

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Кафедра інженерних технологій харчових виробництв

« ЗАТВЕРДЖУЮ »  
Завідувач кафедри

 Рожкова Л.Г.

“ 18 ” 06 2019р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

БВЗ. 2.1.07. «Теплотехніка»

Спеціальність: 181 *Харчові технології.*

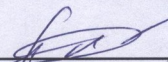
Факультет: *Харчових технологій*

2019 – 2020 навчальний рік



Робоча програма з дисципліни «Теплотехніка» для студентів за спеціальністю: 181 «Харчові технології».


Розробник: к.т.н., доцент Рожкова Л.Г.


()  
підпис

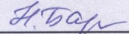
Робочу програму схвалено на засіданні кафедри інженерних технологій харчових виробництв  
Протокол від " 20 "травня 2019року № 14

Завідувач кафедри ІТХВ  Рожкова Л.Г.

Погоджено:

Декан факультету  О.В.Радчук  
на якому викладається дисципліна

Декан факультету  О.В.Радчук  
до якого належить кафедра

Методист методичного відділу <sup>навчальний</sup>  \_\_\_\_\_

Зареєстровано в електронній базі: дата: 18.06 2019р.

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів: – 3	Галузь знань: <b>0517 «Харчова промисловість та переробка сільськогосподарської продукції»</b>	<b>Нормативна</b>
Модулів – 2	<b>Спеціальність: 181 Харчові технології.</b>	<b>Рік підготовки:</b>
Змістових модулів: 6		<b>2019-2020й</b>
Загальна кількість годин: - 90		<b>Курс</b>
		<b>2</b>
		<b>Група</b>
		<b>ХТІ</b>
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента: 3.	<b>Семестр</b>	
	<b>3</b>	
	<b>Лекції</b>	
	14 год.	
	<b>Лабораторні</b>	
	30 год.	
	<b>Самостійна робота</b>	
46 год.		
	<b>Індивідуальні завдання:</b>	
	0	
	Вид контролю:	
	<b>Комп'ютерне тестування, усне опитування, письмові контрольні, захист РГЗ, екзамен.</b>	

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить в % (годинах): - ~50/50 (46/44).

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

- **Мета:** формування об'єму теоретичних і практичних знань щодо термодинамічних та теплових процесів, теплообмінного та холодильного обладнання, ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів, використання вторинних енергоресурсів та альтернативних джерел енергії, зокрема у харчовому виробництві.
- **Завдання:** вивчення законів термодинаміки, закономірностей протікання термодинамічних і теплових процесів, засвоєння методів розрахунку процесів, а також теплообмінного обладнання; вивчення методів використання вторинних енергоресурсів і альтернативних джерел енергії.

**У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:**

**знати :**

предметну область дисципліни, сучасну інформацію з дисципліни, теоретичні основи технічної термодинаміки, основні поняття і закони термодинаміки, основні термодинамічні процеси ідеальних газів та суміші газів, ідеальний цикл Карно, термодинамічні процеси реальних газів, процес стиснення газів у компресорах, цикл паросилової установки, цикл двигунів внутрішнього згорання; цикли холодильних установок, основи теорії теплообміну, види теплообміну, складний теплообмін, теплопередачу, основи розрахунків теплообмінних апаратів, їх класифікацію; засвоїти основи теорії горіння та характеристики палива, відомості про виробництво теплової енергії, промислові теплоенергетичні установки; знати теоретичні основи та будову холодильних машин а також види вторинних енергоресурсів і альтернативних джерел енергії та способи їх використання; розуміти місце дисципліни в професійній діяльності, тобто усвідомлювати суть технологічних процесів виробництва харчових продуктів.

**вміти:**

абстрактно і системно мислити, аналізувати та критично осмислювати основні теорії, принципи та методи термодинаміки, розв'язувати конкретні прикладні задачі на основі отриманих знань і аналізу сучасної інформації з термодинаміки, виявляти ініціативу та підприємливість, проводити дослідження на відповідному рівні, обробляти результати, обґрунтовувати пропозиції щодо впровадження інновації, знаходити теплофізичні властивості робочих тіл, розраховувати параметри стану газів та їх сумішей, визначати середню теплоємність газів та їх сумішей; розраховувати термодинамічні процеси ідеальних газів та суміші газів; визначати параметри термодинамічних процесів реальних газів; розраховувати процеси теплообміну; визначати коефіцієнти тепловіддачі, розраховувати коефіцієнти теплопередачі, середньої рушійної сили; розраховувати поверхню теплообміну у теплообмінних апаратах, уміти визначати теплоту згорання палива, його склад, розраховувати кількість енергії, що виробляється промисловими енергетичними установками.

