

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Київський національний університет будівництва і архітектури

**ТЕПЛОВІ ПРОЦЕСИ І УСТАНОВКИ У  
ВИРОБНИЦТВІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ  
І ВИРОБІВ**

Методичні вказівки  
до вивчення дисципліни  
для студентів спеціальності  
192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
освітньої програми «Технологія будівельних конструкцій,  
виробів і матеріалів»

Київ 2023

УДК 66,041,001,24(075)

Т34

Укладач В.П. Азутов, канд. техн. наук, доцент

Рецензент О.Г. Гелевера, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск В.І. Гоц, д-р техн. наук, професор

*Затверджено на засіданні кафедри технології будівельних  
конструкцій і виробів, протокол № 9 від 09 червня 2022 року*

В авторській редакції.

**Теплові** процеси і установки у виробництві будівельних  
Т34 матеріалів і виробів: методичні вказівки до вивчення дисципліни /  
уклад.: В.П. Азутов – Київ: КНУБА, 2023 – 20 с.

Містять зміст практичних занять, індивідуальних робіт,  
запитання до модульного і підсумкового контролю. Розглянуто  
основні положення, теми лекційного курсу.

Призначено для студентів спеціальності 192 «Будівництво та  
цивільна інженерія» освітньої програми «Технологія будівельних  
конструкцій, виробів і матеріалів».

## ЗМІСТ

Загальні положення .....	4
1. Змістовні модулі .....	5
<i>Змістовний модуль 1. Теоретичні основи теплотехніки. Термодинаміка</i> .....	5
<i>Змістовний модуль 2. Прикладні основи теплотехніки. Теплообмін ...</i>	7
<i>Змістовний модуль 3. Теплова обробка бетонних і залізобетонних</i> <i>виробів і конструкцій .....</i>	9
<i>Змістовний модуль 4. Електротермообробка бетону. Теплова обробка</i> <i>будівельних матеріалів і виробів .....</i>	11
2. Розрахунково-графічні вправи та індивідуальні завдання .....	13
3. Засоби для проведення поточного, модульного та підсумкового контролю .....	14
4. Приклади типових задач та контрольні запитання до модульних контролів .....	14
5. Перелік запитань для підготовки до підсумкового контролю (екзамену) .....	16
6. Перелік задач до екзамену .....	18
Список літератури .....	20

## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Навчальна дисципліна «Теплові процеси і установки у виробництві будівельних матеріалів і виробів» передбачає вивчення студентами основних положень і законів термодинаміки і теплотехніки; видів і умов тепломасообміну в установках для теплової обробки будівельних матеріалів і виробів; фізико-хімічних процесів в матеріалах в умовах підвищених температур; вибору параметрів і режимів теплової обробки; теплотехнічних схем і конструктивних особливостей теплотехнічного обладнання; систем механізації і автоматизації теплових процесів; набуття вміння виконувати теплотехнічні розрахунки для визначення потреби в тепловій енергії; аналізувати шляхи підвищення техніко-економічної ефективності теплових установок.

Вивчення курсу базується на знаннях, набутих студентами під час вивчення ДИСЦИПЛІН «Фізика», «Хімія», «Будівельні матеріали», «В'язучі речовини». «Процеси і апарати».

Навчальна дисципліна «Теплові процеси і установки» є складовою комплексу дисциплін вивчення технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів.

### ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Види навчальної роботи	Денна форма навчання				Заочна форма навчання	
	6/11	6/12	7/13	7/14	8 сем	9 сем.
Лекції (год)	12	12	10	16	4	4
Практичні заняття (год)	2	2	4	6	4	2
Лабораторні заняття	2	2	4	6	1	-
Індивідуальна робота з викладачем (ІРК) (год)	22	2	4	2	42	42
Самостійна робота студентів (СРС) (год)	18	18	14	33	-	1
Курсові проекти (Кп) (чверть/семестр)				1		1
Заліки (чверть/семестр)		1	1			1
Екзамени (чверть/семестр)				1		
<b>РАЗОМ</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>63</b>	<b>56</b>	<b>52</b>

## 1. ЗМІСТОВНІ МОДУЛІ

### ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1

#### Теоретичні основи теплотехніки. Термодинаміка

##### *ЗМ 1.1. Теплотехніка, її значення в розвитку техніки, технологій, суспільства. Термодинаміка як основа теплових процесів. Теплові процеси в технології будівельних матеріалів і виробів*

Теплотехніка – загальнотехнічна дисципліна, яка вивчає методи отримання, перетворення, передачі та використання теплоти, а також принципи дії та конструктивні особливості теплових машин, апаратів та пристроїв.

