

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра технологій та дизайну виробів з деревини

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор ННІ Лісового і
садово-паркового
господарства

“ _____ ” _____ 2023
р.



Лакида П. І.

“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри
технологій та дизайну
виробів з деревини
Протокол № 19 від 03.04.2023 р.
Завідувач кафедри

_____ О.О.Пінчевська

“РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОНП «Деревообробні
та меблеві технології»

_____ Ю.В.Цапко

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**«Теоретичні основи моделювання процесів теплопровідності деревини та
деревино-композиційних матеріалів»**

спеціальність 187 «Деревообробні та меблеві технології»
освітня програма «Деревообробні та меблеві технології»
Факультет(ННІ) ННІ Лісового і садово-паркового господарства
Розробники: д.т.н., проф. Цапко Ю.В.
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2023 р.

1. Опис навчальної дисципліни

«Теоретичні основи моделювання процесів теплопровідності деревини та деревино-композиційних матеріалів»

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Галузь знань	18 «Виробництво та технології»	
Напрямок підготовки		
Спеціальність	187 «Деревообробні та меблеві технології» <small>(шифр і назва)</small>	
Освітньо-науковий рівень	третій - Доктор філософії	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) <small>(якщо є в робочому навчальному плані)</small>	_____ <small>(назва)</small>	
Форма контролю	залік	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання <small>(скорочений термін)</small>
Рік підготовки	2	
Семестр	1	
Лекційні заняття	20	
Практичні, семінарські заняття	20	
Лабораторні заняття		
Самостійна робота	110	
Індивідуальні завдання	-	
Курсовий проект		
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних	4	
самостійної роботи студента	6	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є засвоєння студентами основ теорії процесів тепломасообміну, основних законів та фізичної суті цих процесів, а також методів розрахунку процесів тепломасообміну, організації технологічних процесів на дільницях обробки деревини, впровадження раціональних методів і заходів, що спрямовані на підвищення якості товарів з деревини.

Завдання:

- 1) вивчення фізико-хімічних властивостей деревини;
- 2) вивчення технологічні аспекти режимів обробки деревини і деревних матеріалів;

Набуття компетентностей:

інтегральна компетентність (ІК): Здатність розв'язувати складні наукові задачі та проблеми, включно з прийняттям рішень щодо відбору даних та вибору методів досліджень механічного оброблення деревини, ресурсоощадних та екологічнобезпечних технологій в умовах стохастичних збурень на технологічні процеси та шляхів створення ефективних виробничих систем

загальні компетентності (ЗК): ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. ЗК03. Здатність працювати в міжнародному контексті. ЗК04. Здатність розробляти проекти та управляти ними.

фахові (спеціальні) компетентності (ФК): ФК01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у в області деревинознавства, технологій деревообробки, виготовлення меблів та виробів з деревини та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках та суміжних галузей. ФК04. Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в галузі деревообробних та меблевих технологій та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації.

(інформація доступна в освітній програмі)

Програмні результати навчання (ПРН): ПРН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання в області деревинознавства, технологій деревообробки, виготовлення меблів та виробів з деревини і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій. ПРН05. Глибоко розуміти загальні принципи та методи технічних наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері деревообробки та у викладацькій практиці.

(інформація доступна в освітній програмі)

В результаті вивчення дисципліни студент повинен знати:

- основні тенденції розвитку науки про процеси тепло- і масообміну;
- бібліографії основної технічної літератури з дисципліни (підручники, довідники, монографії та ін.);
- основні фізичні закономірності явищ тепломасообміну;
- основ математичних методів розв'язання задач тепломасообміну; методів математичного і фізичного моделювання теплофізичних процесів;
- основ методики проведення експериментальних досліджень процесів теплообміну та обробки їх результатів;
- методів впливу на характер протікання і інтенсивність процесів теплообміну, а також методів інтенсифікації процесу теплопередачі.

