

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет
 Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій
 Кафедра хімії і хімічної технології

УЗГОДЖЕНО

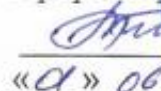
Дека́н



 Ірина МАТВЄЄВА
 «28» 05 2023 р.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор навчальної роботи



 Анатолій ПОЛУХІН
 2023 р.


Система менеджменту якості

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

«Моделювання технологічних процесів у нафтогазовій галузі»

Освітньо-професійні програма:

«Хімічні технології палива та вуглецевих матеріалів»


Галузь знань: 16 «Хімічна та біоінженерія»

Спеціальність: 161 «Хімічні технології та інженерія»

Форма навчання	Сем.	Усього (год. / кредитів ECTS)	ЛКЦ	ПР.З	Л.З	СРС	ДЗ / РГР / К.р	КР / КП	Форма сем. контролю
Денна	2	210 /7	36	36	-	138	-	КП 2с	екзамен -2с
Заочна	1,2	210 /7	12	12	-	186	Кр(1)-2с	КП – 2с	екзамен -2с

Індекс: PM-3-161-1/22-2.1.6Індекс: PM-3-161-13/21-2.1.6

СМЯ НАУ РП 10.02.02-02–2023

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання технологічних процесів у нафтогазовій галузі»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02-01-2023
		Стор. 2 із 21	

Робочу програму навчальної дисципліни «Моделювання технологічних процесів у нафтогазовій галузі» розроблено на основі освітньо-професійної програми «Хімічні технології палива та вуглецевих матеріалів» навчального та робочих навчальних планів №НМ-3-161-1/21, №РМ-3-161-1/22, №РМ-3-161-1з/21 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробили:

доцент

кафедри хімії і хімічної технології МРМaks – Марія МАКСИМЮК

старший викладач

кафедри хімії і хімічної технології Тн.Кравчук – Тетяна КРАВЧУК

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри освітньо-професійної програми «Хімічні технології палива та вуглецевих матеріалів» спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» – кафедри хімії і хімічної технології, протокол № 3 від «26» 04 2023 р.

Гарант освітньо-професійної програми МРМaks – Марія МАКСИМЮК

Завідувач кафедри Антоніна – Антоніна КУСТОВСЬКА

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради факультету екологічної безпеки, інженерії та технологій, протокол № 9 від «26» 05 2023 р.

Голова НМРР


Гроза

Валентина ГРОЗА

Рівень документа – 3б


Плановий термін між ревізіями – 1 рік

Контрольний примірник

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання технологічних процесів у нафтогазовій галузі»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02-01-2023
		Стор. 3 із 21	

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Пояснювальна записка	4
1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни.....	4
1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна	4
1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна	5
1.4. Міждисциплінарні зв'язки	5
2. Програма навчальної дисципліни	6
2.1. Зміст навчальної дисципліни.....	6
2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля.....	6
2.3. Тематичний план.....	13
2.4. Завдання на контрольну (домашню) роботу (ЗФН).....	14
2.5. Перелік питань для підготовки до екзамену	14
3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни	14
3.1. Методи навчання	14
3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна)	15
3.3. Інформаційні ресурси в Інтернеті	16
4. Рейтингова система оцінювання набутих студентом знань та вмінь.....	16

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання технологічних процесів у нафтогазовій галузі»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02-01-2023
		Стор. 4 із 21	

ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Моделювання технологічних процесів у нафтогазовій галузі» розроблена на основі «Методичних рекомендацій до розроблення та оформлення робочої програми навчальної дисципліни денної та заочної форм навчання», затверджених наказом ректора від 29.04.2021 №249/од, та відповідних нормативних документів.

1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни.

Дана дисципліна є теоретичною та практичною основою сукупності знань та вмінь, що формують профіль фахівця в галузі хімічної технології палива та вуглецевих матеріалів.

Метою викладання дисципліни є оволодіння студентами теоретичними знаннями і практичними навичками для здійснення теоретичного аналізу існуючих процесів в хімічній технології палива та вуглецевих матеріалів і застосуванні отриманих результатів при безпосередньому моделюванні основних етапів виробництва того чи іншого продукту і хіміко-технологічного процесу в цілому.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- оволодіти загальними підходами щодо математичного моделювання технологічних процесів у нафтогазовій галузі;
- набути знання про сучасний стан наукового розвитку даного напрямку, а також навички у майбутній професійній виробничо-технологічній, проектно-конструкторській, науково-дослідній діяльності.


1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна.

ПРН2. Здійснювати пошук необхідної інформації з хімічної технології, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі, систематизувати, аналізувати та оцінювати відповідну інформацію.

ПРН4. Оцінювати технічні і економічні характеристики результатів наукових досліджень, дослідно-конструкторських розробок, технологій та обладнання хімічних виробництв.

ПРН5. Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення і презентації результатів професійної діяльності, досліджень та проектів.