**Література [6, с8; с.7].**

##### *ЗМ 1.2. Основні визначення термодинаміки. Перший закон термодинаміки*

Робоче тіло, фаза, термодинамічна система, термодинамічний процес, зворотні та незворотні процеси, термічні параметри стану - теплота і робота, рівняння стану.

Гази – ідеальні, реальні. Параметри стану, одиниці вимірювання. Перший закон термодинаміки – це застосування закону збереження і перетворення енергії термодинамічних систем, а саме: якщо зникає деяка кількість енергії одного виду, то обов'язково повинна з'явитися така сама кількість енергії іншого виду.

Еквівалентність теплоти і роботи.

Теплоємність: об'ємна, масова, ізобарна, ізохорна.

**Література [9, с.6-9,16-24].**

##### *ЗМ 1.3. Другий закон термодинаміки*

Колові процеси, термодинамічні цикли, термічний ККД. Ентропія. Теорема і цикл Карно. Формулювання і математичний вираз другого закону термодинаміки.

Другий закон термодинаміки узагальнює особливості теплоти як форми передачі енергії і вказує на умови перетворення теплоти в роботу.

**Література [9, с.25,37,39].**

### ***ЗМ 1.4. Гази – ідеальні і реальні***

Основні термодинамічні процеси з газами: ізохорний, ізобарний, адиабатний, політропний; основні закони ідеальних газів. Суміші ідеальних газів; способи задання сумішей та співвідношення між ними.

Водяна пара; фазовий перехід, пароутворення, конденсація, теплота пароутворення; термодинамічні діаграми і таблиці.

**Література [9, с.56,58].**

### ***ЗМ 1.5. Вологе повітря***

Вологовміст, абсолютна і відносна вологість; психрометр. *I-d* діаграма вологого повітря. Основні процеси з вологим повітрям.

### ***Практичні заняття до ЗМ 1***

Перший закон термодинаміки. Визначення термічних і калориметричних параметрів робочих тіл в термодинамічних процесах.

### ***Лабораторні заняття до ЗМ 1***

Визначення ізобарної теплоємності повітря.

### ***Самостійна робота студентів до ЗМ 1***

Опрацювання змістовних модулів

### ***Індивідуальна робота під керівництвом викладача до ЗМ 1***

Консультації та захист студентами індивідуального завдання

### ***Модульний контроль ЗМІ***

Модульний контроль полягає у відповідях на контрольні запитання і захист індивідуального завдання.

## **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2**

### **Прикладні основи теплотехніки. Теплообмін**

#### ***ЗМ2.1. Види палива. Теплотворна здатність палива. Процеси горіння. Види теплоносіїв. Виготовлення теплоносіїв. Топки, калорифери, генератори пари***

Для виготовлення теплоносіїв спалюють тверде, рідке і газове паливо. Теплотворна здатність палива – кількість теплової енергії, що виділяється при спаленні одиниці палива.

*Тверде паливо:*

- антрацит – 23600-28600 кДж/кг;
- кокс-28600 кДж/кг;
- буре вугілля – 12500 кДж/кг;
- торф-13700 кДж/кг;
- деревина – 13600 кДж/кг;

*Рідке паливо:*

мазут – 40800 кДж/кг;

*Газове паливо:*

- природний газ – 35500 кДж/кг;
- генераторний газ – 500 кДж/кг;
- доменний газ – 4000 кДж/кг;

У будівельній індустрії застосовують теплоносії: димові гази, нагріте повітря, насичену і перегріту пару, високотемпературні органічні та масляні рідини, електроенергію.

**Література [5, с\*5-12; 6, с.5-14; 7, с.10-28].**

#### ***ЗМ 2.2. Види теплообміну. Зовнішній і внутрішній теплообмін.***

***Теплообмін випромінювальний. Конвективний теплообмін***

*Теплообмін* – перенесення теплоти з одного тіла на інше тіло.

