



Процеси та апарати хімічної технології-1. Теплові процеси.

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити (120 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит, МКР, лабораторні заняття, поточний контроль</i>
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ScheduleGroupSelection.aspx
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: кандидат технічних наук, доцент, Дуда Богдан Іванович, bduda677@gmail.com Лабораторні заняття: асистент, Подиман Григорій Сергійович, podiman_g_s@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>Кампус http://ci.kpi.ua/</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Технологія виготовлення продукції хімічної, нафтопереробної, біотехнологічної, харчової та інших галузей промисловості будується як послідовність обмеженої кількості основних процесів, які відбуваються за різних умов (температура, тиск, концентрація та ін.). До цих процесів відносяться механічні, гідромеханічні, теплові, масообмінні, дифузійно-контрольовані, хімічні процеси, які базуються на фундаментальних законах збереження енергії, маси, кількості руху.

Процеси і апарати хімічних технологій – галузь науки й техніки, яка досліджує основні характеристики мікро- й макрокінетики хіміко-технологічних процесів і встановлює параметри, що є умовами їх реалізації у відповідному обладнанні.

Дисципліна ґрунтується на знаннях, одержаних студентами при вивченні навчальних дисциплін гуманітарного, природничо-наукового та професійно-практичного циклів, а саме вищої математики, фізики, хімії, фізичної хімії, теоретичної механіки, опору матеріалів, теоретичних основ теплотехніки, гідравліки, нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки.

Опис навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти, спеціальність, освітня програма, форма навчання	Загальні показники	Характеристика кредитного модуля
Рівень вищої освіти - перший (бакалаврський)	Назва дисципліни, Процеси та апарати хімічної технології-1. Теплові процеси	Лекції 36 год.
Освітня програма - Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології	Статус кредитного модуля – обов'язковий	Лабораторні роботи 18 год.
Форма навчання - денна	Семестр 5	Самостійна робота 48 год.
	Кількість кредитів (годин) 4 (120)	Вид та форма семестрового контролю - іспит

Об'єктом навчальної дисципліни є процеси та обладнання хімічних технологій.

Засвоєння матеріалу дисципліни дозволить засвоїти базові теоретичні засади теплових процесів, опанувати методи та методики оцінки їх ефективності та уміти обґрунтувати технічні рішення щодо підвищення їх ефективності. Це сприятиме підвищенню конкурентоздатності фахівців при працевлаштуванні на престижні інженерні посади.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатності (компетентностей):

- до вивчення та аналізу процесів хімічних технологій;
- до аналізу конструктивних особливостей хімічного обладнання;
- до проєктування хімічного обладнання;
- до підбору елементів хімічного обладнання;
- до вибору енергоносіїв та визначення їх енергетичних параметрів.

Основні завдання навчальної дисципліни

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі **результати навчання**:

знання:

- основних хіміко-технологічних процесів та їх класифікацію;

- конструкцій теплообмінного обладнання;
- методик розрахунків основних розмірів й технічних параметрів теплообмінного обладнання;
- джерел постачання теплової енергії;
- напрямів заощадження теплової енергії та збільшення надійності роботи теплообмінного обладнання;
- конструктивних схем теплового обладнання для реалізації певних процесів технологічної схеми;

уміння:

- використовуючи дані щодо основних особливостей теплообмінного обладнання проводити їх класифікацію;
- використовуючи дані щодо основних властивостей енергоносіїв, розраховувати їх основні параметри;
- використовуючи дані щодо основних потреб технологічної переробки, вибирати відповідну конструкцію теплообмінного обладнання;
- використовуючи дані щодо конструкцій і технологічних характеристик теплообмінного обладнання, за відповідними методиками розраховувати їх основні розміри й технічні параметри;
- використовуючи дані щодо конструкцій теплообмінного обладнання та технологічних характеристик процесів, що відбуваються в них, оцінювати техніко-економічну доцільність джерел постачання теплової енергії;
- використовуючи дані щодо техніко-економічних показників теплообмінного обладнання визначати основні напрями економії теплової енергії;
- на основі аналізу варіантів здійснювати раціональний вибір конструктивних схем теплового обладнання для реалізації певних процесів технологічної схеми;
- користуючись методиками, обчислювальною технікою, виконувати матеріальні та теплові баланси обладнання, розраховувати кінетичні характеристики процесів та основні геометричні розміри апаратів.