ПРН7. Здійснювати у науково-технічній літературі, патентах, базах даних, інших джерелах пошук необхідної інформації з хімічної технології, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання технологічних процесів у нафтогазовій галузі»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02-01-2023
		Стор. 5 із 21	

основі, систематизувати, й аналізувати та оцінювати відповідну інформацію для створення паливно-мастильних матеріалів спеціального призначення в авіаційній техніці.

ПРН9. Пояснювати причини виникнення ризиків, пов'язаних з використанням хімічних речовин і лабораторних процедур.

ПРН10. Розробляти заходи безпеки на виробництві з їх подальшою реалізацією.

1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна.

ІК1. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми хімічних технологій та інженерії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій і характеризується невизначеністю умов і вимог.

ЗК1. Здатність генерувати нові ідеї (креативність);

ЗК3. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК4. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК6. Професійні етичні зобов'язання.

ЗК9. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

ФК2. Здатність організовувати і управляти хіміко-технологічними процесами в умовах промислового виробництва та в науково-дослідних лабораторіях з урахуванням соціальних, економічних та екологічних аспектів;


ФК3. Здатність використовувати результати наукових досліджень і дослідно-конструкторських розробок для вдосконалення існуючих та/або розробки нових технологій і обладнання хімічних виробництв;

ФК7. Здатність вдосконалювати існуючі апаратурно-технологічні схеми хімічних виробництв паливно-мастильних матеріалів із застосуванням критеріїв оптимальності та методів і напрямків їх модернізації з урахуванням сучасних світових тенденцій розвитку хімічних виробництв нафтохімічної, нафтопереробної та авіакосмічної галузей.

ФК9. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні, здатність доводити власні висновки до фахівців та нефажівців.

1.4. Міждисциплінарні зв'язки.

Дана дисципліна базується на знаннях таких дисциплін як «Ділова іноземна мова», «Синтез моторних палив», «Хімічна технологія твердих природних енергоносіїв» і є базою для курсового проєкту «Моделювання технологічних процесів у нафтогазовій галузі» та науково-дослідної

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання технологічних процесів у нафтогазовій галузі»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02-01-2023
		Стор. 6 із 21	

практики у сфері хімічних технологій палива та вуглецевих матеріалів, а також опосередковано для переддипломної практики, кваліфікаційного екзамену та кваліфікаційної магістерської роботи.

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Зміст навчальної дисципліни

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з двох навчальних модулів, а саме:

– навчального модуля №1 «Математичні моделі та моделювання ХТП нафтогазової галузі. Моделювання гідродинамічної структури потоків у технологічних процесах нафтогазової галузі»;

- навчального модуля №2 «Математичне моделювання та оптимізація основних тепло- та масообмінних процесів нафтогазової галузі», кожен з яких є логічною завершеною, відносно самостійною, цілісною частиною навчальної дисципліни, засвоєння якої передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів її виконання.

Окремим (третім) модулем (освітнім компонентом) є курсовий проект, який виконується в другому семестрі. Курсовий проект є важливою складовою закріплення та поглиблення теоретичних та практичних знань та вмінь, набутих студентом у процесі засвоєння навчального матеріалу дисципліни.


2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля.

Модуль №1 «Математичні моделі та моделювання ХТП нафтогазової галузі. Моделювання гідродинамічної структури потоків у технологічних процесах нафтогазової галузі»

Інтегровані вимоги модуля №1:

Знати: основні поняття математичного моделювання, технологічні параметри хіміко-технологічних процесів нафтогазової галузі, підходи та алгоритм моделювання технологічних процесів, основні моделі гідродинамічної структури технологічних потоків.

Вміти: визначати технологічні параметри ХТП, які будуть використані при моделюванні, проводити математичне моделювання ХТП із застосуванням алгоритму моделювання, застосовувати загальні види моделей технологічних потоків ХТП для конкретних апаратів та процесів у нафтогазовій галузі, проводити моделювання гідродинамічних режимів і

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання технологічних процесів у нафтогазовій галузі»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02-01-2023
		Стор. 7 із 21	

теплообмінних процесів засобами програми Microsoft Office Excel і проводити оцінку адекватності проведеного моделювання.

Тема 1. Математичні моделі та математичне моделювання в нафтогазовій галузі

Економічність і традуктивність процедури моделювання. Модель. Класифікація моделей. Матеріальні моделі. Математичні моделі. Комп'ютерні розрахунки. Цілі математичного моделювання. Теоретичні (детерміновані) моделі. Емпіричні (ймовірнісні) моделі. Інтерполяція. Екстраполяція. Поведінка системи в просторі і часі. Зосереджені параметри. Розподілені параметри. Повна модель ХТС. Види математичних рівнянь, що використовуються під час моделювання технологічних процесів нафтогазової галузі.

Тема 2. Хіміко-технологічний процес нафтогазової галузі як об'єкт моделювання

Об'єкти і процеси нафтогазової галузі. Критерії для виділення типових процесів. Класифікація об'єктів моделювання за єдністю математичного опису. Класифікація об'єктів і моделей за єдністю природи процесів. Моделі статистики й динаміки. Перехідна характеристика. Початкові умови.