вміти:

- самостійно використовувати на практиці основні закони і методи теорії тепломасообміну;

- працювати з науково-технічною, нормативною, довідковою літературою, бібліографічними джерелами за тематикою дисципліни;
- застосовувати аналітичний, графо-аналітичний і чисельний методи, а також методи теорії подібності у розрахунках тепломасообмінних процесів.
- оцінювати відповідність результатів розрахунку процесів перенесення теплоти і маси фізичній суті цих процесів.
- виконувати розрахунки теплообмінних апаратів та оцінювати їх теплову ефективність.

Програма навчальної дисципліни ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ І.

Теплопровідність. Конвекційний теплообмін. Теплообмін випромінюванням.

Тема 1. Теплообмін. Основні поняття і визначення. Способи перенесення теплоти. Кількісні характеристики перенесення теплоти. Температурне поле. Градієнт температур. Тепловий потік. Стаціонарний і нестаціонарний теплообмін. Теплопровідність. Фізична природа теплопровідності. Закон Фур'є. Коефіцієнт теплопровідності. Коефіцієнт теплопровідності газів, рідин, будівельних матеріалів, металів. Залежність коефіцієнта теплопровідності від температури.

Тема 2. Стаціонарна теплопровідність. Теплопровідність через плоску стінку, циліндричну стінку, кульову стінку. Теплопровідність через багат шарові стінки. Термічний опір. Теплопровідність через стінки складної форми. Конвекційний теплообмін (тепловіддача). Основні поняття і визначення. Закон Ньютона – Ріхмана. Коефіцієнт тепловіддачі. Вільна і вимушена конвекція. Гідродинамічний і тепловий приграничний шар. Система диференціальних рівнянь конвекційного теплообміну. Умови однозначності: геометричні, фізичні, граничні, часові.

Тема 3. Теплообмін випромінюванням. Фізична природа, основні поняття і визначення. Закони Планка, Віна, Стефана-Больцмана, Кірхгофа, Ламберта. Поняття абсолютно чорного тіла. Ступінь чорноти. Теплообмін випромінюванням системи тіл в прозорому середовищі. Використання екранів для захисту від випромінювання. Перенос променевої енергії в поглинаючому та випромінюючому середовищі.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ ІІ.

Теплопередача

Тема 4. Теплопередача. Основні поняття і визначення. Складний теплообмін як сукупна дія теплопровідності, конвекції і випромінювання. Теплопередача між двома рідинами через розділяючу плоску стінку. Коефіцієнт теплопередачі. Термічний опір. Стаціонарна теплопередача через багат шарову плоску стінку.

Тема 5. Стаціонарна теплопередача. Теплопередача через циліндричну стінку. Теплопередача через складні стінки. Розвинені поверхні теплообміну. Інтенсифікація теплопередачі. Теплова ізоляція. Вимоги до теплової ізоляції. Визначення товщини шару теплоізоляції. Особливості теплоізоляції циліндричних поверхонь та трубопроводів.

Тема 6. Нестаціонарний процес теплопровідності в тілах кінцевих розмірів. Регулярний режим охолодження (нагрівання) тіл. Наближені методи розрахунку

задач теплопровідності. Чисельний метод розв'язку задач стаціонарної теплопровідності. Чисельний метод розв'язку задач нестаціонарної теплопровідності.

Структура навчальної дисципліни
«Інноваційні технології оброблення деревини» спеціальність 187
«Деревообробні та меблеві технології»