досвід:

- проєктний або перевірочний розрахунок теплообмінного обладнання;
- конструктивний розрахунок теплообмінного обладнання;
- визначення особливостей теплоносіїв;

Програмні результати навчання, контрольні заходи та терміни виконання оголошуються бакалаврам на першому занятті.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Пререквізити дисципліни. Для успішного опанування компетентностями необхідні знання з дисциплін:

- Технологія конструкційних матеріалів.
- Матеріалознавство.
- Теоретична механіка.
- Механіка матеріалів і конструкцій.
- Теорія механізмів і машин.
- Метрологія і стандартизація.
- Деталі машин.
- Теоретичні основи теплотехніки.

Постреквізити дисципліни. Перелік дисциплін, які забезпечуються цією навчальною дисципліною:

- Розрахунок і конструювання типового обладнання.
- Навчальні дисципліни з розрахунку та моделювання за допомогою ПК.
- Навчальні дисципліни з комп'ютеризованого інжинірингу.
- Навчальні дисципліни з тривимірного моделювання.
- Навчальні дисципліни з процесів теплової підготовки та обробки.

- Навчальні дисципліни з управління технологічними процесами.
- Навчальні дисципліни з підготовки та експлуатації обладнання.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1 Явища перенесення в процесах і апаратах хімічних виробництв.

Розділ 2. Основи теплопередачі

Розділ 3. Теплообмінне обладнання

Структура дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні (комп'ютерний практикум)	СРС
1	2	3	4	5	6
Розділ 1 Явища перенесення в процесах і апаратах хімічних виробництв.					
Тема 1.1 Вступ до курсу процесів та апаратів.	2	2		-	-
Тема 1.2. Явища перенесення в хімічній технології.	4	2	-	-	2
Тема 1.3. Основи теорії подібності.	4	2	-	-	2
Разом за розділом 1	10	6			4
Розділ 2. Основи теплопередачі					
Тема 2.1. Теплопровідність.	18	6		4	4
Тема 2.2. Конвективний теплообмін.	18	6		4	4
Тема 2.3. Теплообмін при зміні агрегатного стану.	4	2		-	2
Тема 2.4. Теплообмін при випромінюванні.	4	2		-	2
Тема 2.5. Складний теплообмін	8	4		-	4
Разом за розділом 2	52	20		8	16
Розділ 3. Теплообмінне обладнання					
Тема 3.1. Нагрівання та охолодження в хімічній технології.	18	6		4	4
Тема 3.2 Випарювання і випарні установки в хімічній технології.	4	2		-	2
МКР по розділах 1,2,3.	4	2		-	2
Підготовка до екзамену	20	-		-	20
Разом за розділом 3	54	10		6	28
Разом за розділом 1,2,3	120	36		18	48

Навчальні матеріали та ресурси

Базова література, яку треба використовувати для опанування дисципліни, опрацьовується самостійно для підготовки до лабораторних занять і в умовах дистанційного навчання. Для

виконання модульних контрольних робіт, підготовки доповідей, презентацій пропонується використовувати додаткову літературу та інтернет-ресурси.

Базова література:

1. Корнієнко Я.М. Процеси та обладнання хімічної технології 1: підручник /Я.М. Корнієнко, Ю.Ю. Лукач, І.О. Мікульонок, В.Л. Ракицький, Г.Л. Рябцев – К. :НТУУ „КПІ”, 2011 – Ч.1 – 300 с.
2. Корнієнко Я.М. Процеси та обладнання хімічної технології 2: підручник /Я.М. Корнієнко, Ю.Ю. Лукач, І.О. Мікульонок, В.Л. Ракицький, Г.Л. Рябцев – К. :НТУУ „КПІ”, 2011 – Ч.2 – 416 с.
3. Теплові процеси та апарати хімічної технології: Курс лекцій [Електронний ресурс] : для студентів «Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини», освітня програма "Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини" /КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Б.І. Дуда, А.Р. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,28 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 84 с.
4. Процеси та апарати хімічних виробництв: Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини», освітня програма "Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини" / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Б.І. Дуда, А.Р. Степанюк, С.В. Гулієнко, Р.В. Кичак, Я.Г. Гоцький – Електронні текстові дані (1 файл: 2,62 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 116 с.

