

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Кафедра технологій та дизайну виробів з деревини**

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Директор ННІ Лісового і  
садово-паркового  
господарства

“ \_\_\_\_\_ ” Лакида П. І.  
\_\_\_\_\_ 2023  
р.

**“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**

**«Науково технологічні основи термічного модифікування деревини»**

спеціальність 187 «Деревообробні та меблеві технології»

освітня програма «Деревообробні та меблеві технології»

Факультет(ННІ) ННІ Лісового і садово-паркового господарства

Розробники: к.т.н., доц. Горбачова О.Ю.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2023 р.

## 1. Опис навчальної дисципліни «Науково технологічні основи термічного модифікування деревини»

<b>Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень</b>		
Галузь знань	18 «Виробництво та технології»	
Напрямок підготовки		
Спеціальність	187 «Деревообробні та меблеві технології» (шифр і назва)	
Освітньо-науковий рівень	третій - Доктор філософії	
<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	_____ (назва)	
Форма контролю	залік	
<b>Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання</b>		
	денна форма навчання	заочна форма навчання (скорочений термін)
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 аспірантами необхідних знань про технологічний процес термічного модифікування деревини, змін властивостей деревини у процесі нагрівання та модифікації, а також впровадження раціональних методів і заходів, що спрямовані на підвищення якості товарів з деревини.

### **Завдання:**

- 1) вивчення фізико-хімічних властивостей деревини;
- 2) вивчення технологічні аспектів 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 екологічно безпечних 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 термічного модифікування деревини;
- бібліографії основної технічної літератури з дисципліни (підручники, довідники, монографії та ін.);
- основні фізичні закономірності явищ термічного модифікування деревини;
- основ математичних методів розв'язання задач теплопровідності; методів математичного і фізичного моделювання теплофізичних процесів;
- основ методики проведення експериментальних досліджень процесів термічного модифікування деревини та обробки їх результатів;
- методів впливу на характер протікання і інтенсивність процесів термічного модифікування деревини.

**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 теплообмінних процесів.
- оцінювати відповідність результатів розрахунку процесів перенесення теплоти і маси фізичній суті цих процесів.
- здатність вирішувати завдання інженерного та наукового спрямування, які пов'язані з масообмінними процесами та тепловою обробкою деревини.

### **Програма навчальної дисципліни ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ I.**

#### **Основи термічного модифікування деревини.**

Тема 1. Вступ. Вироби з термічно модифікованої деревини та їх властивості. Визначення загальних задач промислових технологій. Сучасні технології термічного модифікування деревини. Властивості термічно модифікованої деревини, будова та структура.

Загальні властивості термічно модифікованої деревини: фізичні, хімічні, технологічні, експлуатаційні. Механічні властивості (міцність, твердість, пружність, в'язкість, пластичність) та засоби їх визначення.

Тема 2. Методи отримання термічно модифікованої деревини. Процеси термічної модифікації деревини. Класифікація технологій термічного модифікування. Зміни структури деревини та хімічні реакції в процесі термічного модифікування. Вибір температурного режиму та способу нагрівання при формуванні виробів з деревини. Обладнання та режими технологічного процесу. Дефекти і причини з яких вони виникли у деревині під час термічного модифікування.

Тема 3. Особливості протікання фазових переходів при термічному модифікуванні деревини. Зміни властивостей деревини у процесі термічного модифікування. Зміни у хімічному складі деревини. Зміни густини, міцності, твердості. Зміна адсорбційних показників деревини. Довговічність, стійкість до мікробіологічного враження та зміни температурно вологісних полів.

Тема 4. Закономірності процесу нагрівання деревини. Закономірності просування фронту фазових перетворень при термічному модифікуванні деревини. Особливості кондуктивного, радіаційного та діелектричного нагрівання деревини. Застосуванні конвекційного способу нагрівання при формуванні і термічній обробці деревини. Особливості процесів деструкції. Вплив температури, швидкості нагрівання, тривалості витримки на різних стадіях модифікування на якість термічно модифікованої деревини.

## **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ II.**

### **Способи та засоби термічного модифікування деревини.**

Тема 5. Технологічний процес термічного модифікування деревини. Особливості технологічного процесу. Характеристика обладнання. Зміни кольору, фізико-механічних властивостей деревини у процесі термічного модифікування. Дослідження ефективності термічного модифікування деревини. Методика досліджень.

Тема 6. Створення захисного покриття на термічно модифікованій деревині. Захисні композиції. Особливості процесу захисту. Технологія та обладнання для нанесення захисного покриття. Зміна кольору при термічному модифікуванні деревини та при її захисті покриттями. Вплив захисного покриття на атмосферостійкість термічно модифікованої деревини.

Тема 7. Особливості будови виробництва термообробленої деревини. Застосування термічно модифікованої деревини у будівництві, виготовленні будівельних виробів та оздобленні приміщень. Підвищення довговічності термічно модифікованої деревини.