Лінійні й нелінійні об'єкти й моделі, лінеаризація. Стаціонарні й не стаціонарні моделі та об'єкти. Безперервні й дискретні об'єкти та моделі. Об'єкти й моделі із зосередженими та розподіленими параметрами. Класифікація об'єктів і моделей за єдністю апаратурно-технологічного оформлення процесів. Системний аналіз хіміко-технологічних процесів нафтогазової галузі. Декомпозиція складної системи. Ступені ієрархії системи.


Тема 3. Алгоритм моделювання ХТП в нафтогазовій галузі.

Змістовна постановка задачі. Концептуальна (формалізована) постановка задачі моделювання. Математична постановка задачі. Аналітичний метод. Статистичний метод. Контроль правильності отриманої системи математичних співвідношень. Вибір методу розв'язання задачі і його обґрунтування. Аналітичні й алгоритмічні методи. Числові й імітаційні алгоритмічні підходи. Похибки результатів розв'язання.

Реалізація математичної моделі у вигляді комп'ютерної програми. Перевірка адекватності моделі. Джерела неточностей під час розробки моделей. Якісний і кількісний збіг результатів. Практичне використання побудованої моделі й аналіз результатів.

Тема 4. Застосування аналітичного методу для побудови математичних моделей ХТП нафтогазової галузі

Аналітичний метод складання математичного опису. Елементарні процеси. Переваги аналітичного методу. Методологія побудови математичного опису аналітичним методом. Вибір області процесу для

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання технологічних процесів у нафтогазовій галузі»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02-01-2023
		Стор. 8 із 21	

побудови моделі. Транспортні потоки. Форми запису матеріального і теплового балансів. Зображення матеріального балансу у вигляді математичних виразів. Кількість енергії у вхідних і вихідних потоках. Доповнення балансових рівнянь математичного опису. Визначення обмежень на змінні й параметри процесу.

Структура технологічного середовища, що перебуває в русі. Моделі структури потоку. Вимоги до математичної моделі структури потоку.

Тема 5. Гідродинамічна структура потоків. Ідеальні моделі гідродинамічної структури технологічних потоків підприємств нафтогазової галузі.

Рух частинок у апаратах нафтогазової галузі. Середній час перебування частинок потоку в апараті. Поле швидкостей. Установка для отримання кривих відгуку. Диференціальна та інтегральна функції розподілу. Дисперсія часу перебування.

Фактори, що впливають на перерозподіл часток потоків в просторі і в часі. Нерівномірність розподілу часток потоку в часі і в просторі.

Модель ідеального змішування. Рівняння матеріального балансу. Початкові умови. Умови застосування МІЗ. Розв'язання диференціального рівняння моделі. Ступінчастий стандартний сигнал. Імпульсний стандартний сигнал. Умови фізичної реалізованості моделі ідеального перемішування.

Тема 6. Модель ідеального витіснення та дифузійна гідродинамічна модель структури гідродинамічних потоків у складі технологічних процесів.


Модель ідеального витіснення. Елементарна комірка потоку. Рівняння гідродинамічної моделі ідеального витіснення. Початкові та граничні умови. Розв'язання диференціального рівняння моделі. F-крива, S-крива. Умови фізичної реалізованості моделі ідеального витіснення.

Молекулярна дифузія. Конвекційна дифузія. Однопараметрична дифузійна гідродинамічна модель. Припущення при складанні математичної моделі. Зворотне перемішування в елементарній комірці. Модель з розподіленими параметрами. Дифузійний критерій Пекле. Розв'язання диференціального рівняння моделі. Застосування дифузійної моделі.

Тема 7. Коміркова та комбінована моделі гідродинамічної структури потоків у технологічних процесах нафтогазової галузі.

Коміркова модель. Фізична сутність. Рівняння коміркової моделі. Розрахунок числа комірок. Розв'язання системи рівнянь коміркової моделі. Визначення числа комірок. Застосування коміркової моделі.

Побудова комбінованих моделей гідродинамічної структури потоків. Принцип побудови комбінованих моделей. Застійні зони. Байпасний потік. Циркуляційний потік. Струменевий потік. Моделювання об'єкту, що поєднує

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання технологічних процесів у нафтогазовій галузі»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02-01-2023
		Стор. 9 із 21	

зони ідеального перемішування й байпасування. Моделювання об'єкту, що поєднує ділянки ідеального перемішування й застійної зони.

Тема 8. Характеристика теплових процесів нафтогазової галузі.

Основи теплопередачі в нафтогазовій галузі. Стаціонарні і нестаціонарні процеси. Температурне поле. Температурний градієнт. Теплопровідність. Природна конвекція. Примусова конвекція. Теплопередача. Променистий механізм теплообміну. Основне рівняння теплопередачі. Рівняння теплового балансу.

Підведення теплоти в нафтогазовій галузі. Нагрівання водяною парою й парами високотемпературних теплоносіїв. Нагрівання гарячими рідинами. Нагрівання топковими газами. Нагрівання електричним струмом.