*Зовнішній і внутрішній теплообмін:*

- теплообмін між теплоносієм (газ, повітря, пара) і матеріалом за допомогою конвекції або циркуляції (конвективний);
- передача теплоти від одного тіла до іншого через проміжне прозоре середовище за допомогою електромагнітних коливань (теплообмін випромінюванням).

*Внутрішній теплообмін* – передача і розподілення теплоти в матеріалі або виробі.

Література [6, с.30; 7, с.71,81-91; 8, с.83- 155].

***ЗМ 2.3. Фізико -хімічні процеси в матеріалі при тепловій обробці.***

***Теплообмін, теплопровідність. Екзотермія. Стаціонарний і нестаціонарний процеси. Комплексна теплопередача***

Структуруючі і деструктивні процеси при тепловій обробці.  
*Особливості хімічних процесів; екзотермія. Теплофізичні характеристики матеріалів: теплоємність, теплопровідність, температуропровідність.*

*Нестаціонарні теплові процеси: нагрів, охолодження.*

Комплексна теплопередача.

Література [5, с.40-45,31-35; 6, с.103,72-80; 7, с.95-107,323-326].

***ЗМ 2.4.Розподіл вологи в матеріалі під дією температурного поля.***

Закон переносу вологи.Процеси сушіння

***ЗМ 2.5. Основні закони руху теплоносіїв. Аерогідродинамічний опір і його розрахунок. Епюри газового тиску в теплових установках***

*Практичні заняття до ЗМ2*

Розрахунок теплообміну випромінюванням.

Розрахунок процесів сушіння.

*Лабораторні заняття до ЗМ2*

Прилади і методика вимірювань параметрів теплових процесів.

*Самостійна робота студента до ЗМ2*

Опрацювання змістовних модулів.

*Індивідуальна робота під керівництвом викладача до ЗМ2*

Консультації та захист студентами індивідуального завдання.

*Модульний контроль до ЗМ2*

Модульний контроль полягає у відповідях на контрольні питання і захист індивідуального завдання.

## **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 3**

### **Теплова обробка бетонних і залізобетонних виробів і конструкцій**

#### ***ЗМ 3.1. Теплова обробка, як складова технології виготовлення будівельних матеріалів і виробів. Види теплової обробки. Основні показники роботи теплових установок***

Теплова обробка – регламентований тепловий вплив на сировину, будівельні матеріали і вироби з метою надання нових якостей, або зміни процесу їх формування.

Залежно від виду матеріалу, необхідних експлуатаційних характеристик та режимів виконують сушіння, спучування, випалювання, тепловолого обробку.

Установки характеризуються паливною складовою, питомими витратами теплової енергії, коефіцієнтом заповнення тощо.

**Література [5, с.5-3,164,214-224; 6, с.100-125; 7, с.3-8].**

#### ***ЗМ 3.2. Тепловолога обробка бетонних виробів і конструкцій. Класифікація установок Режими обробки виробів і конструкцій***

Установки тепловологої обробки періодичної і безперервної дії; атмосферного і підвищеного тиску; конвективного і контактного прогріву.

Технологічні фактори вибору режимів тепловологої обробки.

**Література [5, с.44-64; 6, с.І 27 206; 7, с.343].**

#### ***ЗМ 3.3. Обладнання тепловологої обробки періодичної дії: ямні камери, стенди, термоформи. Установки безперервної дії: щільові, тунельні камери***

Конструктивні і технологічні особливості установок тепловологої обробки.

Схеми паропостачання теплових установок.

**Література [5, с.64-105; 6, с.127-206; 7, с.345-382]].**

#### ***Практичні заняття до ЗМЗ***

Розрахунок прогріву виробу. Розрахунок екзотермії в'язучого. Розрахунок комплексної теплопередачі. Розрахунок паровипускного сопла.

### *Лабораторні заняття до ЗМЗ*

Визначення коефіцієнта теплообміну при конвективному процесі.  
Підготовка до роботи, виконання, захист.

### *Самостійна робота студента до ЗМЗ*

Опрацювання змістовних модулів.

### *Індивідуальна робота під керівництвом викладача до ЗМЗ*

Виконання курсової роботи.

### *Модульний контроль до ЗМЗ*

Захист курсової роботи.

