

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



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ІНПХЕ

проф. Василь ЛЕНДЄЛ

« 26 » 06 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ»

Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський) рівень
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	102 Хімія
Освітня програма	Хімія
Статус дисципліни	обов'язкова
Мова навчання	українська

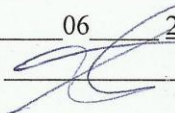
Ужгород 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «**Хімічна технологія**» для здобувачів вищої освіти галузі знань **10 Природничі науки** спеціальності **102 Хімія** освітньої програми **Хімія**.

Розробник: Глух О.С., кандидат хімічних наук, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища.

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

протокол № 12 від « 22 » 06 2023 р.
Завідувач кафедри  Сергій СУХАРЕВ

Схвалено науково-методичною комісією ННІХЕ
протокол № 10 від « 26 » 06 2023 р.
Голова науково-методичної комісії  Михайло СЛИВКА

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	
Кількість кредитів ЄКТС – 8,5	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 255	III-й	IV-й
Кількість модулів – 4	Семестр:	
Тижневих годин – для денної форми навчання: аудиторних – 4 /4 самостійної роботи студента – 4 / 4	6-й	7-й
	Лекції:	
	42	20
	Практичні (семінарські):	
	18	-
Вид підсумкового контролю: залік, іспит	Лабораторні:	
	-	46
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	60	69

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою навчальної дисципліни «Хімічна технологія» є формування у студентів хіміків системних знань про основні закономірності перебігу хіміко-технологічних процесів, їх апаратурного оформлення, оптимізацію параметрів хіміко-технологічних процесів та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

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

Загальні компетентності:

- ЗК 3. Здатність працювати у команді
- ЗК 4. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації
- ЗК 5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій
- ЗК 7. Здатність спілкуватися з представниками інших професій-них груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності)
- ЗК 9. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

Фахові компетентності:

- ФК 1. Здатність застосовувати знання і розуміння математики та природничих наук для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії.
- ФК 2. Здатність розпізнавати і аналізувати проблеми, застосовувати обґрунтовані методи вирішення проблем, приймати обґрунтовані рішення в області хімії.
- ФК 4. Здатність до використання спеціального програмного забезпечення та моделювання в хімії.
- ФК 6. Здатність оцінювати ризики.
- ФК 7. Здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

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

ОК 11 Неорганічна хімія
ОК 13 Аналітична хімія
ОК 18 Органічна хімія
ОК 9 Основи екології
ОК 7 Фізика

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до «Освітньо-професійної програми підготовки здобувачів у галузі знань 10 Природничі науки зі спеціальності 102 Хімія першого (бакалаврського) рівня ступеня вищої освіти «Бакалавр» за денною формою навчання», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Розуміти основи математики на рівні, достатньому для досягнення інших результатів навчання, передбачених цим стандартом та освітньою програмою.	2
Розуміти основні закономірності та типи хімічних реакцій та їх характеристики.	4
Знати принципи і процедури фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типові обладнання та прилади.	8
Аналізувати та оцінювати дані, синтезувати нові ідеї, що стосуються хімії та її прикладних застосувань.	13
Здійснювати експериментальну роботу з метою перевірки гіпотез та дослідження хімічних явищ і закономірностей.	14
Спроможність використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних.	15

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

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Вміти описувати хімічні явища і процеси за допомогою математичних рівнянь	2
Розуміти фізико-хімічні основи хімічного виробництва на основі знання закономірностей та типів хімічних реакцій та їх характеристик.	4
Розуміти принципи і процедури фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типові обладнання та прилади, апарати та агрегати ХТС	8
Аналізувати та оцінювати дані, синтезувати нові ідеї, що стосуються хімії та її прикладних застосувань; аналізувати та створювати технологічні схеми виробництв.	13
Здійснювати теоретичну та експериментальну роботу з метою перевірки гіпотез та дослідження хімічних явищ і закономірностей, що мають місце у ХТС	14
Здатність використовувати одержані знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних.	15

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:

- залік, іспит;
- тести;
- розрахункові та розрахунково-графічні роботи;
- завдання на лабораторному обладнанні, реальних об'єктах.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: виконання лабораторних робіт, захист лабораторних робіт, проведення колоквиумів.

