

І СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну	
Повна назва навчальної дисципліни	Тепломасообмін у багатокомпонентних системах
Повна офіційна назва закладу вищої освіти	Сумський державний університет
Повна назва структурного підрозділу	Факультет технічних систем та енергоефективних технологій. Кафедра процесів та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв
Розробник(и)	Михайловський Я.Е., кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри процесів та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв
Рівень вищої освіти	Перший рівень вищої освіти; НРК України – 7 рівень; QF-LLL– 6 рівень; FQ-EHEA – перший цикл
Семестр вивчення навчальної дисципліни	16 тижнів впродовж 7-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг навчальної дисципліни становить 5 кредитів ЄКТС, 150 годин, з яких 48 годин становить контактна робота з викладачем (32 години лекцій, 16 годин практичних занять), 102 години становить самостійна робота
Мова(и) викладання	Українською мовою
2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі	
Статус дисципліни	Вибіркова навчальна дисципліна циклу професійної та практичної підготовки для освітньої програми “Обладнання нафто- та газопереробних виробництв” спеціальності 133 “Галузеве машинобудування”
Передумови для вивчення дисципліни	Необхідні знання з: хімії, вищої математики, фізики, теоретичних основ теплотехніки, процесів та апаратів хімічних виробництв
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні
3. Мета навчальної дисципліни	
Метою навчальної дисципліни є досягнення студентами сучасного конструктивного, фундаментального мислення та системи спеціальних знань у галузі тепломасообміну в гетерофазних багатокомпонентних системах, прийняття рішень при розв’язуванні практичних завдань з визначення і розрахунку найважливіших характеристик складних фізико-хімічних систем.	
4. Зміст навчальної дисципліни	
<p>Тема 1. Вступ. Трубчасті печі.</p> <p>Призначення та основні характеристики вогневих підігрівачів. Особливості теплообміну в трубчастій печі. Основні показники роботи трубчастих печей. Розрахунок процесу горіння палива. Види палива та його склад. Основні реакції горіння палива та витрата повітря. Склад димових газів та їх основні характеристики.</p> <p>Тепловий баланс трубчастої печі. Температура димових газів, що відходять. Витрата палива. Тепловий розрахунок радіаційної камери. Визначення поверхні радіаційних труб. Тепловий розрахунок конвективної камери. Визначення поверхні конвективних труб. Утилізація тепла димових газів. Гідравлічний розрахунок змійовика трубчастої печі.</p>	

Газовий опір і тяга.

Тема 2. Багатокомпонентна абсорбція і десорбція.

Абсорбція сухих і жирних газів. Розрахунок процесу десорбції. Графічний розрахунок число теоретичних тарілок в абсорбері та десорбері. Тепловий баланс абсорбційно-десорбційної установки. Основні фактори, що впливають на процеси абсорбції та десорбції.

Тема 3. Перегонка та ректифікація у нафтогазопереробці.

Ентальпійна діаграма. Випар та конденсація бінарних і багатокомпонентних сумішей. Концентрації потоків у живильній секції. Графічні та аналітичні методи визначення числа теоретичних тарілок. Способи створення зрошення та підводу тепла в колоні. Температурний режим і вибір тиску в колоні. Особливості розрахунку складних колон.

Тема 4. Рідинна екстракція.

Рідинна екстракція. Рівновага в процесах екстракції, робоча лінія процесу. Трикутна діаграма та її властивості, рівноважна лінія процесу. Методи здійснення та розрахунок процесу екстракції. Визначення основних розмірів типових екстракторів. Схеми екстракційних установок.

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1	знати теоретичні основи, кінетичні закономірності та розрахункові залежності тепломасообмінних процесів у багатокомпонентних середовищах
РН2	розв'язувати практичні задачі з тепломасообміну

6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна:

7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

7.1 Види навчальних занять

Видами навчальних занять при вивченні дисципліни є лекції (Л) та практичні заняття (ПЗ):

Тема 1. Вступ. Трубчасті печі.