### **3. Програма навчальної дисципліни затверджена Вченою радою СНАУ протокол № 18 від 26. 06. 2017 р.**

#### **Змістовий модуль 1. Технічна термодинаміка.**

**Тема 1. Основні поняття та визначення. Газові закони.** . Ідеальні та реальні гази. Основні параметри робочого тіла. Кіломоль, закон Авогадро. Рівняння стану ідеального газу. Суміш газів.

**Тема 2. Перший закон термодинаміки.** Рівноважний і нерівноважний стан газу. Поняття про термодинамічний процес. Робота газу. Внутрішня енергія газу. Сутність першого закону термодинаміки.

**Тема 3. Теплоємність газів.** Поняття теплоємності. Залежність теплоємності від температури. Істинна і середня теплоємність. Питома теплоємність газової суміші.

#### **Змістовий модуль 2. Технічна термодинаміка.**

**Тема 1. Другий закон термодинаміки.** Поняття про круговий процес. Цикл Карно. Сутність другого закону термодинаміки. Поняття ентропії. Теплова діаграма T-S. Основні термодинамічні процеси на діаграмі T-S. Поняття ексергії.

**Тема 2. Термодинамічні процеси ідеальних газів.** Ізохорний процес. Ізобарний процес. Ізотермічний процес. Адіабатний процес. Політропний процес.

#### **Змістовий модуль 3. Технічна термодинаміка. Теорія тепло- та масообміну. Виробництво теплової енергії. Промислові теплоенергетичні установки**

**Тема 1. Термодинамічні процеси реальних газів. Водяна пара.** Загальні властивості. Основні параметри води і водяної пари. Діаграма *i-s* водяної пари. Вивчення *i-s* діаграми і розрахунок параметрів водяної пари

**Тема 2. Вологе повітря.** Властивості вологого повітря. Вивчення *i-d* діаграми і розрахунок параметрів вологого повітря.

#### **Тема 3. Компресори. Газові цикли.**

1. Призначення та класифікація компресорів.

2. Роботу стиску і коефіцієнт корисної дії (ККД) компресора.

**Тема 4 Цикли паросилової установки.** Принципова схема паросилової установки. Ідеальний цикл і ККД паросилової установки

#### **Змістовий модуль 4. Технічна термодинаміка. Теорія тепло- та масообміну. Виробництво теплової енергії. Промислові теплоенергетичні установки.**

**Тема 1. Основні поняття та визначення і види теплообміну.** Загальні властивості. Теплопровідність через плоску і циліндричну стінки. Теплопровідність через багатощарову стінку. Конвективний теплообмін. Теорія подібності. Променистий теплообмін. Поняття складного теплообміну.

**Тема 2. Теплопередача. Теплообмінні апарати. Холодильні установки.** . Види теплообмінних апаратів. Типи рекуперативних теплообмінників. Розрахунок поверхні нагрівання. Застосування холоду в народному господарстві. Парові компресійні холодильні машини. Цикл компресійної холодильної машини. Абсорбційні холодильні установки.

**Змістовий модуль 5. Технічна термодинаміка. Теорія тепло- та масообміну. Виробництво теплової енергії. Промислові теплоенергетичні установки**

**Тема 1. Паливо і його горіння.** Складові частини палива. Сутність процесу горіння. Кількість повітря, необхідного для повного згорання палива. Теплота згорання палива, умовне паливо. Температура згорання палива і її визначення. Коротка характеристика палива. Переробка твердого палива. Спалювання палива

**Тема 2. Промислові котельні установки.** Основні характеристики та устрій котельних установок. Тепловий баланс і ККД котельної установки. Розрахунок кількості палива для котельної установки. Вимоги до води, що іде на живлення до котельної установки.