Форма модульного контролю: у формі письмової контрольної роботи та/або письмового тестування.

Форма підсумкового семестрового контролю: у формі заліку з навчальної дисципліни в обсязі навчального матеріалу, передбаченого робочою програмою навчальної дисципліни.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (ІІІ курс, модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота						Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	50	100
8	8	9	9	8	8		

T 1 – Зміст та завдання хімічної технології як науки; T 2 – Основні поняття та визначення хімічної технології; T 3 – Хіміко-технологічні системи (ХТС); T 4 – Сировинна база хімічної промисловості. Первинна переробка сировини; T 5 – Хімічні процеси. Загальні закономірності; T 6 – Гомогенні та гетерогенні хімічні процеси.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (ІІІ курс, модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота						Модульна контрольна робота	Сума
T7	T8	T9	T10	T11	T12	50	100
9	9	8	8	8	8		

T 7 – Промисловий каталіз; T 8 Гідродинамічні процеси; T 9 – Теплові процеси; T 10 – Масообмінні процеси; T 11 – Моделювання як метод дослідження хіміко-технологічних процесів; T 12 – Хімічні реактори;

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (IV курс, модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота					Модульна контроль на робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	50	100
10	10	10	10	10		

T 1 – Виробництво H_2SO_4 ; T 2 – Технологія зв'язаного азоту. Перегонка повітря; T 3 – Одержання водню методом парової конверсії метану.; T 4 – Виробництво амоніаку в промисловості; T 5 – Виробництво розбавленої та концентрованої нітратної кислоти.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (IV курс, модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота					Модульна контроль на робота	Сума
T6	T7	T8	T9	T10	50	100
10	10	12	10	8		

T 6 – Виробництво ортофосфатної кислоти; T 7 – Виробництво кальцинованої соди методом Сольве T 8 – Первинна переробка нафти. Перегонка нафти АВТ. Вторинна переробка нафти. Крекінг та риформінг; T 9 – Оксосинтез. Піроліз етилену. Технологія високомолекулярних сполук; T 10 – Екологічні проблеми хімічної технології та шляхи їх можливого вирішення.

**Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни
(III курс)**

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Практичні (семінарські) заняття	5	50	5	50
Модульна контрольна робота	1	50	1	50
Разом		100		100

**Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни
(IV курс)**

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)	3	50	3	50
Модульна контрольна робота	1	50	1	50
Разом		100		100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Оцінка *відмінно (А)* 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 (В)* 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 (С)* 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 (Е)* 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 (FХ)* 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.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

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

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		

35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Зміст навчальної дисципліни (III курс, 6-й семестр)

Модуль 1. «Загальні питання хімічної технології»

Тема 1. Зміст та завдання хімічної технології як науки.

Хімічна технологія - наука про промислові методи та процеси переробки сировини в продукти споживання та засоби виробництва. Етапи розвитку хімічної технології. Місце та роль хімічної промисловості в народно-господарському комплексі країни. Основні напрямки в розвитку хімічної технології - створення вискоєфективних безвідходних та маловідходних виробництв на основі комплексного використання сировини та паливно-енергетичного ресурсів, збільшення одиничної потужності технологічного обладнання, комбінування та об'єднання виробництв, механізації та автоматизації виробництва на базі впровадження АСУ.

Динаміка і масштаби виробництва основних видів продукції хімічної промисловості.

Тема 2. Основні поняття та визначення хімічної технології.

Поняття хімічного виробництва як хіміко-технологічної системи /ХТС/ взаємозв'язаних елементів, призначеної для переробки сировини в засоби виробництва та продукти споживання, ХТС як сукупність підсистем підготовки сировини, хімічного перетворення, виділення продукту, утилізації та знезаражування відходів, тепло- та енергозабезпечення, водопідготовки, підсистем керування процесом.

Основні технологічні компоненти: сировина, цільовий та побічний продукти, напівпродукти, відходи виробництва; енергетичні ресурси.