Л1. Призначення та основні характеристики вогневих підігрівачів. Особливості теплообміну в трубчастій печі. Основні показники роботи трубчастих печей.

Л2. Розрахунок процесу горіння палива. Види палива та його склад. Основні реакції горіння палива та витрата повітря. Склад димових газів та їх основні характеристики.

Л3. Тепловий баланс трубчастої печі. Температура димових газів, що відходять. Витрата палива. Тепловий розрахунок радіаційної камери. Визначення поверхні радіаційних труб.

Л4. Тепловий розрахунок конвективної камери. Визначення поверхні конвективних труб. Утилізація тепла димових газів. Гідравлічний розрахунок змійовика трубчастої печі. Газовий опір і тяга.

ПЗ1. Розрахунок процесу горіння палива в трубчастій печі. Складання та розв'язання рівнянь матеріального і теплового балансу. Тепловий розрахунок радіаційної та конвективної камери.

ПЗ2. Визначення поверхні радіаційних та конвективних труб. Гідравлічний розрахунок змійовика та димохода трубчастої печі.

Тема 2. Багатокомпонентна абсорбція і десорбція.

Л5. Абсорбція сухих і жирних газів. Розрахунок процесу десорбції.

Л6. Графічний розрахунок число теоретичних тарілок в абсорбері та десорбері.

Л7. Тепловий баланс абсорбційно-десорбційної установки.

Л8. Основні фактори, що впливають на процеси абсорбції та десорбції.

ПЗ3. Матеріальний та тепловий баланс процесу абсорбції.

ПЗ4. Закон Генрі, коефіцієнт масовіддачі. Розрахунок абсорберів.

Тема 3. Перегонка та ректифікація у нафтогазопереробці.

Л9. Ентальпійна діаграма. Випар та конденсація бінарних і багатокомпонентних сумішей.

Л10. Концентрації потоків у живильній секції. Графічні та аналітичні методи визначення числа теоретичних тарілок.

Л11. Способи створення зрошення та підводу тепла в колоні.

Л12. Температурний режим і вибір тиску в колоні. Особливості розрахунку складних колон.

П35. Закон Рауля. Побудова діаграм рівноваги процесу ректифікації. Матеріальний та тепловий баланс ректифікаційних колон.

П36. Визначення числа теоретичних тарілок ректифікаційної колони. Розрахунок обладнання і розмірів простих та складних ректифікаційних колон.

Тема 4. Рідинна екстракція.

Л13. Рідинна екстракція. Рівновага в процесах екстракції, робоча лінія процесу.

Л14. Трикутна діаграма та її властивості, рівноважна лінія процесу.

Л15. Методи здійснення та розрахунок процесу екстракції.

Л16. Визначення основних розмірів типових екстракторів. Схеми екстракційних установок.

П37. Побудова рівноважної та робочої лінії процесу рідинної екстракції.

П38. Розрахунок типових екстракторів.

7.2 Види навчальної діяльності

НД1. Участь у лекціях-дискусіях.

НД2. Підготовка до лекцій.

НД3. Підготовка до практичних занять.

НД4. Розв'язання типових задач.

8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1. Інтерактивні лекції.

МН2. Практичні заняття.

Лекції надають студентам знання теоретичних та інженерних основ тепломасообмінних процесів у гетерогенних багатокомпонентних системах, що є основою для самостійного навчання здобувачів вищої освіти (РН1 – РН2). Лекції доповнюються практичними заняттями, що надають студентам можливість застосовувати теоретичні знання на практичних прикладах. Самостійному навчанню сприятиме підготовка до лекцій та практичних занять.

9. Методи та критерії оцінювання

9.1. Критерії оцінювання

Шкала оцінювання з дисципліни (R) незалежно від обсягу навчальної роботи з неї становить $R = 100$ балів.