Відведення теплоти в нафтогазовій галузі. Охолодження водою та низькотемпературними рідкими холодоагентами. Витрата охолоджувальної води. Водоборотні цикли нафтопереробних заводів.

Модуль №2 «Математичне моделювання та оптимізація основних тепло- та масообмінних процесів нафтогазової галузі»

Інтегровані вимоги модуля №2:

Знати: основні підходи до моделювання масообмінних процесів у нафтогазовій галузі, математичні моделі, які стосуються процесів, що перебігають під час сепарації, ректифікації, математичні моделі процесів адсорбції, абсорбції, принципи проведення оптимізації ХТП та можливі критерії оптимізації.

Вміти: застосовувати основні підходи до моделювання масообмінних процесів під час створення моделей фазової рівноваги рідина-пара в тарілковій колоні, багатокомпонентної масопередачі на тарілці ректифікаційної колоні, стаціонарного режиму процесу в ректифікаційній колоні, створювати математичні моделі масообмінних процесів, що характерні для нафтогазової галузі, застосовувати програми Microsoft Office Excel для реалізації створених моделей або використання вже побудованих.

Тема 1. Моделювання теплових процесів нафтогазової галузі

Теплові процеси в нафтогазовій галузі. Види теплообмінних апаратів у нафтогазовій галузі залежно від способу передавання тепла і призначення. Кожухотрубні теплообмінні апарати. Теплообмінні апарати з лінзовими компенсаторами. Теплообмінні апарати з плаваючою головкою. Теплообмінні апарати з U-подібними трубками. Теплообмінні апарати типу “труба в трубі”. Занурювальні теплообмінні апарати. Зрошувальні теплообмінні апарати. Випарники з паровим простором. Апарати повітряного охолодження.

Проектний розрахунок теплообмінника. Перевірочний розрахунок теплообмінника. Оптимальний розрахунок теплообмінного апарату.



Математичні моделі теплообмінників. Моделювання процесів теплообміну в теплообмінниках типу «змішування-змішування». Моделювання процесів теплообміну в теплообмінниках типу «змішування - витіснення». Моделювання процесів теплообміну в теплообмінниках типу «витіснення – витіснення». Використання методу Ейлера для визначення температурного профілю по довжині теплообмінного апарату.

Тема 2. Масообмінні процеси в нафтогазовій галузі. Основні моделі процесу масоперенесення

Абсорбція. Перегонка і ректифікація. Екстракція. Адсорбція. Іонний обмін. Сушіння. Розчинення та екстрагування. Кристалізація. Мембранні процеси.

Масопередача. Масовіддача. Фазова рівновага. Молекулярне та конвективне перенесення. Основне рівняння масопередачі. Види масообмінних процесів залежно від межі поділу фаз. Коефіцієнт масовіддачі.

Стохастичний характер явищ масоперенесення. Припущення, якими користуються під час розробки моделей масоперенесення. Плівкова (двоплівкова) модель Льюїса та Вітмена. Модель прикордонного дифузійного шару. Модель оновлення поверхні фазового контакту.

Тема 3. Застосування процесу сепарації в нафтогазовій галузі. Математична модель процесу сепарації (однократного випаровування).


Використання сепарації під час підготовки нафти до транспортування. Напірна герметизована система збору нафти і супутніх газів. Джерела газової сировини в нафтогазовій галузі. Супутні і штучні нафтові гази.

Використання сепараторів для очищення видобутого газу. Вертикальні, горизонтальні, сферичні сепаратори. Гравітаційні сепаратори. Інерційні сепаратори. Установа очищення газу від механічних домішок із застосуванням змочувальної рідини. Низькотемпературна сепарація. Ефект «Джоуля-Томсона». Схема установки низькотемпературної сепарації. УНТС Гнідинцівського ГПЗ.

Припущення під час моделювання процесу сепарації. Парова фаза. Рідка фаза. Рівняння матеріального балансу. Умови рівноваги.

Моделювання часткового однократного випаровування багатокомпонентної системи. Контроль правильності розв'язку рівняння. Модель Антуана і модель Ашворта для визначення тиску насиченої пари індивідуальних компонентів газової суміші.

Тема 4. Процес ректифікації для одержання авіаційних палив у якості об'єкту моделювання. Математична модель процесу ректифікації.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання технологічних процесів у нафтогазовій галузі»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02-01-2023
		Стор. 11 із 21	

Первинна перегонка нафти. Індксація нафти. Блоки АВТ установок. ЕЛЗУ-АТ, ЕЛЗУ-АВТ, ЕЛЗУ-АВТ-вторинна перегонка. Блок атмосферної перегонки нафти установки ЕЛЗУ-АВТ. Двоколонні установки атмосферної перегонки нафти. Принципова схема блоку атмосферної перегонки нафти установки ЕЛЗУ-АВТ. Блок стабілізації та вторинної перегонки бензину ЕЛЗУ-АВТ. Кінцеві продукти АВТ та їх використання.

Математична модель ректифікації. Допущення під час моделювання процесу ректифікації. Загальний матеріальний баланс на тарілках колони. Покомпонентний матеріальний баланс. Тепловий баланс. Фазові рівноваги. Стехіометричні співвідношення.