Якісна та кількісна оцінка ефективності хімічного виробництва: технологічна (ступінь перетворення, селективність, вихід продукту, затратні коефіцієнти), економічна (продуктивність, потужність, собівартість продукції, приведені затрати на виробництво одиниці продукції, капітальні затрати), експлуатаційна (надійність та безпечність функціонування виробництва), соціальна (екологічна чистота, ступінь автоматизації, тощо).

Методологічні основи хімічної технології як науки. Системний аналіз складних систем та математичне моделювання як основа сучасного підходу до вивчення та оптимізації хіміко-технологічних процесів.

Тема 3. Хіміко-технологічні системи (ХТС).

Хіміко-технологічна система - конкретне вираження хімічного виробництва. Загальні вимоги до описання ХТС. Структура ХТС. Способи описання ХТС: графічний, описовий, математичний.

Технологічний зв'язок елементів і потоків у ХТС: послідовні, паралельні, послідовно-обхідні, оборотні, перехресні, розгалужені. Розімкнуті та замкнуті ХТС.

Основні концепції при виборі ХТС: глибина переробки сировини, комплексне використання сировинних та енергетичних ресурсів, мінімізація відходів виробництва, оптимальне використання обладнання.

Способи реалізації вискоєфективних виробництв. Енерготехнологічні системи, особливості їх побудови, переваги. Комбінування виробництв. Аналіз ХТС. Взаємна залежність режимів, оптимальність системи в цілому, проблеми надійності. Розрахунки ХТС, методи складання матеріального та теплового балансів ХТС та підсистем. Ексергетичний аналіз як метод оцінки ефективності використання сировини та енергії. Структура техніко-економічних показників ХТС та методи їх розрахунку.

Тема 4. Сировинна база хімічної промисловості. Первинна переробка сировини.

Характеристика та класифікація сировини за походженням, агрегатним станом, хімічною природою. Відтворювані та невідтворювані джерела сировини. Заміна харчової сировини нехарчовою. Використання відходів виробництва та вторинних матеріальних ресурсів. Підготовка сировини: сортування, подрібнення, агломерація, збагачення. Методи збагачення: фізичні, хімічні, фізико-хімічні (флотація).

Вода як сировина та допоміжний компонент хімічного виробництва. Джерела води. Вимоги до якості води» Промислова водопідготовка (очистка води від нерозчинних домішок, пом'якшення, знесолення води).

Тема 5. Хімічні процеси. Загальні закономірності.

Хімічний процес (ХП) - сукупність хімічних перетворень та фізичних процесів переносу енергії та речовини на молекулярному рівні. Класифікація хімічних процесів за хімічною, термодинамічною ознакою та фазовою ознакою, за характером перебігу (стаціонарні та нестаціонарні, каталітичні, радикальні, ...). Основні показники хімічних процесів: ступінь перетворення, вихід продукту, вибірковість, швидкість реакції, їх взаємозв'язок. Хіміко-фізичні закономірності хімічного перетворення - стехіометричні, термодинамічні, кінетичні.

Тема 6. Гомогенні та гетерогенні хімічні процеси.

Гомогенні процеси - основний вид хімічних процесів в хімічній технології. Вплив умов проведення на швидкість та ступінь перетворення, на вихід продукції. Шляхи та способи інтенсифікації гомогенних процесів. Поняття оптимальної температури.

Фазова класифікація гетерогенних хімічних процесів. Стадії гетерогенного процесу. Взаємний вплив хімічної реакції та процесів переносу маси. Ефективна швидкість хімічного процесу. Поняття лімітуючої стадії. Вплив зовнішніх умов на швидкість процесу в кінетичній та дифузійній області. Шляхи і методи інтенсифікації гетерогенних ХП, Адсорбційні та десорбційні процеси та їх роль у гетерогенних процесах. Загальні кінетичні рівняння. Опис кінетики процесів у системах Г-Т, Р-Т.

Модуль 2. «Процеси та апарати хімічної технології»

Тема 7. Промисловий каталіз.

