу. Електродіаліз.

Тема 22. Хімічні методи очистки стічних вод.

Ефективність та завдання хімічної очистки вод. Нейтралізація стічних вод (реагентна та безреагентна). Конструкція нейтралізаторів. Схеми установок методу нейтралізації. Коагуляція та флокуляція як хімічні методи очистки стічних вод. Коагулянти та флокулянти. Механізм їх дії. Очистка вод окисниками та відновниками. Окислення хлором та його сполуками (хімізм окислення, схеми установок). Озонування. Апарати методу озонування. Окиснення сульфідів, ціанідів, тощо. Схеми установок. Очистка відновленням.

Тема 23. Біохімічні методи очистки вод.

БСК та ХСК. Аеробні та анаеробні методи біохімічної очистки стічних вод. Вторинна біомаса. Закономірності розпаду органічних речовин. Схеми установок для біохімічної очистки

стічних вод. Здійснення аеробної очистки стічних вод в природних умовах. Очистка стічних вод в аеротенках. Активний мул, його структура. Очистка стічних вод в біофільтрах. Біоплівки. Схеми установок для очистки стічних вод біофільтрами. Біоосадження. Анаеробні методи біохімічної очистки. Типи та ефективність бродіння. Метанове бродіння. Метантеки. Переваги та недоліки анаеробної очистки стічних вод. Обробка осадів стічних вод.

Тема 24. Термічні методи очистки стічних вод.

Переваги та недоліки термічних методів. Вимоги до установок термічного знешкодження стічних вод. Концентрування мінералізованих стічних вод. Типи випарювальних установок, принцип дії апаратів. Установки виморожування та кристалогідратні установки. Термоокислювальні методи знешкодження рідких відходів. Метод рідиннофазового окислення, його переваги та недоліки. Метод парофазного каталітичного окислення. Полум'яний метод. Апарати полум'яного методу очистки стічних вод.

Тема 25. Земельні ресурси, особливості їх використання і забруднення.

Основні фактори втрати ґрунтів, деградація ґрунтового шару: ерозія ґрунтів, опустелювання, вторинне засолювання та токсикація. Причини виникнення цих негативних явищ та шляхи попередження. Меліоративні роботи. Гігієнічна класифікація відходів, організація полігонів промислових і побутових відходів. Проблема териконів шахт, шляхи вирішення. Проблеми радіоактивних відходів: класифікація, мета переробки та способи їх поховання.

Тема 26. Рекультивація порушених земель, основні напрямки рекультивації земель.

Послідовність рекультиваційних робіт: підготовчий етап, технічна та біологічна рекультивація. Вибір напрямку рекультивації. Основні заходи проведення рекультивації порушених земель. Методи очищення ґрунтів від забруднювальних речовин: фізико-хімічні, хімічні, біологічні, термічні.

Тема 27. Методи зниження рівня впливу електромагнітного, іонізуючого випромінювання, шуму та вібрації на навколишнє середовище.

Особливості виробничих випромінювань з точки зору впливу на довкілля. Первинні процеси, що виникають при дії виробничих випромінювань на живі організми та віддалені наслідки їх дії. Шумове та вібраційне забруднення та методи боротьби з ним. Основні джерела шуму і нормування шумового навантаження. Види шуму, створюваних вентиляторами. Методи зниження рівня шуму. Типи глушників: їх будова та принцип дії. Використання віброізоляторів. Вимоги до конструкції кожухів. Звуковідбиваючі екрани.