## **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 4**

### **Електротермообробка бетону.**

#### **Теплова обробка будівельних матеріалів і виробів**

#### ***ЗМ 4.1. Електропрогрів бетону. Електродний, інфрачервоний, індукційний прогрів. Теплові способи прискорення твердіння бетону в технології монолітного бетонування***

Стрижневі, полосові та площинні електроди. Попередній розігрів заповнювачів та бетонної суміші. Метод «Термоса», тепляки, гріюча опалубка.

**Література [5, с. 106-114,118-130; 6, с.123; 7, с.383-387].**

#### ***ЗМ 4.2. Устаткування для сушіння матеріалів і виробів.***

#### ***Класифікація, режими, конструкції. Барабанні, шахтні, тунельні сушарки***

Сушарки для рідинних, сипучих матеріалів, формованих і пресованих виробів.

Принцип «прямотечії» і «протитечії».

**Література [5, с.186-213;7, с.176-211].**

#### ***ЗМ 4.3. Установки високотемпературної обробки. Печі для спучування, випалу, розплаву. Класифікація, режими, конструкції.***

Установка для випалу в'язучих. Шахтні печі, обертові барабани; випал в «кип'ячому» шарі; печі для спучування; пневмомлинові установки.

**Література [5, с.214-260; 7, с.215-260].**

#### ***ЗМ 4.4. Основні принципи розрахунку теплових установок. Теплові баланси***

Розрахунок розмірів установок, їх виробничої потужності; витрат теплоти.

Література [6, с.136-160,210, 265-277; 7, с.127-178; 8, с.212,227, 388-405].

#### ***ЗМ4.5. Аеродинамічний розрахунок теплових установок.***

##### ***Вибір вентиляторів, димососів, фільтрів***

Визначення кількості повітря, аеродинамічних опорів, розрахункової потужності вентилятора або димососу.

Література [6,с.18-26; 6, с.34-65; 8, с.51-77].

##### *Практичні заняття до ЗМ4*

Розрахунок ямної камери паропрогріву. Розрахунок аеродинамічного опору систем. Визначення потужності вентилятора. захист розрахункових робіт.

##### *Лабораторні заняття до ЗМ4*

Визначення параметрів сушильного процесу. Підготовка, виконання, захист. Визначення аеродинамічних характеристик установок.

##### *Самостійна робота студента до ЗМ4*

Виконання курсової роботи.

##### *Індивідуальна робота під керівництвом викладача до ЗМ4*

Захист курсової роботи.

## **2. РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНІ ВПРАВИ ТА ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ**

### **Зміст і терміни виконання індивідуального завдання до ЗМ1**

Назва і зміст роботи	Терміни (чверть, тиждень)	
Термодинамічні процеси в газах	видачі роботи	захисту роботи
	11 чверть	11 чверть

### **Зміст і терміни виконання індивідуального завдання до ЗМ2**

Назва і зміст роботи	Терміни (чверть, тиждень)	
Розрахунок нестационарного теплообміну при тепловологій обробці бетонних виробів	видачі роботи	захисту роботи
	12 чверть	12 чверть

### **Зміст і терміни виконання розрахунково-графічної курсової роботи до ЗМ3**

Назва і зміст роботи	Терміни (чверть, тиждень)	
Розрахунок та проектування установок теплової обробки будівельних матеріалів і виробів	видачі роботи	захисту роботи
	13 чверть	14 чверть

### 3. ЗАСОБИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПОТОЧНОГО, МОДУЛЬНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

**Поточний контроль** здійснюється під час проведення лабораторних і практичних занять.

**Модульний контроль** здійснюється під час захисту індивідуальних завдань, заліків і захисту курсової роботи.

До захисту лабораторних робіт допускаються студенти, які були присутні і повністю виконали завдання.

До захисту курсового проекту допускаються студенти, які повністю виконали розрахункову і графічну складові проекту, без помилок, або з виправленими помилками.

**Підсумковий (семестровий) контроль** призначений для студентів, які бажають підвищити свій рейтинг, і здійснюється у формі письмових відповідей на запитання, які визначені робочою програмою.