Каталіз як метод управління (зміна швидкості та вибіркової) хімічної реакції за допомогою каталізаторів. Галузі застосування та властивості каталізаторів (механічна та термічна стабільність, актив - ність» стійкість щодо отруєння, вартість).

Гомогенний каталіз. Швидкість перетворення при гомогенному каталізі. Вплив умов на швидкість гомогенно-каталітичного процесу, Ферментативний каталіз. Гомогенний каталіз на твердому каталізаторі. Стадії гетерогенного каталітичного процесу. Вплив умов на швидкість та механізм каталізу. Ступінь використання внутрішньої поверхні каталізатора. Каталітичні отрути та дезактивація каталізатору. Контактні апарати, основні типи, будова. Контактні апарати з киплячим шаром.

Тема 8. Гідродинамічні процеси.

Основи гідравліки. Диференціальне рівняння Ейлера. Основне рівняння гідростатики, його практичне застосування. Рух рідин. Рівняння Стокса та Пуазейля. Рівняння Бернуллі. Рух реальних рідин. В'язкість. Втрати опору. Диференціальні рівняння Нав'є-Стокса. Гідродинамічна характеристика руху рідин. Турбулентний та ламінарний потоки Критерії гідродинамічної подібності руху рідин.

Переміщення рідин та газів. Місцеві опори та втрати напору при переміщенні рідин та газів по трубопроводах. Рівняння Дарсі-Вейсбаха. Компресори та насоси, класифікація, будова, основні характеристики,

Рух тіл у в'язкому середовищі. Осадження частинок в рідині під дією сили земного тяжіння. Швидкість осідання. Седиментація та розділення частинок в гравітаційному та центробіжному полях.

Рух рідин через зернисті та пористі матеріали. Гідродинаміка киплячого шару.

Тема 9. Теплові процеси.

Основні види та закономірності передачі тепла, Теплопровідність Рівняння теплопередачі. Теплопровідність плоскої та циліндричної стінки. Конвективний теплообмін. Теплова подібність, критерії теплової подібності. Критеріальне рівняння конвективного теплообміну. Теплопередача. Основне рівняння теплопередачі. Температурний напір.

Теплове випромінювання. Закони Стефана-Больцмана, Кірхгофа. Способи нагрівання в хімічній промисловості. Основні види теплоносіїв. Печі для нагрівання в хімічній промисловості, типи печей, будова. Тепло обмінні апарати та випарники. Принцип дії та будова (теплообмінники зрошування та поверхні, пластичні та трубчасті).

Тема 10. Масообмінні процеси.

Характеристика процесів масопередачі. Фазові рівноваги в системах рідина-пара, рідина-газ. Матеріальний баланс процесів масопередачі. Рівняння робочої лінії. Молекулярна дифузія та конвективний обмін, механізм процесів масопередачі. Рівняння масопередачі. Подібність процесів масопередачі, критерії подібності, Критеріальне рівняння. Рушійна сила процесів масопередачі.

Адсорбція. Фізичні основи адсорбції. Адсорбери, класифікація, основні типи, будова, застосування.

Розділення рідких сумішей. Перегонка, ректифікація. Матеріальний баланс та розрахунок процесу ректифікації. Поняття теоретичної тарілки. Розрахунок числа теоретичних тарілок та оцінка розділюючої здатності ректифікаційної колони. Будова ректифікаційної колони.

Тема 11. Моделювання як метод дослідження хіміко-технологічних процесів.

Моделювання як метод дослідження та оптимізації хіміко-технологічних процесів. Види моделювання, Фізичне моделювання та фізичні моделі. Теорія подібності як теоретична основа фізичного моделювання Умови однозначності та критерії подібності. Визначаючі та невизначаючі критерії. Критеріальні рівняння. Теореми подібності.

Тема 12. Хімічні реактори.

Основні структурні елементи хімічних реакторів. Вимоги до хімічних реакторів. Класифікація хімічних реакторів – за схемою руху потоків, за тепловим режимом, за усталеністю параметрів у часі. Реактори ідеального змішування (РІЗ). Реактори ідеального витіснення (РІВ). Матеріали, які використовуються для виготовлення хімічних реакторів.