### **Структура навчальної дисципліни**

**«Технологічні основи виготовлення теплоізоляційних та акустичних виробів з деревини»**

**спеціальність 187 «Деревообробні та меблеві технології»**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	усього	у тому числі			
		л	п	лаб	інд
<b>Змістовий модуль I. Основи термічного модифікування деревини.</b>					

Тема 1. Вступ. Вироби з термічно модифікованої деревини та їх властивості. Визначення загальних задач промислових технологій. Сучасні технології термічного модифікування деревини. Властивості термічно модифікованої деревини, будова та структура. Загальні властивості термічно модифікованої деревини: фізичні, хімічні, технологічні, експлуатаційні. Механічні властивості (міцність, твердість, пружність, в'язкість, пластичність) та засоби їх визначення.	22	2	4			16
Тема 2. Методи отримання термічно модифікованої деревини. Процеси термічної модифікації деревини. Класифікація технологій термічного модифікування. Зміни структури деревини та хімічні реакції в процесі термічного модифікування. Вибір температурного режиму та способу нагрівання при формуванні виробів з деревини. Обладнання та режими технологічного процесу. Дефекти і причини з яких вони виникли у деревині під час термічного модифікування.	22	2	4			16
Тема 3. Особливості протікання фазових переходів при термічному модифікуванні деревини. Зміни властивостей деревини у процесі термічного модифікування. Зміни у хімічному складі деревини. Зміни густини, міцності, твердості. Зміна адсорбційних показників деревини. Довговічність, стійкість до мікробіологічного враження та зміни температурно вологісних полів.	16	2	4			10
Тема 4. Закономірності процесу нагрівання деревини. Закономірності просування фронту фазових перетворень при термічному модифікуванні деревини. Особливості кондуктивного, радіаційного та діелектричного нагрівання деревини. Застосуванні конвекційного способу нагрівання при формуванні і термічній обробці деревини. Особливості процесів деструкції. Вплив температури, швидкості нагрівання, тривалості витримки на різних стадіях модифікування на якість термічно модифікованої деревини.	20	2				18
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>80</b>	<b>8</b>	<b>12</b>			<b>60</b>

Змістовий модуль II Способи та засоби термічного модифікування деревини.						
Тема 5. Технологічний процес термічного модифікування деревини. Особливості технологічного процесу. Характеристика обладнання. Зміни кольору, фізико-механічних властивостей деревини у процесі термічного модифікування. Дослідження ефективності термічного модифікування деревини. Методика досліджень.	18	4	4			10
Тема 6. Створення захисного покриття на термічно модифікованій деревині. Захисні композиції. Особливості процесу захисту. Технологія та обладнання для нанесення захисного покриття. Зміна кольору при термічному модифікуванню деревини та при її захисті покриттями. Вплив захисного покриття на атмосферостійкість термічно модифікованої деревини.	24	4				20
Тема 7. Особливості будови виробництва термообробленої деревини. Застосування термічно модифікованої деревини у будівництві, виготовленні будівельних виробів та оздобленні приміщень. Підвищення довговічності термічно модифікованої деревини.	28	4		4		20
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>70</b>	<b>12</b>	<b>8</b>			<b>50</b>
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>	<b>20</b>	<b>20</b>			<b>110</b>

### 5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення процесу термічного оброблення деревини .	4
2	Визначення показників водо- та вологопоглинання термічно модифікованою деревиною	4
3	Визначення показників зміни кольору кольору термічно модифікованої деревини .	4
4	Визначення показників міцності на згин та ударної в'язкості термічно модифікованої деревини	4
5	Особливості визначення біостійкості термічно модифікованої деревини	4
	<b>Разом</b>	<b>20</b>

## 6. Теми самостійних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Самост. робота 1 Термічно модифікована деревина. Основні поняття і визначення. Способи термічної модифікації деревини.	20
2	Самост. робота 2 Тепловий розрахунок обладнання для термічного оброблення деревини	30
3	Самост. робота 3. Особливості визначення показників кольору термічно модифікованої деревини	30
4	Самост. робота 4. Захисні покриття термічно модифікованої деревини . Написання реферату.	30
	<b>Разом</b>	<b>110</b>

## 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 научних 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 <sub>НР</sub>	Рейтинг 3 додаткової роботи Я др	Рейтинг штрафний К 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

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

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<sub>штр</sub>** - 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<sub>др</sub>** додається до **R<sub>нр</sub>** 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<sub>штр</sub>** не перевищує 5 балів і віднімається від **R<sub>нр</sub>**. 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<sub>др</sub>** становить 20 балів.

Рейтинг штрафний **R<sub>штр</sub>** 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	<b>A</b>	відмінно	зараховано
82-89	<b>B</b>	добре	
74-81	<b>C</b>		
64-73	<b>D</b>	задовільно	
60-63	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	<b>F</b>	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.
4. Боголепов И.И. Промышленная звукоизоляция: теория, исследования, проектирование, изготовление, контроль / И.И. Боголепов. – Л. : Изд-во "Судостроение", 1986. – 367 с.
5. Тепломасообмінні процеси деревообробки: Підручник/ Білей П.В., Петришак І.В, Соколовський І.А, Сорока Л.Я. – Львів: ЗУКЦ, 2013 – 276 с.
6. Білей П.В. Теоретичні основи теплової обробки і сушіння деревини. – Коломия: Вік, 2005. – 364 с.
7. Лабай В.Й. Тепломасообмін – Львів: Тріада Плюс, 1998.–260 с.
8. Чудинов Б.С. Теория тепловой обработки древесины. - М.: Наука, 1968. – 256 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.
7. Волынский, В.Н. Взаимосвязь и изменчивость физико-механических свойств древесины / В.Н. Волынский. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2000. - 196 с.