### 4. ПРИКЛАДИ ТИПОВИХ ЗАДАЧ ТА КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДО МОДУЛЬНИХ КОНТРОЛІВ

#### *Запитання до змістовного модуля 1*

1. Термодинаміка – як наука.
2. Основні визначення термодинаміки (робоче тіло, газ, параметри стану).
3. Теплоємність (об'ємна, масова, ізобарна).
4. Перший закон термодинаміки.
5. Другий закон термодинаміки.
6. Ентропія і цикл Карно.
7. Термодинамічні процеси з газами: ізохорний, ізобарний, адіабатичний.
8. Водяна пара, фазові переходи.
9. Вологе повітря: вологість, вологовміст.
10.  $i-d$  діаграма вологого повітря.
11. Основні процеси в  $i-d$  діаграмі.

#### *Запитання до змістовного модуля 2*

1. Закон газового стану.
2. Види тиску (геометричний, статичний, динамічний) в газах.

3. Розрахунок опору при переміщенні газів.
4. Розрахунок передачі тепла випромінюванням (теплоносій-газ).
5. Інфрачервоне випромінювання. Розрахунок теплоти, отриманої поверхнею за рахунок випромінювання.
6. Тепловіддача конвекцією. Критеріальні залежності.
7. Передача теплоти теплопровідністю при стаціонарному процесі.
8. Розрахунок нестационарного теплового процесу.
9. Графічне відображення температурного поля.
10. Основний закон переносу вологи.
11. Характерні періоди процесу сушіння.

### ***Запитання до змістовного модуля 3***

1. Основні показники роботи теплових установок.
2. Розрахунок теплоти, акумульованої огороженням установок.
3. Екзотермія в'язучих.
4. Режим теплової обробки, його вибір.
5. Метод складання тепловою балансу.
6. Класифікація установок теплового обробки.
7. Ямні пропарювальні камери.
8. Пропарювальні стенди.
9. Горизонтальні термоформи, пакетувальник.
10. Вертикальні термоформи, касети.
11. Автоклавні установки.
12. Установки безперервної дії.

### ***Запитання до змістовного модуля 4***

1. Електроволога обробка бетону. Електродний інфрачервоний індукційний прогрів. Теплове устаткування в монолітному будівництві.
2. Основні принципи розрахунку теплових установок.
3. Типи і характеристики вентиляторів, вибір вентиляторів.
4. Аеродинамічний розрахунок теплових установок.
5. Автоматизація установок періодичної дії.
6. Автоматизація установок безперервної дії.
7. Диспетчерський графік подачі теплоносія.
8. Визначення витрати теплоти на опалення, вентиляцію, побутові потреби на об'єктах будівельної індустрії.

9. Класифікація установок для сушіння будівельних матеріалів і виробів.
10. Схеми установок для сушіння будівельних матеріалів і виробів.
11. Класифікація установок високотемпературної обробки та випалення.
12. Схеми установок високотемпературної обробки та випалювання.

## **5. ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ (ЕКЗАМЕНУ)**

1. Принципи розрахунку установок тепловологої обробки періодичної дії.
2. Варіанти сушильного процесу.
3. Вимоги охорони праці і техніки безпеки при тепловій обробці.
4. Головні показники роботи теплових установок, шляхи підвищення їх ефективності.
5. Ямні пропарювальні камери. Особливості теплообміну в ямних камерах, конструктивні елементи.
6. Закони газового стану.
7. Особливості тепло - і вологообміну при тепловологій обробці.
8. Перспективи розвитку промисловості збірного залізобетону і монолітного домобудування.
9. Визначення параметрів прогріву повітря для сушильних установок.
10. Теплова обробка монолітного бетону.
11. Техніко-економічна оцінка теплових установок.
12. Устаткування для очистки газів від пилу.
13. Принципи розрахунку вентиляторів.
14. Класифікація пічних установок.
15. Вибір режиму тепловологої обробки.
16. Види теплоносіїв для теплової обробки.
17. Формули перерахунку характеристик вентилятора.
18. Класифікація установок для тепловологої обробки.
19. Касетні установки. Особливості теплової обробки.
20. Розрахунок передачі теплоти випромінюванням (теплоносій-газ).
21. Теоретичні основи тепловологої обробки.
22. Автоматизація режиму теплової обробки в пропарювальних камерах.