Зміст навчальної дисципліни (IV курс, 7-й семестр)

Модуль 1. Технологія неорганічних виробництв.

Тема 1. Виробництво H_2SO_4

Сировина. Техпроцеси та апаратне оформлення одержання SO_2 . Печі для випалювання сировини. Використання відходів кольорової металургії, нафтопереробки, коксохімічних виробництв, відходів чорної металургії та інших видів сульфур вміщуючої сировини для виробництва SO_2 і SO_3 . Фізико-хімічні основи та технологічні схеми контактного способу виробництва SO_3 та H_2SO_4 . Обладнання контактного вузла та абсорбційної апаратури. Нітрозний спосіб одержання сульфатної кислоти. Сучасні способи одержання сульфатної кислоти.

Тема 2. Технологія зв'язаного азоту. Перегонка повітря. Одержання азоту і кисню.

Проблема зв'язування атмосферного азоту. Ціанідний, ціанамідний та дуговий способи зв'язування азоту. Фізико-хімічні основи одержання N_2 та O_2 розділенням скрапленого повітря. Діаграма кипіння системи азот-кисень. Попередня підготовка повітря, очищення від пилу і ацетилену. Одноколонна перегонка повітря. Двохколонна перегонка повітря. Теплообмінні процеси в установках для перегонки повітря. Сучасні методи розділення повітря на азот і кисень. Використання чистих азоту і кисню.

Тема 3. Одержання водню методом парової конверсії метану.

Одержання водню в промисловості – енергетичні та екологічні аспекти. Воднева енергетика. Сировина для одержання водню. Різновиди конверсії природного газу: парова, парокиснева, високотемпературна некаталітична. Фізико-хімічні основи парової конверсії метану. Очищення природного газу від сульфур-вмісних сполук. Каталізатори конверсії. Первинний та вторинний риформінги. Одержання азото-водневої суміші. Методи очищення азото-водневої суміші від оксидів Карбону. Технологічна схема парової конверсії метану.

Тема 4. Виробництво амоніаку в промисловості

Фізико-хімічні основи процесу. Каталізатори виробництва. Залежність температури кипіння амоніаку від тиску. Виробництво амоніаку методом середнього тиску. Технологічна схема процесу. Схема колони синтезу амоніаку. Воднева корозія колони синтезу. Екологічні аспекти та техніка безпеки виробництва амоніаку в промисловості. Використання амоніаку.

Тема 5. Виробництво розбавленої та концентрованої нітратної кислоти

Фізико-хімічні основи виробництва нітратної кислоти. Вибір каталізатора. Діаграма кипіння нітратна кислота – вода. Стадії та технологічна схема одержання розбавленої нітратної кислоти двохстадійним методом. Стадії та технологічні схеми одержання концентрованої нітратної кислоти прямим методом та у присутності концентрованої сульфатної кислоти. Потрійні діаграми кипіння у системі $\text{HNO}_3\text{-H}_2\text{O-H}_2\text{SO}_4$. Використання нітратної кислоти.

Модуль 2. Екологічні аспекти виробництва неорганічних та органічних речовин. Переробка нафти.

Тема 6. Виробництво ортофосфатної кислоти

Сировинна база – апатити і фосфорити. Виробництво ортофосфорної кислоти екстракційним та термічним способами. Фізико-хімічні основи технологічних процесів, технологічні схеми та апарати. Виробництво ортофосфатної кислоти методом ОЕФК – очищена екстракційна фосфорна кислота. Методи очистки фосфорної кислоти. Використання відходів виробництва.

Тема 7. Виробництво кальцинованої соди методом Сольве

Содова промисловість та содові продукти. Стадії та фізико-хімічні основи процесу. Технологічна схема. Екологічні проблеми виробництва соди та можливі шляхи їх вирішення. Використання соди.

Тема 8. Первинна переробка нафти. Перегонка нафти АВТ. Вторинна переробка нафти. Крекінг та риформінг.