Додаткова

5. Основні залежності та приклади розрахунків теплообмінних апаратів. [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів, які навчаються за напрямком „Машинобудування” спеціальність "Обладнання хімічних виробництв та підприємств будівельних матеріалів"/ НТУУ „КПІ”; уклад. Л.Г. Воронін, А.Р. Степанюк, Л.І. Ружинська,. - Київ : НТУУ „КПІ”, 2011. - 68 с/
6. Процеси та обладнання хімічної технології-2. Теплові процеси: лабораторний практикум, навчальний посібник [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», спеціалізації «Комп’ютерно-інтегровані технології проектування обладнання хімічної інженерії» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: А. М. Любека, М.П. Швед, Я.М. Корнієнко, Г.С. Подиман – Електронні текстові дані (1 файл: 1,5 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 65 с.
7. Процеси та обладнання хімічних технологій-1. Базові принципи теорії тепломасообміну: практикум з кредитного модуля [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 133 «Галузе машинобудування», спеціалізації «Інжиніринг, комп’ютерне моделювання та проектування обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: С.В. Гулієнко, Я.В. Гробовенко. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,93 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 120 с

Нормативна документація

1. ДСТУ EN 247-2003 Теплообмінники. Термінологія.
2. ДСТУ EN 305-2001 Теплообмінники. Визначання експлуатаційних характеристик теплообмінників та загальна методика випробовування для встановлення експлуатаційних характеристик усіх теплообмінників.
3. ДСТУ EN 1118:2008. Теплообмінники. Охолоджувачі рідини, охолоджені холодоагентом. Методи випробовування для встановлювання робочих характеристик (EN 1118:1998, IDT

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Інформація (за розділами, темами) про всі навчальні заняття (лекції, практичні, семінарські, МКР, СРС)

5.1. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Кількість годин
	Розділ 1 Явища перенесення в процесах і апаратах хімічних виробництв.	
1-	Тема 1.1. Вступ до курсу процесів та апаратів.	2
	<i>Заплановано:</i> Приводиться структура, класифікація та види хіміко-технологічних процесів. <i>Тема СРС:</i> Структура, класифікація та види хіміко-технологічних процесів. <i>Рекомендовано:</i> Література 1-4, 5, 6	
2-4	Тема 1.2. Явища перенесення в хімічній технології.	2
	<i>Заплановано:</i> Аналізуються рівняння збереження маси, енергії, рівноваги, рушійної сили та принципи їх розв'язання. <i>Тема СРС:</i> Рівняння збереження маси, енергії, рівноваги, рушійної сили та принципи їх розв'язання. <i>Рекомендовано:</i> Література 1-6.	
5,6	Тема 1.3. Основи теорії подібності.	2
	<i>Заплановано:</i> Розглядаються фізичні та математичні моделі теплових процесів та їх рішення. Приводяться умови та теореми подібності. Аналізуються критерії, критеріальні рівняння та принципи їх одержання. <i>Тема СРС:</i> Розглядаються фізичні та математичні моделі теплових процесів та їх рішення. Приводяться умови та теореми подібності. Аналізуються критерії, критеріальні рівняння та принципи їх одержання. <i>Рекомендовано:</i> Література 1-2.	
	Розділ 2. Основи теплопередачі	
7,8	Тема 2.1. Теплопровідність.	6
	<i>Заплановано:</i> Розглядаються поняття теплової енергії та види її перенесення, температурного поля та градієнта температур. Виводиться та аналізується основне рівняння теплопровідності. Розглядаються коефіцієнт теплопровідності, умови однозначності та випадки перенесення тепла при граничних умовах першого та третього роду через плоску та циліндричну стінки. <i>Тема СРС:</i> Коефіцієнти теплопровідності, умови однозначності та випадки перенесення тепла при граничних умовах першого та третього роду через плоску та циліндричну стінки. <i>Рекомендовано:</i> Література 1-7.	
9-12	Тема 2.2. Конвективний теплообмін.	6
	<i>Заплановано:</i> Аналізується рівняння тепловіддачі та фізичний зміст коефіцієнта тепловіддачі Розглядаються фізична та математична моделі і шляхи її рішення. Приводяться критерії та критеріальні рівняння теплової подібності та часткові випадки конвективного теплообміну. <i>Тема СРС:</i> Фізична та математична моделі і шляхи її рішення. Приводяться критерії та критеріальні рівняння теплової подібності та часткові випадки конвективного теплообміну. <i>Рекомендовано:</i> Література 1-7.	
13,14	Тема 2.3. Теплообмін при зміні агрегатного стану.	2