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
Змістовий модуль I. Модифікування деревини						
Тема 1. Теплообмін. Основні поняття і визначення. Способи перенесення теплоти. Кількісні характеристики перенесення теплоти. Температурне поле. Градієнт температур. Тепловий потік. Стаціонарний і нестаціонарний теплообмін. Теплопровідність. Фізична природа теплопровідності. Закон Фур'є. Коефіцієнт теплопровідності. Коефіцієнт теплопровідності газів, рідин, будівельних матеріалів, металів. Залежність коефіцієнта теплопровідності від температури.	36	2	4			30
Тема 2. Стаціонарна теплопровідність. Теплопровідність через плоску стінку, циліндричну стінку, кульову стінку. Теплопровідність через багат шарові стінки. Термічний опір. Теплопровідність через стінки складної форми. Конвекційний теплообмін (тепловіддача). Основні поняття і визначення. Закон Ньютона – Ріхмана. Коефіцієнт тепловіддачі. Вільна і вимушена конвекція. Гідродинамічний і тепловий приграничний шар. Система диференційних рівнянь конвекційного теплообміну. Умови однозначності: геометричні, фізичні, граничні, часові.	36	2	4			30
Тема 3. Теплообмін випромінюванням. Фізична природа, основні поняття і визначення. Закони Планка, Віна, Стефана-Больцмана, Кірхгофа, Ламберта. Поняття абсолютно чорного тіла. Ступінь чорноти. Теплообмін випромінюванім системи тіл в прозорому середовищі. Використання екранів для захисту від випромінювання. Перенос променевої енергії в поглинаючому та випромінюючому середовищі.	8	4	4			
Разом за змістовим модулем 1	80	8	12			60
Змістовий модуль II Технологічні аспекти режимів обробки деревини і деревних матеріалів з застосуванням лазерної техніки						

Тема 4. Теплопередача. Основні поняття і визначення. Складний теплообмін як сукупна дія теплопровідності, конвекції і випромінювання. Теплопередача між двома рідинами через розділяючу плоску стінку. Коефіцієнт теплопередачі. Термічний опір. Стационарна теплопередача через багат шарову плоску стінку.	18	4	4			10
Тема 5. Стационарна теплопередача. Теплопередача через циліндричну стінку. Теплопередача через складні стінки. Розвинені поверхні теплообміну. Інтенсифікація теплопередачі. Теплова ізоляція. Вимоги до теплової ізоляції. Визначення товщини шару теплоізоляції. Особливості теплоізоляції циліндричних поверхонь та трубопроводів. Інтенсифікація процесу різки .	34	4				30
Тема 6. Нестационарний процес теплопровідності в тілах кінцевих розмірів. Регулярний режим охолодження (нагрівання) тіл. Наближені методи розрахунку задач теплопровідності. Чисельний метод розв'язку задач стационарної теплопровідності. Чисельний метод розв'язку задач нестационарної теплопровідності.	28	4		4		10
Разом за змістовим модулем 2	80	12	8			50
Усього годин	150	20	20			110

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Теплопровідність. Конвекційний теплообмін.	4
2	Стационарна теплопровідність через багат шарові стінки	4
3	Конвекційний теплообмін. Теорія подібності.	4
4	Тепловіддача при вимушеному русі рідини.	4
5	Теплообмін випромінюванням	4
	Разом	20

6. Теми самостійних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Самост. робота 1 Теплообмін. Основні поняття і визначення. Способи перенесення теплоти.	60
2	Самост. робота 2 Стаціонарна теплопровідність. Конвекційний теплообмін (тепловіддача)	10
3	Самост. робота 3. Застосування теорії подібностей та методу аналізу розмінностей	30
4	Самост. робота 4. Теплообмін випромінюванім системи тіл в прозорому середовищі. Написання реферату.	10
	Разом	110

7. Методи навчання

Під час вивчення дисципліни викладач читає студентам лекції, ведуться бесіди під час семінарських занять. Висока ефективність навчання не можлива без широкого використання наочних методів. Зокрема застосовуються демонстрації та ілюстрації у вигляді презентацій чи спеціально відібраних зразків. Завершальним етапом вивчення, який закріплює всі набуті знання, є проведення лабораторних занять, написання реферативних і контрольних робіт.