Сучасні погляди на генезис нафти і природного газу, їх запаси. Роль нафти і газу в енергетичному та технологічному балансі України та зарубіжних країн. Сучасні погляди на генезис нафти і природного газу та формування їх запасів. Підготовка нафти і природного газу до переробки. Склад та властивості нафти та природного газу, видобутих із різних родовищ. Підготовка нафти і газу до переробки. Знесолення нафти. Відокремлення води та супутніх газів від нафти. Фізичні методи переробки нафти. Дистиляція та ректифікація нафти. Атмосферно-вакуумна ректифікація нафти.

Моторні палива та мастильні матеріали. Хімічні методи переробки нафти, газу та нафтопродуктів. Термічний, каталітичний крекінг нафти та нафтопродуктів. Гідроочищення нафти від сірко- та азотвміщуючих сполук. Риформінг-, платформінг-, та цеоформінг-процеси. Одержання високооктанових добавок до бензинів шляхом алкілування алканів олефінами. Одержання високооктанових бензинів шляхом каталітичної олігомеризації нижчих олефінів. Альтернативні способи отримання високооктанових бензинів із вторинної сировини.

Тема 9. Оксосинтез. Піроліз етилену. Одержання ВМС.

Оксосинтез. Синтез Фішера-Тропша. Фізико-хімічні основи процесу, продукти та їх використання. Фізико-хімічні основи процесів. Вплив на якісний та кількісний склад кінцевих цільових продуктів, природи каталізатора, температури, тиску, співвідношення реагуючих речовин. Виробництво ненасичених вуглеводнів (алкенів). Виробництво етилену, пропілену, ізо-бутену. Виробництво дієнових вуглеводнів (бутадієну, ізопрену, хлоропрену) та продуктів їх полімеризації і співполімеризації. Виробництво бутадієну-1,3, ізопрену, хлоропрену та продуктів їх полімеризації і співполімеризації. Каучуки. Вплив будови каучуків на фізико-хімічні та механічні властивості. Виробництво ацетилену та промислові синтези на його основі. Виробництво ацетилену

електрокрекінгом метану та синтези на його основі. Технологія виробництва термо- та реакто-пластиків, та області їх застосування. Виробництво штучних та синтетичних хімічних волокон, їх застосування. Виробництво штучних волокон. Виробництво синтетичних волокон (полієфіри, поліаміди, ПАН).

Тема 10. Екологічні проблеми хімічної технології та шляхи їх можливого вирішення.

Екологічні проблеми виробництва неорганічних продуктів та шляхи їх подолання. Екологічні проблеми переробки нафти, нафтопродуктів та продуктів промислового органічного синтезу та шляхи їх вирішення. Екологічні проблеми виробництва полімерних матеріалів та забруднення довкілля полімерами після завершення строків їх експлуатації. Шляхи екологізації виробництва.

Структура навчальної дисципліни (Шкурс, 6-й семестр)

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання: денна					
	у тому числі					
	Усього	лекції	практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота
6-й семестр						
Модуль 1. «Загальні питання хімічної технології»						
Тема 1. Зміст та завдання хімічної технології як науки	8	2	-	1	-	5
Тема 2. Основні поняття та визначення хімічної технології	11	4	-	2	-	5
Тема 3. Хіміко-технологічні системи (ХТС)	11	4	-	2	-	5
Тема 4. Сировинна база хімічної промисловості. Первинна переробка сировини	10	4	-	1	-	5
Тема 5. Хімічні процеси. Загальні закономірності	10	4	-	1	-	5
Тема 6. Гомогенні та гетерогенні хімічні процеси	10	4	-	1	-	5
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль	60	22	-	8	-	30
Модуль 2. «Процеси та апарати хімічної технології»						
Тема 9. Промисловий каталіз	11	4	-	2	-	5
Тема 10. Гідродинамічні процеси	10	3	-	2	-	5
Тема 11. Теплові процеси	10	3	-	2	-	5
Тема 12. Масообмінні процеси	10	3	-	2	-	5
Тема 13. Моделювання як метод дослідження хіміко-технологічних процесів	9	3	-	1		5
Тема 14. Хімічні реактори	10	4	-	1	-	5
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль	60	20	-	10		30
Разом за семестр	120	42	-	18	-	60