Зовнішні умови для вирішення задачі у перевірочній постановці. Зовнішні умови для вирішення проектної задачі.

Тема 5. Моделювання процесів абсорбції та адсорбції.

Абсорбція. Адсорбційно-десорбційної установки. Рушійна сила абсорбції. Фактор абсорбції. Кратність абсорбенту. Використання процесу абсорбції в нафтогазовій галузі.

Насадкова колона. Виключення рівнянь теплових балансів. Закон Генрі. Концентрації компонентів у рідкій та паровій фазах. Матеріальний баланс масообмінного процесу абсорбції. Рівняння матеріального балансу для режимів ідеального витіснення. Рівняння матеріальних балансів для коміркової моделі.


Адсорбція. Закони динаміки адсорбції. Ємність адсорбенту. Ступінь спрацювання адсорбційної ємності. Ізотерми адсорбції. Використання адсорбційного розділення в нафтопереробці. Класифікація адсорберів для нафтогазової галузі. Допущення при побудові моделі динаміки сорбції. Швидкість руху потоку при адсорбції. Дифузійна модель з урахуванням повздовжнього перемішування і масообміну.

Рівняння матеріального балансу для рухомої і нерухомої фаз. Рівняння теплового балансу процесу адсорбції. Рівняння кінетики та рівноваги сорбції. Рівняння передачі тепла. Початкові та граничні умови.

Тема 6. Основні поняття оптимізації хіміко-технологічних процесів нафтогазової галузі.

Оптимізація. Завдання оптимізації ХТП. Локальні та глобальні екстремуми функції. Постановка задачі оптимізації. Максимальна продуктивність. Впливи керування. Критерій оптимізації. Вимоги до критерію оптимізації. Прості та складні критерії оптимізації. Економічна оцінки критерію оптимізації. Показники ефективності функціонування для ступенів підприємства нафтогазової галузі.

Технологічні критерії ефективності. Ступінь перетворення. Селективність. Вихід. Питома продуктивність.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання технологічних процесів у нафтогазовій галузі»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02-01-2023
		Стор. 12 із 21	

Собівартість. Головні статті собівартості у нафтогазовій галузі. Прибуток як критерій амортизації. Мінімум приведених витрат. Приведений дохід.

Тема 7. Керування та оптимізація рівноважних процесів нафтогазової галузі.

Процеси нафтогазової галузі, які контролюються термодинамічними факторами. Ізомеризація. Гідрування. Алкілування. Крекінг.

Керування та оптимізація рівноважними процесами за допомогою технологічних прийомів та операцій. Рецикл вихідних реагентів. Рецикл побічних продуктів. Рецикл вихідних реагентів і побічних продуктів. Суміщення реакційних процесів із масообмінними.

Керування та оптимізація рівноважними процесами за допомогою параметрів керування. Вплив співвідношення вихідних реагентів. Оптимальне співвідношення вихідних реагентів за якого досягається максимальний рівноважний вихід цільового продукту. Метод Ньютона-Рафсона для розв'язання систем трьох нелінійних рівнянь.


Тема 8. Оптимізація технологічних процесів нафтогазової галузі за економічними критеріями.

Ефективність роботи підприємства нафтогазової галузі. Економічні показники. Сировина. Енергія. Оптимізація стадій хімічного перетворення. Використання математичної моделі процесу для підбору оптимальних параметрів. Методика оптимізації реакційного вузла з використанням математичної моделі процесу. Вплив одиничної потужності обладнання на величину собівартості.

Оптимізація концентрації гомогенного каталізатора за критерієм максимального доходу. Оптимізація ступеня перетворення речовини для знаходження мінімуму собівартості.

Модуль №3 (освітній компонент) «Курсовий проект»

Курсовий проект КП виконується у другому семестрі, відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій. Його мета та цілі полягають у застосуванні набутих теоретичних знань та вмінь для створення і реалізації математичних моделей основних процесів в нафтогазовій та авіаційній галузях із застосуванням алгоритму моделювання хіміко-технологічних процесів з використанням засобів програми Microsoft Office Excel.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання технологічних процесів у нафтогазовій галузі»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02-01-2023
		Стор. 13 із 21	

2.3. Тематичний план.