**Тема 3. Парові турбіни.** Устрій та принцип роботи парової турбини. Зображення робочого процесу *i-s* діаграми. ККД парової турбини

**Змістовий модуль 6. Технічна термодинаміка. Теорія тепло- та масообміну. Виробництво теплової енергії. Промислові теплоенергетичні установки**

**Тема 1. Двигуни внутрішнього згорання.** Класифікація ДВЗ. Цикли ДВЗ. Потужність ДВЗ

**Тема 2. Енергопостачання підприємств. Основи енергозбереження.** Витрати теплової енергії та шляхи зменшення витрат. Вторинні енергоресурси, їх джерела та використання. Альтернативні та поновлювальні джерела енергії.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма: ТМЛ, ТМЯ					
	усього	У тому числі				
лк		пр	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Модуль 1. Технічна термодинаміка.</b>						
<b>Змістовий модуль 1. Технічна термодинаміка.</b>						
<b>Тема 1.</b> Основні поняття та визначення. Газові закони.	6	2		2		2
<b>Тема 2.</b> Перший закон термодинаміки. <b>Тема 3.</b> Теплоємність газів.	12	2		4		6
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>18</b>	<b>4</b>		<b>6</b>		<b>8</b>
<b>Змістовий модуль 2. Технічна термодинаміка.</b>						
<b>Тема 4.</b> Другий закон термодинаміки.	5	2				3
<b>Тема 5.</b> Термодинамічні процеси ідеальних газів.	8	2		4		2
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>13</b>	<b>4</b>		<b>4</b>		<b>5</b>
<b>Усього годин за першим модулем</b>	<b>31</b>	<b>8</b>		<b>10</b>		<b>13</b>
<b>Модуль 2 . Технічна термодинаміка. Теорія тепло- та масообміну. Виробництво теплової енергії. Промислові теплоенергетичні установки</b>						
<b>Змістовий модуль1. Технічна термодинаміка. Теорія тепло- та масообміну. Виробництво теплової енергії. Промислові теплоенергетичні установки</b>						
<b>Тема 6.</b> Термодинамічні процеси реальних газів. Водяна пара.	11	2		6		3
<b>Тема 7.</b> Вологе повітря.	2					2
<b>Тема 8.</b> Компресори. Газові цикли.	2					2
<b>Тема 9.</b> Цикли паросилових установок.	1					1
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>16</b>	<b>2</b>		<b>6</b>		<b>8</b>
<b>Змістовий модуль 2. Технічна термодинаміка. Теорія тепло- та масообміну. Виробництво теплової енергії. Промислові теплоенергетичні установки</b>						

<b>Тема 10.</b> Основні поняття та визначення і види теплообміну.	8	2		2		4
<b>Тема 11.</b> Теплопередача. Теплообмінні апарати. Холодильні установки.	16	2		6		8
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>24</b>	<b>4</b>		<b>8</b>		<b>12</b>
<b>Змістовий модуль 3. Технічна термодинаміка. Теорія тепло- та масообміну. Виробництво теплової енергії. Промислові теплоенергетичні установки</b>						
<b>Тема 12.</b> Паливо і його горіння.	7			4		3
<b>Тема 13.</b> Промислові котельні установки.	8			2		6
<b>Тема 14.</b> Парові турбіни.	1					1
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>16</b>			<b>6</b>		<b>10</b>
<b>Змістовий модуль 4. Технічна термодинаміка. Теорія тепло- та масообміну. Виробництво теплової енергії. Промислові теплоенергетичні установки.</b>						
<b>Тема 15.</b> Двигуни внутрішнього згорання.	1					1
<b>Тема 16.</b> Енергопостачання підприємств. Основи енергозбереження.	2					2
<b>Разом за змістовим модулем 4</b>	<b>3</b>					<b>3</b>
<b>Усього годин за другим модулем</b>	<b>59</b>	<b>6</b>		<b>20</b>		<b>33</b>
<b>Усього годин за першим і другим модулями</b>	<b>90</b>	<b>14</b>		<b>30</b>		<b>46</b>