Теми практичних занять (ІІІкурс, 6-й семестр)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Поняття про хіміко-технологічну систему (ХТС). Моделі ХТС, принципи побудови ХТС	2	-
2	Критерії ефективності хімічного виробництва	2	-
3	Сировинна база хімічного виробництва. Методи збагачення сировини	2	-
4	Фізико-хімічні основи хімічного виробництва. Поняття про швидкість хімічних процесів	2	-
5.	Матеріальний та енергетичний баланси	2	-
6	Гетерогенні некаталітичні хіміко-технологічні процеси	2	-
7	Каталітичні хіміко-технологічні процеси	2	-
8	Гідромеханічні процеси в хімічній промисловості. Розрахунок відстійника	2	-
9	Теплові та масообмінні процеси в хімічній промисловості. Способи передачі тепла	1	-
10	Хімічні реактори	1	-
Всього		18	-

Самостійна робота (ІІІкурс, 6-й семестр)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Розвиток хімічної технології у Стародавньому Єгипті та Греції.	4	-
2	Становлення та розвиток хімічної промисловості в Україні.	8	-
3	Динаміка масштабів основних хімічних виробництв у світі за останні 100 років.	6	-
4	Основні тенденції вдосконалення апаратів та установок хімічних виробництв.	10	-
5	Екологізація виробництва як інструмент мінімізації шкідливого впливу промисловості на довкілля.	10	-
6	Механізми дії каталізаторів. Класифікація каталізаторів.	8	-
7	Основні способи очищення води.	8	-
8	Залежність енергетичних затрат виробництва від термодинамічних та кінетичних факторів.	6	-
	Разом	60	-

Структура навчальної дисципліни (IVкурс, 7-й семестр)

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання: денна					
	Усього	у тому числі				
лекції		практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота	
7-й семестр						
Модуль 1. «Технологія неорганічних речовин»						
Тема 1. Виробництво H ₂ SO ₄	13	2	-	4	-	7
Тема 2. Технологія зв'язаного азоту. Перегонка повітря	13	2	-	5	-	6
Тема 3. Одержання водню методом парової конверсії метану	13	2	-	5	-	6
Тема 4. Виробництво амоніаку в промисловості	14	2	-	5	-	7
Тема 5. Виробництво розбавленої та концентрованої нітратної кислоти.	14	2	-	5	-	7
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль	67	10	-	24	-	33
Модуль 2. «Технологія органічних речовин. Переробка нафти»						
Тема 6. Виробництво ортофосфатної кислоти	14	2	-	5	-	7
Тема 7. Виробництво кальцинованої соди методом Сольве	14	2	-	5	-	7
Тема 8. Первинна переробка нафти. Перегонка нафти АВТ. Вторинна переробка нафти. Крекінг та риформінг	14	2	-	4	-	8
Тема 9. Оксосинтез. Піроліз етилену. Технологія високомолекулярних сполук;	13	2	-	4	-	7
Тема 10. Екологічні проблеми хімічної технології та шляхи їх можливого вирішення;	13	2	-	4		7
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль	68	10	-	22		36
Разом за семестр	135	20	-	46	-	69

Теми лабораторних занять (IVкурс, 7-й семестр)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Збагачення твердофазної сировини методом гравітаційної сепарації	8	-
2	Вивчення процесу вилучення міді із відпрацьованих технологічних розчинів	8	-
3	Сульфатнокисле травлення сталі	8	-
4	Дослідження процесу одержання кальцинованої соди	8	-
5.	Дослідження процесу одержання негашеного вапна із	8	-

	вапняку		
6	Одержання хромо-калієвих квасців із хром(VI)-вміщуючих технологічних розчинів	6	-
Всього		46	-