	<p><i>Заплановано:</i> Розглядаються види та фізичні моделі процесів конденсації та кипіння, аналізуються розрахункові залежності для визначення коефіцієнтів тепловіддачі та шляхи їх інтенсифікації.</p> <p><i>Тема СРС:</i> Фізичні моделі процесів конденсації та кипіння, аналіз розрахункових залежностей для визначення коефіцієнтів тепловіддачі та шляхи їх інтенсифікації.</p> <p><i>Рекомендовано:</i> Література 1, 2.</p>	
15,16	Тема 2.4. Теплообмін при випромінюванні.	4
	<p><i>Заплановано:</i> Розглядається суть променевого випромінювання, основні закони та теплообмін між двома тілами та в газах.</p> <p><i>Тема СРС:</i> Суть променевого випромінювання, основні закони та теплообмін між двома тілами та в газах. Література 1-7.</p>	
17	Тема 2.5. Складний теплообмін	2
	<p><i>Заплановано:</i> Розглядаються види та фізичні моделі складного теплообміну, аналізуються залежності для визначення коефіцієнтів тепловіддачі та шляхи їх інтенсифікації.</p> <p><i>Тема СРС:</i> Фізичні моделі складного теплообміну, аналізуються залежності для визначення коефіцієнтів тепловіддачі та шляхи їх інтенсифікації.</p> <p><i>Рекомендовано:</i> Література 1-7.</p>	
18,19	Тема 2.6. Нестаціонарна теплопровідність	4
	<p><i>Заплановано:</i> Розглядаються основи та окремі випадки рішення задач нестаціонарної теплопровідності</p> <p><i>Тема СРС:</i> окремі випадки рішення задач нестаціонарної теплопровідності</p> <p><i>Рекомендовано:</i> Література 1,2.</p>	
20-22	Тема 2.7. Нагрівання та охолодження в хімічній технології.	4
	<p><i>Заплановано:</i> Розглядаються вимоги до теплоносіїв , їх характеристики , основні схеми нагрівання. та основи їх розрахунку.</p> <p>Приводяться типові конструкції теплообмінників, методики проектного і перевірконого розрахунків та шляхи інтенсифікації процесу теплопередачі.. Аналізується взаємний рух теплоносіїв та порядок визначення рушійної сили теплопередачі. Приводяться основи розрахунку теплообмінних апаратів.</p> <p><i>Тема СРС:</i> Привести класифікацію та скласти альбом конструкцій теплообмінних апаратів апаратів. Виділити випадки їх застосування переваги та недоліки.</p> <p><i>Рекомендовано:</i> Література 1-7</p>	
23-24	Тема 2.8. Випарювання і випарні установки в хімічній технології.	2
	<p><i>Заплановано:</i> Розглядається фізична суть процесу випарювання на прикладі однокорпусної випарної установки з центральною циркуляційною трубою. Складаються матеріальний та тепловий баланси, аналізуються особливості визначення корисної різниці температур, приводиться алгоритм розрахунку. Розглядаються багатокорпусні випарні установки та їх особливості при прямотечії, протитечії та паралельному живленні. Вивчається розподіл корисної різниці температур для різних випадків та типові конструкції апаратів. Приводяться основи розрахунку випарних апаратів.</p> <p><i>Тема СРС:</i> Привести класифікацію та скласти альбом конструкцій</p>	

	випарних апаратів. Виділити випадки застосування переваги та недоліки. <i>Рекомендовано:</i> Література 1-7.	
27	Контрольна модульна робота	2

5.2. Лабораторні заняття.