23. Інфрачервоне випромінювання. Розрахунок теплоти, що передано поверхні.
24. Теплова обробка в касетних установках. Підвищення рівномірності прогріву.
25. Тепловіддача конвекцією.
26. Розрахунок установок безперервної дії.
27. Обробка бетонних виробів інфрачервоним промінням. Індукційний прогрів.
28. Передача теплоти теплопровідністю при стаціонарному процесі.
29. Визначення витрат теплоти на опалення, вентиляцію та побутові потреби на об'єктах будівельної індустрії.
30. Електротепловолога обробка бетонів, електродний прогрів.
31. Розрахунок нестационарного температурного поля.
32. Конструктивні елементи автоклавів. Режим теплової обробки.
33. Диспетчерський графік подачі теплоти технологічним споживачам.
34. Особливості теплової обробки виробів в касетах.
35. Теплова обробка в камерах безперервної дії.
36. Графічне відображення температурного поля в бетоні (метод Гербера-Ерка).
37. Основний закон переносу вологи.
38.  $I-d$  діаграма, задачі по сушильному процесу
39. Складання схеми аеродинамічного розрахунку теплової установки.
40. Схожість і різниці систем паропостачання ямних камер і стендів паропрогріву.
41. Графічне відображення поля температур в матеріалі.
42. Автоматизація роботи автоклавів.
43. Шляхи економії теплової енергії на підприємствах будівельної індустрії.
44. Теплові баланси установок.
45. Основний закон переносу вологи.
46. Автоматизація установок безперервної дії.

## 6. ПЕРЕЛІК ЗАДАЧ ДО ЕКЗАМЕНУ

1. Задача Розрахувати кількість теплоти, акумульованої огороженнями камери за 2 год прогріву від 20 до 90 °С стіни з бетону  $\rho$  2200 кг/м<sup>3</sup>,  $\lambda=1,2$  Вт/м°С,  $c=0,84$  кг°С.
2. Розрахунок установки тепловологої обробки.
3. Розрахунок екзотермії цементу. Вплив різних факторів на її величину.
4. Розрахунок температурного поля в бетоні з урахуванням внутрішнього джерела теплоти.
5. *I-d*- діаграма і задачі до неї.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *ДБН А 3.1. 8-96*. Проектування підприємств з виробництва залізобетонних виробів.
2. *ДБН Г 1-6-96*. Тимчасові норми розрахунку витрати теплової енергії при тепловій обробці бетонних і залізобетонних виробів.
3. *ДБН Г 1-7—97*. Тимчасові норми розрахунку витрати теплової та електричної енергії при виробництві цегли і каменів керамічних.
4. *ДБН Г 1-8-2000*. Норми розрахунку витрат палива, теплової та електричної енергії при виробництві вапна, цегли і каменів силікатних.
5. *Гоц В.І.* Теплові процеси та установки у виробництві будівельних конструкцій, виробів і матеріалів: підручник / В.І Гоц, В.М. Кокшаров, В.В. Павлюк, С.А. Тимошенко. – К.: Основа, 2014. – 360 с.
6. *Кокшарев В.А.* Тепловые установки / В.А. Кокшарев, А.А. Кучеренко. – К.: Вища шк., 1990. – 335 с.
7. *Кучеренко А.А.* Тепловые установки сборного железобетона. – К.: Вища шк., 1977. – 280 с.
8. *Вознесенский А.А.* Тепловые установки в производстве строительных материалов и изделий. – М.: Стройиздат, 1964.
9. *Драганов Б.Х.* Теплотехніка / Б.Х. Драганов, А.А. Долинський. – К. 2005. – 501 с.
10. *Недужий П.А., Алабовский А.Н.* Техническая термодинамика и теплопередача / П.А. Недужий, А.Н. Алабовский. – К: Вища шк., 1990.

**Для нотаток**

Навчально-методичне видання

# **ТЕПЛОВІ ПРОЦЕСИ І УСТАНОВКИ У ВИРОБНИЦТВІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І ВИРОБІВ**

Методичні вказівки  
до вивчення дисципліни  
для студентів спеціальності  
192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
освітньої програми «Технологія будівельних конструкцій,  
виробів і матеріалів»

Укладачі: **АЗУТОВ** Володимир Павлович

Видавничий редактор *В.С. Сасько*  
Комп'ютерне верстання *Д.М. Ніколаєвич*

Підписано до друку 08.05.2023. Формат 60x84<sub>1/16</sub>  
Ум. друк. арк. 1,16. Обл.-вид. арк. 1,25.  
Електронний документ. Вид. № 44/III-23

Видавець і виготовлювач:  
Київський національний університет будівництва і архітектури  
Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03037

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів  
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.