Самостійна робота (IVкурс, 7-й семестр)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Сировина для одержання сульфатної кислоти.	6	-
2	Агрохімічне та військове значення та застосування нітратів амонію, калію, натрію та перхлорату амонію та їх виробництво.	6	-
3	Альтернативні способи отримання високооктанових бензинів із вторинної сировини.	7	-
4	Роль і функції каталізаторів та інгібіторів, каталітичних отрут в хімічній технології.	7	-
5	Роль і функції ферментів та іммобілізованих ферментів в хімічній технології.	7	-
6	Значення води для хімічної технології.	6	-
7	Основні способи очищення води.	6	-
8	Підготовка води до промислового користування.	6	-
9	Суть та значення оптимізації хіміко-технологічних процесів	6	-
10	Перспективи використання фізичних засобів впливу на протікання хіміко-технологічних процесів.	6	-
11	Вторинна сировина, екологічний аспект.	6	-
	Разом	69	-

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

Технічні засоби: лабораторні прилади та апарати, які відтворюють або моделюють промислові хіміко-технологічні процеси та основні закономірності їх роботи. Стандартне лабораторне обладнання (електричні плитки, водяна та пісочна баня, колби, бюретки, піпетки, дозатори, ділильні лійки, , фільтрувальний папір, тощо), хімічні реагенти та їх розчини, ваги «Radwar AS 220.R2» та «Jadever Snug II», фотоелектроколориметри КФК-3 та КФК-2, аналізатор води «IP67» модель 8603 із зондом (визначення розчиненого кисню) та електродом для вимірювання електропровідності.

Система електронного навчання Moodle:

<https://e-learn.uzhnu.edu.ua/course/view.php?id=682>

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія. -Львів: Львівська політехніка, 2009 – 255 с.

2. Солтис М., Закордонський В. Теоретичні основи процесів хімічної технології. Навч. посібник. Львів: Вид. ЛНУ. 2002. 400 с.
3. Гончаров А.І., Серeda. І. П, Хімічна, технологія. Підр. Київ: Вища школа, 1979. частина. І. 288с. частина. ІІ. 1980. 280с.
4. Іванов С.В. Загальна хімічна технологія: навчально-методичний ком-плекс/ С.В.Іванов, П.С.Борсук, Н.М. Манчук. – К.: НАУ, 2008. –288 с.
5. Ресурсоефективне та чисте виробництво: навчальний посібник. Проект в рамках програми «Екологізація економіки в країнах Східного партнерства Європейського Союзу» за підтримки ООН з промислового розвитку ЮНІДО та Центру ресурсоефективного та чистого виробництва в Україні, 2017. 84 с. URL: <https://cutt.ly/HRdtW3I>

Допоміжна література

1. Промислова екологія: навчальний посібник / С.О. Апостолук, В.С. Джигирей, І.А. Соколовський та ін. — 2-ге вид., виправл. і доповн. — К. : Знання, 2012. — 430 с. — (Вища освіта ХХІ століття).
2. Гончаров А.І. Практикум з загальної хімічної технології. – К.: ВШ, 1973. - 207с
3. Загальна хімічна технологія: методичні рекомендації для виконання домашніх і курсових робіт/С.В. Іванов, Н.М. Манчук, П.С. Борсук.– К.: НАУ, – 2005.–60 с.
4. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Нові хімічні технології” для студентів спеціальності 161 - Хімічні технології та інженерія/Укл.: Ларичева Л.П., Черненко Я.М. ,Кам’янське: ДДТУ, 2016. – 29 с.
5. Лабораторний практикум з основ хімічної технології: навч.-метод. посібник С. Ютілова, О. М. Швед, Л. С. Лісова, Н. С. Марценюк. / уклад. К. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2023. 84 с.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

Журнал «Хімія та хімічні технології»

<https://science.lpnu.ua/uk/jcct>

Інститут промислової екології

<http://engecology.com>

Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України

<https://menr.gov.ua>

Науково-технічний журнал “Chemistry & Chemical Technology” (Scopus, WoS)

<http://science2016.lp.edu.ua/chcht>

Науково-технічний журнал “Chemistry, Technology and Application of Substances” (Index Copernicus)

<http://science.lpnu.ua/ctas>

Вісник Національного університету “Львівська політехніка”: Хімія, технологія речовин та їх застосування

<http://science.lpnu.ua/schmt>

**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)