№ пор	Назва теми (тематичного розділу)	Обсяг навчальних занять (год.)							
		Денна форма навчання				Заочна форма навчання			
		Усього	Лекції	Практ. заняття	СРС	Усього	Лекції	Практ. заняття	СРС
Модуль №1 «Математичні моделі та моделювання ХТП нафтогазової галузі. Моделювання гідродинамічної структури потоків у технологічних процесах нафтогазової галузі»									
1.1	Математичні моделі та математичне моделювання в нафтогазовій галузі	2 семестр				1 семестр			
		9	2	2	5	3	-	-	3
1.2	Хіміко-технологічний процес нафтогазової галузі як об'єкт моделювання	9	2	2	5	4	2	-	2
1.3	Алгоритм моделювання ХТП в нафтогазовій галузі	9	2	2	5	4	2	-	2
1.4	Застосування аналітичного методу для побудови математичних моделей ХТП нафтогазової галузі	9	2	2	5	4	2	-	2
1.5	Гідродинамічна структура потоків. Ідеальні моделі гідродинамічної структури технологічних потоків підприємств нафтогазової галузі	9	2	2	5	4	-	-	4
1.6	Модель ідеального витіснення та дифузійна гідродинамічна модель структури гідродинамічних потоків у складі технологічних процесів	9	2	2	5	4	-	-	4
1.7.	Коміркова та комбінована моделі гідродинамічної структури потоків у технологічних процесах нафтогазової галузі	13	2	2 2	7	4	2	-	2
1.8.	Характеристика теплових процесів нафтогазової галузі	9	2	2	5	3	-	-	3
1.9	Модульна контрольна робота №1	6	2	-	4	-	-	-	-
Усього за модулем №1		82	18	18	46	-	-	-	-
Усього за 1 семестр		-	-	-	-	30	8	-	22
Модуль №2 «Математичне моделювання та оптимізація основних тепло- та масообмінних процесів нафтогазової галузі»									
2.1	Моделювання теплових процесів нафтогазової галузі	2 семестр				2 семестр			
		9	2	2	5	16	-	2	14
2.2	Масообмінні процеси в нафтогазовій галузі. Основні моделі процесу масоперенесення	9	2	2	5	16	2	-	14



2.3	Застосування процесу сепарації в нафтогазовій галузі. Математична модель процесу сепарації (однократного випаровування)	9	2	2	5	16	-	2	14
2.4	Процес ректифікації для одержання авіаційних палив у якості об'єкту моделювання. Математична модель процесу ректифікації	9	2	2	5	18	2	2	14
2.5	Моделювання процесів абсорбції та адсорбції	13	2	2	7	16	-	2	14
2.6	Основні поняття оптимізації хіміко-технологічних процесів нафтогазової галузі	9	2	2	5	14	-	-	14
2.7	Керування та оптимізація рівноважних процесів нафтогазової галузі	9	2	2	5	16	-	2	14
2.8	Оптимізація технологічних процесів нафтогазової галузі за економічними критеріями	9	2	2	5	15	-	2	13
2.9	Модульна контрольна робота №2	7	2	-	5	-	-	-	-
2.10	Контрольна робота (домашня) (ЗФН)	-	-	-	-	8	-	-	8
Усього за модулем №2		83	18	18	47	-	-	-	-

Модуль №3 «Курсовий проект»

3.1	Моделювання та оптимізація процесу атмосферної перегонки нафти.	45	-	-	45	45	-	-	45
Усього за 2 семестр		210	36	36	138	180	4	12	164
Усього за навчальною дисципліною		210	36	36	138	210	12	12	186

2.4. Завдання на контрольну (домашню) роботу (ЗФН).

Завдання для виконання розробляються автором робочої програми. Навчальні матеріали затверджуються протоколом засідання випускової кафедри, доводяться до відома студента індивідуально і виконуються відповідно до методичних рекомендацій.


2.5. Перелік питань для підготовки до екзамену.

Перелік питань та зміст завдань для підготовки до екзамену та підсумкової контрольної роботи розробляються провідним викладачем кафедри відповідно до робочої програми, затверджується на засіданні кафедри та доноситься до відома студентів.

3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Методи навчання

При вивченні навчальної дисципліни використовуються наступні методи навчання: пояснювально-ілюстративний, репродуктивний, частково-пошуковий, проблемного викладення, дослідницький. Зокрема, при

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання технологічних процесів у нафтогазовій галузі»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02-01-2023
		Стор. 15 із 21	

застосуванні дослідницького методу застосовуються такі навчальні технології, як «мозковий штурм», «навчання через задачі».

3.2. Рекомендована література

Базова література

3.2.1. Ancheyta J. Modeling of Processes and Reactors for Upgrading of Heavy Petroleum. CRC Press, Taylor & Francis Group, 2013. XXIII, 524 p. — ISBN13: 978-1-4398-8046-3.

3.2.2. Ancheyta J. Modeling and Simulation of Catalytic Reactors for Petroleum Refining. John Wiley & Sons, 2011. — 528 p. — ISBN:0470185309.

3.2.3. Bernard Liengme. Liengme's Guide to Excel 2016 for Scientists and Engineers / Bernard Liengme, Keith Hekman. – London: Elsevier Academic Press, 2020. – 401 p.

3.2.4. Штельма О. М. Математичне моделювання і оптимізація / О. М. Штельма ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 56 с.

3.2.5. Левкін Д.А. Прикладні моделі та методи оптимізації систем / Д.А. Левкін // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. – 2020. – Т.31(70). - №1. – С. 99-103.


3.2.6. A modelling study of acetylene oxidation and pyrolysis [Text] / N. Slavinskaya, A. Mirzayeva, R. Whitside, J. Starke, M. Abbasi, M. Auyelkhanzy, V. Chernov // Combustion and Flame. – 2019. – Vol. 210. – P. 25-42.