Основні завдання циклу лабораторних, це набуття досвіду складання балансових рівнянь теплообмінних процесів, а також аналіз дослідних даних і узагальнення отриманих результатів. Систематизація і закріплення знань фундаментальних рівнянь перенесення маси, енергії, кількості руху та загальних принципів їх розв'язання для конкретних процесів хімічної технології.

№ з/п	Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)	Кількість годин
1	Вступне заняття. Ознайомлення з вимогами техніки безпеки. Формування груп, підгруп. Знайомство з лабораторними установками. Формулювання вимог до виконання, оформлення звітів і захисту лабораторних робіт.	2
2	Дослідження тепловіддачі при тепловій конвекції. <i>Рекомендовано:</i> Література 1-7, 17.	4
3	Дослідження теплопровідності через циліндричну стінку <i>Рекомендовано:</i> Література 1-7, 14.	4
4	Дослідження конструкцій теплообмінних апаратів та процесу теплопередачі в теплообміннику з U-подібними трубками . <i>Рекомендовано:</i> Література 1-7, 18.	4
5	Дослідження нестационарної теплопровідності <i>Рекомендовано:</i> Література 1-7, 15.	4
6	Захист та здача звітів з лабораторних робіт	2

1. Самостійна робота студента

Дисципліна «Процеси та обладнання хімічних технологій - 2. Теплові процеси» передбачає такі види роботи студентів: лекції, лабораторні заняття, дві модульні контрольні роботи та самостійна робота студента. Вивчення дисципліни закінчується складанням іспиту, до якого допускаються студенти, які повністю виконали програму кредитного модуля, а саме, захистили всі завдання, які були винесені на лекційні та лабораторні заняття.

Основною формою вивчення дисципліни студентами є самостійна робота з рекомендованою навчальною й навчально-методичною літературою. Метою цієї роботи є набуття теоретичних знань з дисципліни, формування вмінь і досвіду в проектуванні промислового обладнання.

Лекції мають за мету узагальнити й систематизувати знання, набуті студентами під час самостійної роботи.

Лабораторні заняття дозволяють студентам шляхом виконання певних відповідно сформульованих завдань закріпити теоретичні положення кредитного модуля й набути вмінь і досвіду їх практичного застосування.

6.1. Самостійна робота

Головне завдання самостійної роботи полягає у поглибленому вивченні дисципліни.

Основною формою вивчення дисципліни студентами є самостійна робота з рекомендованою навчальною й навчально-методичною літературою. Метою цієї роботи є набуття теоретичних знань з дисципліни, формування вмінь і навичок в проектуванні промислового обладнання.

6.2. Контрольні роботи

Планується дві модульні контрольні роботи.

Основна ціль контрольної роботи полягає у перевірці рівня засвоєння матеріалу, що викладається, що дозволить спростити засвоєння матеріалу студентами та забезпечити більш повний контроль з боку викладача за виконанням навчальної програми студентами.

Орієнтовні питання винесено до додатку А.

Політика та контроль

Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Студент повинен бути присутнім на всіх лекціях та лабораторних заняттях за винятком підтверджених поважних причин.

Захист лабораторних робіт проводиться персонально згідно з встановленими дедлайнами з урахуванням заохочувальних та штрафних балів

Студенти мають право оскаржити бали за завдання, але обов'язково аргументовано, пояснивши, із яким критерієм вони не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

Деталізовані критерії оцінювання результатів навчання студентів визначені у положенні про РСО дисципліни.

Політика університету

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки аспірантів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

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

- 1) виконання та захист 4-х лабораторних робіт та 3 розділів конспекту конструкцій;
- 2) написання двох МКР;
- 3) відповідь на екзамені.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

2. Лабораторні роботи

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів за всі лабораторні:

5 балів x 4 = 20 балів.

Критерії оцінювання:

- підготовка та виконання лабораторної роботи:

бал 1 виставляється за умови відмінної роботи;

бал 0 виставляється за умови незадовільної роботи.

- якість (захист) роботи:

бал 2 виставляється за умови відмінної відповіді;

бал 1 виставляється за умови достатньої відповіді;

бал 0 виставляється за умови незадовільної відповіді.