Джерела електромагнітних випромінювань. Захист від постійних та промислових електромагнітних полів. Екрануючі пристрої та одяг. Захист відстанню та часом. Комбіновані методи захисту від електромагнітних полів. Основні завдання охорони довкілля від іонізуючого випромінювання.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання:					
	Усього	у тому числі				
		лекції	практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота
1	2	3	4	5	6	7
5-й семестр						
Модуль 1. «Вплив галузей народного господарства на екологічний стан довкілля та шляхи екологізації виробництва»						
Тема 1. Розвиток промисловості і його вплив на екологічний стан довкілля. Основні показники техногенезу	36	2	-	-	-	34
Тема 2. Вплив електроенергетики на екологічний стан навколишнього середовища	1	1	-	-	-	-
Тема 3. Вплив добувної та паливної промисловості на стан довкілля	1	1	-	-	-	-
Тема 4. Вплив вугільної та газової галузей на стан навколишнього середовища	1	1	-	-	-	-
Тема 5. Вплив металургійного комплексу на екологічний стан довкілля	1	1	-	-	-	-
Тема 6. Вплив промисловості будівельних матеріалів на стан навколишнього середовища	1	1	-	-	-	-
Тема 7. Вплив легкої промисловості на довкілля	1	1	-	-	-	-
Тема 8. Вплив хімічної галузі промисловості на екологічний стан навколишнього середовища	1	1	-	-	-	-
Тема 9. Вплив сільського господарства на довкілля	1	1	-	-	-	-
Тема 10. Вплив транспорту на стан навколишнього середовища	1	1	-	-	-	-
Тема 11. Вплив лісової, деревообробної та целюлозо-паперової промисловості на стан навколишнього середовища. Вплив житлово-комунального господарства	1	1	-	-	-	-
Модульна контрольна робота	-	-	-	-	-	-
<i>Разом за модуль</i>	46	12	-	-	-	34
Модуль 2. «Захист атмосфери, гідросфери та літосфери від забруднення. Захист довкілля від виробничих випромінювань»						
Тема 12. Основні проблеми захисту атмосфери. Загальні аспекти очистки промислових викидів	1	1	-	-	-	-
Тема 13. Очистка промислових газів від твердих включень (сепарація пилу)	6	2	-	4	-	-
Тема 14. Очистка газів від газоподібних сполук	1	1	-	-	-	-
Тема 15. Очистка промислових газів від оксидів Сульфуру і Нітрогену	14	2	-	12	-	-
Тема 16. Очистка промислових газів від оксидів Карбону, сірководню, сполук галогенів та парів Меркурію	9	3	-	6	-	-

1	2	3	4	5	6	7
Тема 17. Основні проблеми охорони гідросфери	9	1	-	-	-	8
Тема 18. Класифікація методів очистки стічних вод. Механічна очистка стічних вод	2	2	-	-	-	-
Тема 19. Фізико-хімічні методи очистки стічних вод, основні завдання і переваги	1	1	-	-	-	-
Тема 20. Іонний обмін, екстракція та баромембранні методи очистки стічних вод	1	1	-	-	-	-
Тема 21. Електрохімічні методи очистки стічних вод	1	1	-	-	-	-
Тема 22. Хімічні методи очистки стічних вод	7	1	-	6	-	
Тема 23. Біохімічні методи очистки вод	17	1	-	8	-	8
Тема 24. Термічні методи очистки стічних вод	1	1	-	-	-	-
Тема 25. Земельні ресурси, особливості їх використання і забруднення	19	1	-	-	-	18
Тема 26. Рекультивація порушених земель, основні напрямки рекультивації земель	13	1	-	4	-	8
Тема 27. Методи зниження рівня впливу електромагнітного, іонізуючого випромінювання, шуму та вібрації на навколишнє середовище	2	2	-	-	-	
Модульна контрольна робота	-	-	-	-	-	-
Разом за модуль	104	22	-	40	-	42
Разом за семестр	150	34	-	40	-	76

6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	ТБ і ОП. Організаційні питання. <i>Охорона і поліпшення якості повітря.</i> Визначення запиленості повітря робочої зони	4	-
2	<i>Охорона і поліпшення якості повітря.</i> Визначення концентрації діоксиду Сульфуру у промислових викидах	6	-
3	<i>Охорона і поліпшення якості повітря.</i> Визначення концентрації оксидів Нітрогену в зоні розсіювання промислових викидів	6	-
4	<i>Охорона і поліпшення якості повітря.</i> Визначення парів Меркурію в повітрі виробничих приміщень	6	-
5	<i>Охорона водних ресурсів.</i> Визначення аніонообмінних СПАР у стічних водах	6	-
6	<i>Охорона водних ресурсів.</i> Визначення ХСК в стічній воді арбітражним методом	4	-
7	<i>Охорона водних ресурсів.</i> Визначення індексу активного мулу	4	
8	<i>Охорона і поліпшення якості земель.</i> Визначення кислотності ґрунтів полігонів промислових відходів	4	
Разом		40	-

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Техносфера Землі. Техногенез. Технофільність. Екологічні еквіваленти промислового техногенезу. Коефіцієнт повноти техногенного використання	6	-
2	Екологічна еквівалентність критеріїв, процесів, об'єктів, природно-технічних геосистем. Екологічно подібні природно-технічні геосистеми	6	-
3	Коефіцієнт техногенної фіксації. Техногенний геохімічний тиск. Модель техногенного геохімічного тиску. Геохімічне значення різних продуктів виробництва. Коефіцієнт ноосферної концентрації	6	-
4	Техногенні геохімічні аномалії. Біогеохімічні аномалії. Біофільність та деструкційна активність хімічних елементів	8	-
5	Енергетична еволюція техносфери. Чотири типи екосистем (за енергетикою)	8	-
6	Схеми водоочистки промислових підприємств	8	-
7	Переваги сумісної очистки побутових та промислових стічних вод	8	-
8	Джерела забруднення об'єктів навколишнього середовища радіонуклідами. Проблема радіоактивних опадів	9	-
9	Поховання радіоактивних відходів як лімітуючий фактор поширення атомної енергетики. Класифікація радіоактивних відходів, способи їх поховання	9	-
10	Фіторе mediaція як метод очищення ґрунтів від важких металів та пестицидів	8	-
	Разом	76	-