3.2.7. Study of the features of monitoring the rectification process during automatic control using mobile influences [Text] / A. R. Sheikus, V. L. Kovalenko, V. A. Kotok, O. V. Bilobrova, K. O. Fesenko, V. V. Verbitskiy // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2020. – 15 (1). – P. 122-128.

3.2.8. Моделювання та оптимізація систем : підручник / [Дубовой В. М. , Кветний Р. Н. , Михальов О. І. , Усов А. В.] – Вінниця : ПП «ТД«Едельвейс», 2017 – 804 с.

3.2.9. Обчислювальна математика в хімічній технології : лабораторний практикум. / уклад. : В. Л. Чумак, Т. В. Кравчук, М.Р. Максимюк. – К. : НАУ, 2021. – 56 с..

3.2.10. Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічних технологій: лабораторний практикум / уклад. : В. Л. Чумак, М. П. Кравчук, Т. В. Кравчук. – К. : НАУ, 2021. – 76 с.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання технологічних процесів у нафтогазовій галузі»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02-01-2023
		Стор. 16 із 21	

3.2.11. Моделювання фізико-хімічних властивостей вуглеводневих систем: лабораторний практикум / уклад. : В. Л. Чумак, М. П. Кравчук, Т. В. Кравчук. – К. : НАУ, 2022. – 56 с.

Допоміжна література

3.2.12. Чумак В.Л. Основи наукових досліджень : підруч. /Чумак В.Л., Іванов С.В., Максимюк М.Р. – Вид. 2-ге, виправлене. – К.: НАУ, 2012. – 360с.

3.2.13. Бугаєва Л.М. Системний аналіз хіміко-технологічних комплексів / Л.М. Бугаєва, Ю.О. Безносик, Г.О. Статюха. – К.: НТУУ «Київський політехнічний інститут», 2013. – 197 с.

3.2.14. Андруник В.А. Чисельні методи в комп'ютерних науках / А.В. Андруник, В.А. Висоцька, В.В. Пасічник, Л.Б. Чирун, Л.В. Чирун. – Львів: Новий світ – 2000, 2017. – 470 с.

3.2.15. Нелюбов В.О., Куруца О.С. Основи інформатики. Microsoft Excel 2016: навчальний посібник. Ужгород: ДВНЗ «УжНУ», 2018. – 58 с.

3.3. Інформаційні ресурси в інтернеті

3.3.1. https://nmetau.edu.ua/file/01_1.1_lbr_gr_rbr_.pdf.

3.3.2. <https://www.aspentech.com/en/apm-resources/refinery-modeling>.


3.3.3. <https://journal.eu-jr.eu/engineering/article/view/2523>.

4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи здійснюється в балах відповідно до табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Вид навчальної роботи	Мак кількість балів	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Модуль № 1 «Математичні моделі та моделювання ХТП нафтогазової галузі. Моделювання гідродинамічної структури потоків у технологічних процесах нафтогазової галузі»		
	2 семестр	1 семестр
Практичні роботи	28	-
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати не менше</i>	17	-
Виконання модульної контрольної роботи №1	12	-

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання технологічних процесів у нафтогазовій галузі»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02-01-2023
		Стор. 17 із 21	

Усього за модулем № 1	40	-
Модуль №2 «Математичне моделювання та оптимізація основних тепло- та масообмінних процесів нафтогазової галузі»		
	1 семестр	2 семестр
Практичні роботи	28	30
Виконання контрольної (домашньої) роботи	-	30
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №2 студент має набрати не менше</i>	<i>17</i>	<i>-</i>
Виконання модульної контрольної роботи №2	12	-
Усього за модулем № 2	40	-
Усього за модулями №1, №2	80	-
Семестровий екзамен	20	40
Усього за дисципліною	100	100
Модуль №3		
Виконання курсового проєкту	60	60
Захист курсового проєкту	40	40
Виконання та захист курсового проєкту	100	100

4.2. Виконані види навчальної роботи зараховуються студенту, якщо він отримав за них позитивну рейтингову оцінку (Додаток 1).

4.3. Сума рейтингових оцінок, отриманих студентом за окремі види виконаної навчальної роботи, становить поточну модульну рейтингову оцінку, яка заноситься до відомості модульного контролю.


4.4. Максимальна підсумкова кількість балів за виконання та захист курсової роботи, яку студент може отримати за семестр (максимальна підсумкова семестрова рейтингова оцінка), дорівнює 100 (табл. 4.1, 4.2).

Таблиця 4.2

Система оцінювання результатів виконання та захисту курсового проєкту

№ критерію	Критерій рейтингової оцінки	Мах кількість балів
1.	Відповідність змісту виконаної роботи поставленому завданню та повнота його розкриття	25
2.	Правильність та повнота обґрунтування прийнятих рішень	15
3.	Відповідність оформлення пояснювальної записки вимогам ДСТУ та інших нормативних документів	20
4.	Захист курсового проєкту: повнота та глибина доповіді, повнота та логічність відповідей на запитання під час захисту	40
Максимальна підсумкова оцінка		100

4.5. Підсумкова модульна рейтингова оцінка, отримана студентом за результатами виконання та захисту **курсвого проєкту** в балах, за


	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Модельовання технологічних процесів у нафтогазовій галузі»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02-01-2023
		Стор. 18 із 21	

національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до відомості модульного контролю, а також до навчальної картки, залікової книжки та Додатку до диплома, наприклад, так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./Е** тощо.