8. Форми контролю

Поточний контроль (фронтальний, груповий, індивідуальний і комбінований), проміжна та підсумкова атестація

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль		Рейтинг 3 навчальної роботи $R_{НР}$	Рейтинг 3 додаткової роботи $Я_{др}$	Рейтинг штрафний $K_{штр}$	Підсумкова атестація (екзамен чи залік)	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2					
0-100	0-100	0-70	0-20	0-5	0-30	0-100

Примітки. 1. Відповідно до «Положення про кредитно-модульну систему навчання в НУБіП України», затвердженого ректором університету 03.04.2009 р., рейтинг студента з навчальної роботи $R_{НР}$ стосовно вивчення певної дисципліни визначається за формулою

$$K_{НР} = \frac{0,7 \cdot (R^{(1)}_{ЗМ} \cdot K^{(1)}_{ЗМ} + \dots + R^{(n)}_{ЗМ} \cdot K^{(n)}_{ЗМ})}{K_{дис}} + R_{др} - R_{штр},$$

де $R^{(1)}_{ЗМ}, \dots, R^{(n)}_{ЗМ}$ - рейтингові оцінки змістових модулів за 100-бальною шкалою;

n - кількість змістових модулів;

$K^{(1)}_{ЗМ}, \dots, K^{(n)}_{ЗМ}$ - кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для відповідного змістового модуля;

$K_{дис} - K^{(1)}_{ЗМ} + \dots + K^{(n)}_{ЗМ}$ - кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для дисципліни у поточному семестрі;

$R_{др}$ - рейтинг з додаткової роботи;

$R_{штр}$ - рейтинг штрафний.

Наведену формулу можна спростити, якщо прийняти $K^{(1)}_{ЗМ} = \dots = K^{(n)}_{ЗМ}$. Тоді вона буде мати вигляд

$$R_{НР} = \frac{0,7 \cdot (R^{(1)}_{ЗМ} + \dots + R^{(n)}_{ЗМ})}{n} + R_{ДР} - R_{ШТР}.$$

Рейтинг з додаткової роботи $R_{ДР}$ додається до $R_{НР}$ і не може перевищувати 20 балів. Він визначається лектором і надається студентам рішенням кафедри за виконання робіт, які не передбачені навчальним планом, але сприяють підвищенню рівня знань студентів з дисципліни.

Рейтинг штрафний $R_{ШТР}$ не перевищує 5 балів і віднімається від $R_{НР}$. Він визначається лектором і вводиться рішенням кафедри для студентів, які матеріал змістового модуля засвоїли невчасно, не дотримувалися графіка роботи, пропускали заняття тощо.

2. Згідно із зазначеним Положенням **підготовка і захист курсового проекту (роботи)** оцінюється за 100 бальною шкалою і далі переводиться в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS.

Розрахунковий рейтинг з дисципліни становить 100 балів. Рейтинг з навчальної роботи - 70 балів, рейтинг з атестації - 30 балів

Рейтингові оцінки зі змістових модулів

Термін навчання (тижні)	Номер змістового модуля	Навчальне навантаження, год.	Кредити ECTS	Рейтингова оцінка змістового модуля	
				Мінімальна	Розрахункова
1-6	I	60	2,0	60	100
7-13	II	60	2,0	60	100
Всього	2	120	4,0	42	70

Рейтинг з додаткової роботи $R_{ДР}$ становить 20 балів.

Рейтинг штрафний $R_{ШТР}$ становить 5 балів.

$$R_{ДИС} = R_{НР} + 0,3R_{АТ}$$

$$R_{НР} = (0,7(R_{1ЗМ} + R_{2ЗМ}) : 2 + R_{ДР} - R_{ШТР}$$

Шкала оцінювання: національна та ECTS.

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS.	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	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

10. Рекомендована література

Основна

1. Лабай В.Й. Тепломасообмін: Підручник для ВНЗ. – Львів: Тріада Плюс, 2004. – 260 с.
2. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. – М.: Энергия, 1977. – 343 с.
3. Краснощёков Е.А., Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче. М.: Энергия, 1980. – 288 с.

Допоміжна

1. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. – М.-Л.: Машгиз, 1962. – 456 с.
2. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967. – 599 с.
3. Осипова В.А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена: Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергия, 1979. – 320 с.
4. Тепломасообмен и гидродинамика турбулизованных потоков/ Дыбан Е.П., Эпик Э.Я. – Киев: Наук. думка, 1985. – 296 с.
5. Лыков А.В. Тепломасообмен. Справочник. – М.: Энергия, 1978. – 480 с.
6. Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент: Справочник/ Под общ. ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 512 с.