- підготовка та захист одного розділу конспекту конструкцій:
бал 2 виставляється за умови відмінної відповіді;
бал 1 виставляється за умови достатньої відповіді;
бал 0 виставляється за умови незадовільної відповіді.

2. Модульний контроль

Ваговий бал – 20

- бал 20-18 виставляється за умови відповіді щонайменше на 95 % питань;
- бал 17-15 виставляється за умови відповіді на від 85 до 95 % питань;
- бал 14-12 виставляється за умови відповіді на від 75 до 85 % питань;
- бал 11-9 виставляється за умови відповіді на від 60 до 75 % питань;
- бал 8-0 виставляється за умови відповіді менше, ніж на 60 % питань.

3. Штрафні та заохочувальні бали за:

- недопуск до лабораторної роботи у зв'язку з незадовільним вхідним контролем -1 бал;
- відсутність на лабораторному занятті без поважної причини - 2 бали;
- несвоєчасне (пізніше, ніж на контрольному занятті) здача лабораторної роботи чи розділу конспекту конструкцій - 1 бал.
- несвоєчасне (пізніше, ніж на контрольному занятті) здача розрахунку апарата на практичному занятті - 2 бали;
- заохочувальні бали: виконання завдань із вдосконалення дидактичних матеріалів з кредитного модуля - до 10 балів.

Розмір шкали рейтингу RD= 100 балів.

Розмір стартової шкали $R_c = R_{\text{лаб}} + R_{\text{МКР}} = 20 + 40 = 60$ балів.

Розмір екзаменаційної шкали $R_e = 40$ балів.

Умови позитивної проміжної атестації

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент повинен мати не менше ніж 10 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів «ідеальний» студент має отримати 17 балів).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент повинен мати не менше ніж 20 бали (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів «ідеальний» студент має отримати 40 балів).

Умови допуску до екзамену: зарахування всіх практичних занять, лабораторних робіт, розрахункової роботи, позитивний результат модульної контрольної роботи, а також стартовий рейтинг $R_c > 35$ балів (не менше 40 % від R_c).

Критерії екзаменаційного оцінювання: екзаменаційний білет містить 4 питання, максимальна кількість балів по питаннях розподіляється порівну.

Таблиця критеріїв оцінювання відповідей на питання білету

Рівень відповіді	Кількість балів за відповідь на питання			
	Питання 1	Питання 2	Питання 3	Питання 4
Відмінний	9-10	9-10	9-10	9-10
Дуже добрий	7-8	7-8	7-8	7-8
Добрий	5-6	5-6	5-6	5-6
Задовільний	3-4	3-4	3-4	3-4
Достатній	1-2	1-2	1-2	1-2
Незадовільний	0	0	0	0

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Під час навчання студенти отримують нові знання, уміння і навички, в основному при проведенні конкретних лекцій, практичних та лабораторних занять під керівництвом провідних НПП кафедри. Досить часто під час навчання студенти, з метою отримання заохочувальних балів залучаються для надання допомоги в розробці навчально-методичної документації (публікації посібників, ліцензування, розробка методичної документації тощо). При цьому характер такої допомоги повинен суворо відповідати профілю дисципліни і по тривалості не повинен заважати виконанню плану навчання студента.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено:

доцент кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв, кандидат технічних наук, доцент, Дуда Богдан Іванович

Ухвалено: кафедрою МАХНВ (протокол № 19 від 17.05.2023)

Погоджено: Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 26.05.2023)