Підсумкова семестрова оцінка за національною шкалою оцінювання та європейською шкалою оцінювання ECTS відповідно до накопичених або визначених на підсумковому семестровому контролі рейтингових балів визначається із таких співвідношень: **за 7-й семестр – загалом 100 балів**

Сума балів (R)	Оцінка ECTS	Оцінки за національною шкалою	Визначення
90 - 100	A	5 (відмінно)	Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок
82 - 89	B	4 (добре)	Вище середнього рівня з кількома помилками

74 - 81	C	3 (задовільно)	В загальному правильна робота з певною кількістю помилок
64 - 73	D		Непогано, але із значною кількістю помилок
60 - 63	E		Виконання задовольняє мінімальні критерії
35 - 59	FX	2 (незадовільно)	З можливістю повторного складання семестрового контролю
0 - 34	F		З обов'язковим повторним вивченням залікового кредиту
Примітка. Загальна кількість балів отриманих студентом за період навчання округлюється до цілого числа за загальноприйнятими математичними правилами, наприклад, студент отримав 59,5 балів \approx 60 балів – оцінка за шкалою ECTS – E, за національною шкалою – Задовільно.			

Студент, який впродовж навчального періоду виконав усі заплановані види навчальної роботи та за наслідками модульних атестацій набрав необхідну кількість рейтингових балів, яка відповідає позитивній оцінці (не менше 60 балів), отримує семестрову оцінку у відповідності до набраних рейтингових балів. Складання заходу підсумкового семестрового контролю (ПСК) з метою підвищення позитивної оцінки не здійснюється.

Студент, який впродовж поточної роботи не набрав кількість рейтингових балів, що відповідає позитивній оцінці, але не менше 35 балів, зобов'язаний скласти захід ПСК (за процедурою письмового іспиту).

Студент, який за наслідками модульних атестацій набрав кількість рейтингових балів менше 35, не допускається до ПСК, отримує оцінку «незадовільно» (за шкалою ECTS – «F») і відраховується з університету.

9.2 Методи поточного формативного оцінювання

За дисципліною передбачені такі методи поточного формативного оцінювання: опитування та усні коментарі викладача за його результатами, обговорення виконаних практичних завдань

9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

Оцінювання впродовж семестру проводиться у формі усних та письмових опитувань (М1), перевірки тестових завдань (М2). Усі роботи повинні бути виконані самостійно.

Форма підсумкового контролю – д/залік, що проводиться у письмовій формі за тестовими технологіями.

Оцінка студента формується так:

- Виконання поточного тестового контролю за результатами проведення аудиторного заняття:
 - лекції: $16 \times 1 \text{ бал} = 16 \text{ балів}$;
 - практичні заняття: $8 \times 1 \text{ бал} = 8 \text{ балів}$;
- Звіт про виконання контрольної роботи (підготовка звіту, обговорення звіту, виконання тестового завдання): $2 \times 18 \text{ балів} = 36 \text{ балів}$.
- Виконання комплексного модульного тестового завдання: 40 балів.

10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

10.1 Засоби навчання

Навчальний процес потребує використання мультимедійного комплексу (ЗН1)

10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література:

1. Скобло А.И., Молоканов Ю.К., Владимиров А.И., Щелкунов В.А. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2000.

2. Врагов А.П., Михайловський Я.Е., Якушко С.І. Матеріали до розрахунків процесів та обладнання хімічних і газонафтопереробних виробництв. – Суми: Вид-во СумДУ, 2008.

3. Методичні вказівки та контрольні завдання для самостійної роботи з дисципліни «Процеси та апарати»

хімічних виробництв (нафтопереробні виробництва)” / Укладачі: Я.Е. Михайловський, А.Є. Артюхов – Суми: Вид-во СумДУ, 2009.

Допоміжна література:

1. Молоканов Ю.К. Процессы и аппараты нефтегазопереработки. – 2-е изд. – М.: Химия, 1980.

2. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. – 3-изд. – М.: Химия, 1987.