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Технічні засоби: мультимедійний проектор.

Обладнання: лабораторне обладнання для виконання лабораторного практикуму.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод / А.К. Запольський та ін. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
2. Джигирей В.С., Сторожук В.М., Яцюк Р.А. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища (Екологія та охорона природи). – Львів: Афіша, 2000. – 272 с.
3. Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. Техноекоекологія та охорона навколишнього середовища. – Львів: Новий Світ-2000, 2004. – 256 с.
4. Клименко Л.П. Техноекоекологія. – Сімферополь: Таврія, 2000. – 542 с.
5. Охорона навколишнього середовища в лісопромисловому комплексі / С.О. Апостолук та ін. – Львів: Афіша, 2001. – 200с.
6. Клименко М.О., Залеський І.І. Техноекоекологія. – Рівне: Національний університет водного господарства та природокористування, 2010. – 298 с.
7. Станкевич С.В., Головань Л.В. Техноекоекологія. – Харків: Видавництво Іванченка І.С., 2020. – 338 с.
8. Войницький А.П., Дубровський В.П., Боголюбов В.М. Техноекоекологія / За редакцією В.М. Боголюбова. – Київ: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.
9. Іваненко О.І., Носачова Ю.В. Техноекоекологія. – Київ: Видавничий дім «Кондор», 2017. – 294 с.
10. Мальований М.С., Боголюбов В.М., Шаніна Т.П., Шмандій В.М., Сафранов Т.А. Техноекоекологія: підручник / За ред. М.С.Мальованого. – Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2013. – 424 с.
11. Франчук Г.М. Урбоекологія і техноекоекологія : підручник для студентів екологічних спеціальностей вищих навчальних закладів / Г.М. Франчук, О.І. Запорожець, Г.І. Архіпова. – Київ: НАУ-друк, 2011. – 494 с.

Допоміжна література

1. Яремчук І.Г. Економіка природокористування. – К.: Видавничий центр “Просвіта”, 2000. – 431с.
2. Промислова екологія / Я.І. Бедрій [та ін.]. – Київ: Кондор, 2010. – 372 с.
3. Промислова екологія / В.Л. Филипчук [та ін.] / за ред. В. Л. Филипчука. – Рівне: НУВГП, 2013. – 494 с.
4. Огурцов А.П., Волошин М.Д. Сучасне довкілля та шляхи його покращення. – К.: НМЦ ВО, 2003. – 547 с.
5. Петрук В.Г. Сучасні екологічно чисті технології знезараження непридатних пестицидів. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. – 254 с.

Для виконання лабораторного практикуму:

- Набиванець Б.Й., Осадчий В.І., Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б. Аналітична хімія поверхневих вод. – К.: Наукова думка, 2007. – 456 с.
- Осадчий В.І., Набиванець Б.Й., Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б. Гідрохімічний довідник. – К.: Ніка-Центр, 2008. – 656 с.
- Сухарев С.М., Глух О.С., Роман Л.Ю., Сухарева О.Ю. Методичні вказівки до лабораторного практикуму з навчальної дисципліни «Техноекоекологія» для студентів III курсу спеціальності 101 Екологія. – Ужгород: Вид-во УжНУ «Говерла», 2022. – 62 с.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

Оглядові ресурси:

Северин Л.І., Петрук В.Г., Безвозюк І.І., Васильківський І.В. Природоохоронні технології:
http://posibnyky.vntu.edu.ua/priodoohoronni_tehnologii/index.html

Автоматизація процесів очистки газів:

<http://infotour.com.ua/avtomat~5.php>

Журнал «Вода і водоочисні технології»:

<http://wpt.kpi.ua/>

**Результати перегляду
робочої програми навчальної дисципліни**

Робоча програма перезатверджена на 20___ / 20___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від «___» _____ 20___ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20___ / 20___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від «___» _____ 20___ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20___ / 20___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від «___» _____ 20___ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20___ / 20___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від «___» _____ 20___ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)