#### 5. Теми та план лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<b>Тема 1. Основні поняття та визначення. Газові закони.</b> <b>План</b> 1. Ідеальні та реальні гази. 2. Основні параметри робочого тіла. 3. Кіломоль, закон Авогадро. 4. Рівняння стану ідеального газу. 5. Суміш газів.	2
2	<b>Тема 2. Перший закон термодинаміки.</b> <b>План</b> 1. Рівноважний і нерівноважний стан газу. 2. Поняття про термодинамічний процес. 3. Робота газу. Внутрішня енергія газу. Сутність першого закону термодинаміки. <b>Тема 3. Теплоємність газів.</b> <b>План</b> 1. Поняття теплоємності. 2. Залежність теплоємності від тиску і температури. Істинна і середня теплоємність.	2
3	<b>Тема 4. Другий закон термодинаміки.</b> <b>План</b> 1. Поняття про круговий процес. 2. Цикл Карно. 3. Сутність другого закону термодинаміки. Поняття ентропії. 4. Теплова діаграма T-S. Основні термодинамічні процеси на діаграмі T-S.	2
4	<b>Тема 5. Термодинамічні процеси ідеальних газів.</b> <b>План</b> 1. Ізохорний процес. 2. Ізобарний процес. 3. Ізотермічний процес.	2

	4. Адіабатний процес. 5. Політропний процес.	
5	<b>Тема 6. Термодинамічні процеси реальних газів. Водяна пара.</b> <b>План</b> 1. Загальні властивості. 2. Основні параметри води і водяної пари. 3. Діаграма $i-s$ водяної пари.	2
6	<b>Тема 7. Основні поняття та визначення і види теплообміну.</b> <b>План</b> 1. Загальні властивості. 2. Теплопровідність через плоску і циліндричну стінки. 3. Теплопровідність через багат шарову стінку 4. Конвективний теплообмін. 5. Променистий теплообмін. 6. Поняття складного теплообміну.	2
7	<b>Тема 8. Теплопередача. Теплообмінні апарати. Холодильні установки.</b> <b>План</b> 1. Види теплообмінних апаратів. 2. Розрахунок поверхні нагрівання теплообмінників. 3. Застосування холоду в народному господарстві. 4. Парові компресійні холодильні машини. Цикл компресійної холодильної машини. 5. Абсорбційні холодильні установки.	2
	<b>Разом</b>	<b>14</b>

#### 6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні поняття та визначення. Газові закони.	2
2	Теплоємність газів.	2
3	Теплоємність газів.	2
4	Термодинамічні процеси ідеальних газів.	2
5	Термодинамічні процеси ідеальних газів.	2
6	Термодинамічні процеси реальних газів. Водяна пара.	2
7	Термодинамічні процеси реальних газів. Водяна пара.	2
8	Термодинамічні процеси реальних газів. Водяна пара.	2
9	Основні поняття та визначення і види теплообміну.	2
10	Теплопередача. Теплообмінні апарати. Холодильні установки.	2
11	Теплопередача. Теплообмінні апарати. Холодильні установки.	2
12	Теплопередача. Теплообмінні апарати. Холодильні установки.	2
13	Паливо і його горіння.	2
14	Паливо і його горіння.	2
15	Виробництво теплової енергії та штучного холоду.	2
	<b>Разом</b>	<b>30</b>

#### 7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин: ХТІ
1	<b>Основні поняття та визначення. Газові закони.</b> Суміші.	2
2	<b>Перший закон термодинаміки</b>	2
3	<b>Теплоємність газів.</b>	4
4	<b>Другий закон термодинаміки.</b> Поняття ексергії.	3
5	<b>Термодинамічні процеси ідеальних газів.</b>	2
6	<b>Термодинамічні процеси реальних газів.</b> Вивчення $i-s$ діаграми і розрахунок параметрів водяної пари	3
7	<b>Вологе повітря.</b> Властивості вологого повітря. Вивчення $i-d$ діаграми і розрахунок параметрів вологого повітря.	2
8	<b>Компресори. Газові цикли.</b> 1. Призначення та класифікація компресорів. 2. Роботу стиску і коефіцієнт корисної дії (ККД) компресора.	2
9	<b>Цикли паросилових установок.</b> Принципова схема паросилової установки. Ідеальний цикл і ККД паросилової установки	1
10	<b>Основні поняття та визначення і види теплообміну.</b> Теорія подібності.	4
11	<b>Теплопередача. Теплообмінні апарати. Холодильні установки.</b>	8
12	<b>Паливо і його горіння.</b> Кількість повітря, необхідного для повного згорання	3