Питання до МКР

1. Умови однозначності і їх види.
2. Виведіть рівняння для розподілу температур в плоскій стінці.
3. Виведіть рівняння для температурного поля в циліндричній стінці.
4. Виведіть рівняння для розподілу температур в багат шаровій стінці при граничних умовах 1-го роду.
5. Виведіть і проаналізуйте основне рівняння теплопередачі.
6. Від яких факторів залежить випромінююча здатність тіла?
7. Що таке температурний градієнт, ізотермічна поверхня і температурне поле та які їх властивості?
8. Приведіть основні закони теплового випромінювання.
9. Як визначити кількість теплоти, що передається від більш нагрітого тіла до менш нагрітого.
10. Приведіть механізм конвективного перенесення теплоти.
11. Приведіть систему рівнянь, яка описує конвективне перенесення теплоти.
12. Суть та основні теореми методу теорії подібності.
13. Як перетворюють диференціальні рівняння, які описують той чи інший процес в критеріальні рівняння? Приведіть узагальнене критеріальне рівняння.
14. Назвіть основні критерії гідродинамічної та теплової подібності. Вкажіть їх основний фізичний зміст.
15. Чим відрізняються рівняння для визначення коефіцієнту тепловіддачі при вимушеній та природній конвекції.
16. Від чого залежить інтенсивність тепловіддачі і шляхи її інтенсифікації.
17. Приведіть алгоритм розрахунку коефіцієнта тепловіддачі.
18. Приведіть механізм конденсації та особливості визначення коефіцієнта тепловіддачі. Назвіть фактори конденсації. Як впливає вміст газу на тепловіддачу?
19. Приведіть види кипіння і розкрийте поняття критичної різниці температур при кипінні.
20. Виведіть та проаналізуйте рівняння для середньої різниці температур між теплоносіями при прямої та протічній конвекції.
21. Які вимоги ставлять до теплоносіїв?
22. Який процес називають теплопередачею?
23. Яким рівнянням визначається зв'язок між кількістю переданої теплоти і розмірами теплообмінної апаратури?
24. Яке фізичне значення має коефіцієнт теплопередачі?
25. Який процес називають тепловіддачею?
26. Які параметри характеризують тепловіддачу при природній і вимушеній конвекції?
27. Чому в розрахунковій практиці користуються критеріальними рівняннями конвективного теплообміну?
28. Які критерії теплової і гідродинамічної подібності входять у критеріальні рівняння конвективного теплообміну? Яке їх фізичне значення?
29. У чому полягають особливості тепловіддачі в разі змінення агрегатного стану? Яким критерієм враховують ці особливості? У чому фізична суть цього критерію?
30. Який існує зв'язок між коефіцієнтом теплопередачі та коефіцієнтами тепловіддачі?
31. Із яких величин складається загальний термічний опір теплопередачі?
32. Що є рушійною силою теплообмінних процесів?
33. Чому в розрахунках теплообмінних процесів використовують середню рушійну силу? Як її визначають?
34. Якими способами можна інтенсифікувати процес теплопередачі?
35. Які методи нагрівання застосовують у хімічних виробництвах?
36. Які позитивні якості та недоліки при охолодженні гарячих теплоносіїв мають вода і повітря? Як визначити витрату охолоджувальної води в теплообміннику?
37. Як класифікують теплообмінні апарати?
38. Які будова і принцип дії одноходового кожухотрубного теплообмінника?
39. Завдяки чому інтенсифікується теплообмін у багатходових кожухотрубних теплообмінниках?
40. У яких випадках застосовують температурні компенсатори у кожухотрубних теплообмінниках?
41. Коли застосовують теплообмінники типу «труба в трубі»? Які їхні переваги та недоліки порівняно з кожухотрубними теплообмінниками?
42. Як побудований спіральний теплообмінник? Які він має недоліки?
43. В яких хімічних виробництвах застосовують пластинчасті теплообмінники? Які їх позитивні якості та недоліки?
44. Коли застосовують теплообмінники з ребристими поверхнями теплообміну? Дайте порівняльну характеристику теплообмінників різних типів.
45. Наведіть схему проектного розрахунку теплообмінників. Які величини мають бути відомі при проектних розрахунках теплообмінників?
46. У чому полягає оптимальний розрахунок теплообмінників?
47. Чим відрізняється перевірений розрахунок теплообмінників від проектного?
48. Приведіть основні вимоги до теплоносіїв
49. Які методи нагрівання застосовують у хімічних виробництвах?
50. З якого рівняння визначають витрату теплоносія для нагрівання?
51. У яких випадках можна застосовувати для нагрівання «гостру» водяну пару?

52. У яких випадках застосовують нагрівання топковими газами? Які недоліки характерні для нагрівання топковими газами?
53. Які способи нагрівання електричним струмом застосовують у хімічних виробництвах?
54. Які позитивні якості та недоліки при охолодженні гарячих теплоносіїв мають вода і повітря? Як визначити витрату охолоджувальної води в теплообміннику?