4.6. Сума підсумкової семестрової модульної та **екзаменаційної** рейтингових оцінок, у балах становить підсумкову семестрову рейтингову оцінку, яка перераховується в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS (Додаток 2).

4.7. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, навчальної картки та залікової книжки студента, наприклад, так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./Е** тощо.

4.8. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни дорівнює підсумковій семестровій рейтинговій оцінці. Зазначена підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до Додатку до диплома.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Модельовання технологічних процесів у нафтогазовій галузі»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02-01-2023
		Стор. 19 із 21	

(Ф 03.02 – 01)

АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки

(Ф 03.02 – 02)

АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Підпис ознайомленої особи	Дата ознайомлення	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

(Ф 03.02 – 03)

АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміну	Дата внесення зміни	Дата введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульованого			

(Ф 03.02 – 32)

УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				
Узгоджено				



**Відповідність оцінок у балах оцінкам за національною шкалою
(рекомендовані значення)**

Оцінка у балах													Оцінка за національною шкалою
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
3	4	5	6	7	8	9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	Відмінно
2,5	3	4	5	6	6-7	7-8	8	9	9-10	10-11	11-12	12-13	Добре
2	2,5	3	4	4-5	5	6	6-7	7-8	7-8	8-9	9-10	9-11	Задовільно

Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
15-16	16-17	17-18	17-19	18-20	19-21	20-22	21-23	22-24	23-25	24-26	25-27	Відмінно
12-14	13-15	14-16	15-16	15-17	16-18	17-19	18-20	18-21	19-22	20-23	20-24	Добре
10-11	10-12	11-13	12-14	12-14	13-15	13-16	14-17	15-17	15-18	16-19	16-19	Задовільно


Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	
26-28	26-29	27-30	28-31	29-32	30-33	31-34	32-35	33-36	34-37	34-38	35-39	Відмінно
21-25	22-25	23-26	23-27	24-28	25-29	26-30	27-31	27-32	28-33	29-33	29-34	Добре
17-20	18-21	18-22	19-22	19-23	20-24	20-25	21-26	22-26	22-27	23-28	24-28	Задовільно

Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	
36-40	37-41	38-42	39-43	40-44	41-45	42-46	43-47	43-48	44-49	45-50	46-51	Відмінно
30-35	31-36	32-37	32-38	33-39	34-40	35-41	35-42	36-42	37-43	38-44	38-45	Добре
24-29	25-30	25-31	26-31	27-32	27-33	28-34	28-34	29-35	30-36	30-37	31-37	Задовільно

Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	
47-52	48-53	49-54	50-55	51-56	51-57	52-58	53-59	54-60	55-61	56-62	57-63	Відмінно
39-46	40-47	41-48	41-49	42-50	43-50	44-51	44-52	45-53	46-54	47-55	47-56	Добре
31-38	32-39	32-40	33-40	34-41	34-42	35-43	36-43	36-44	37-45	37-46	38-46	Задовільно

Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	
58-64	59-65	60-66	60-67	61-68	62-69	63-70	64-71	65-72	66-73	67-74	68-75	Відмінно
48-57	49-58	50-59	50-59	51-60	52-61	53-62	53-63	54-64	55-65	56-66	56-67	Добре
38-47	39-48	40-49	40-49	41-50	41-51	42-52	43-52	43-53	44-54	44-55	45-55	Задовільно

Оцінка у балах												Оцінка за національною шкалою
76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	
68-76	69-77	70-78	71-79	72-80	73-81	74-82	75-83	76-84	77-85	77-86	78-87	Відмінно
57-67	58-68	59-69	59-70	60-71	61-72	62-73	62-74	63-75	64-76	65-76	65-77	Добре
46-56	46-57	47-58	47-58	48-59	49-60	49-61	50-61	50-62	51-63	52-64	52-64	Задовільно

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Модельовання технологічних процесів у нафтогазовій галузі»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 10.02.02-01-2023
		Стор. 21 із 21	

Додаток 2

Відповідність підсумкової семестрової рейтингової оцінки в балах оцінці за національною шкалою та шкалою ECTS

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Пояснення
90-100	Відмінно	A	Відмінно (відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок)
82-89	Добре	B	Дуже добре (вище середнього рівня з кількома помилками)
75-81		C	Добре (в загальному вірне виконання з певною кількістю суттєвих помилок)
67-74	Задовільно	D	Задовільно (непогано, але зі значною кількістю недоліків)
60-66		E	Достатньо (виконання задовольняє мінімальним критеріям)
35-59	Незадовільно	FX	Незадовільно (з можливістю повторного складання)
1-34		F	Незадовільно (з обов'язковим повторним курсом)