	палива.	
13	<b>Промислові котельні установки.</b> Основні характеристики та устрій котельних установок. Тепловий баланс і ККД котельної установки. Розрахунок кількості палива для котельної установки. Вимоги до води, що іде на живлення до котельної установки.	6
14	<b>Парові турбіни.</b> Устрій та принцип роботи парової турбіни. Зображення робочого процесу <i>i-s</i> діаграми. ККД парової турбіни	1
15	<b>Двигуни внутрішнього згорання.</b> Класифікація ДВЗ. Цикли ДВЗ. Потужність ДВЗ	1
16	<b>Енергопостачання підприємств. Основи енергозбереження.</b> Витрати теплової енергії та шляхи зменшення витрат. Вторинні енергоресурси їх джерела та використання. Альтернативні та поновлювані джерела енергії.	3
	Разом	46

## 8. Методи навчання

### 1. Методи навчання за джерелом знань:

- 1.1. Словесні: лекція, пояснення, розповідь.
- 1.2. Наочні: демонстрація, ілюстрація.
- 1.3. Практичні: лабораторний метод, практична робота.

### 2. Методи навчання за характером логіки пізнання:

- 2.1. Аналітичний метод.

### 3. Методи навчання за характером та рівнем самостійної розумової діяльності студентів:

- 3.1. Проблемний метод.
- 3.2. Пояснювально – демонстративний метод.

**4. Активні методи навчання** – використання технічних засобів навчання, екскурсії, заняття на виробництві, самооцінка знань.

**5. Інтерактивні технологічні навчання** – використання мультимедійних технологій, інтерактивної дошки.

## 9. Методи контролю

1. Рейтинговий контроль за 100-бальною шкалою оцінювання ЄКТС.
2. Проведення проміжного контролю протягом семестру (проміжна атестація)
3. Полікритеріальна оцінка поточної роботи студентів:
  - рівень знань, продемонстрований на практичних заняттях;
  - активність під час обговорення питань, що винесені на заняття;
  - самостійне опрацювання теми в цілому чи окремих питань;
  - результати тестування

## 10. Розподіл балів, які отримують студенти:

### Залік

Поточне тестування та самостійна робота										та СРС	Ате- стація	Сума
Модуль 1 – 35 балів					Модуль 2 – 35 балів							
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2		Змістові модулі 3 - 4		Змістові модулі 5 - 6					
T1	T2	T3	T4	T5	T6...9	T10... 11	T12.. 13	T14 ...15	T16	85 (70+15)	15	100
7	7	7	7	7	7	7	7	7				

### Екзамен

Поточне тестування та самостійна робота				Ате- стація	Підсумко	Сума
Модуль 1 – 15 балів		Модуль 2 – 25 балів				
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Змістові модулі 3 - 4	Змістові модулі 5 - 6			



												Разом за модулі та СРС		вий тест - екзамен	
T1	T2	T3	T4	T5	T6...9	T10...11	T12..13	T14 ... 15	T16	55 (40+15)		15	30	100	
2	3	2	4	4	5	5	5	5	5						

### 11. 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	
75-81	<b>C</b>		
69-74	<b>D</b>	задовільно	
60-68	<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

### 12. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки з дисципліни по виконанню розрахунково-графічної роботи, лабораторно – практичних робіт та самостійної роботи, навчально – методичний комплекс.

### 13. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

#### Базова

1. Теплотехніка /[Драганов Б. Х., Бессараб О. С., Долінський А. А. та ін.]. - К. : ШКОС, 2005.-400 с

#### Додаткова

.2. Теплотехніка /[Швець І. Т. та ін.]. - К. : Вища шк., 1976. - 520 с.

3.Сборник задач по процессам теплообмена в пищевой и холодильной промышленности /[Данилова Г. Н и др.]. - М. Пищ. пром-сть. 1976. 240 с.

4.Богданов С. Н. Задачник по термодинамическим расчетам в пищевой и холодильной промышленности / С. Н. Богданов, А. В. Куприянова. - М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1983. - 144 с.

5.Теплотехника/ [под ред. И. Н. Сушкина]. -М.:Металлургия, 1973,- 480 с.

6.Краснощеков Е. А. Задачник по теплопередаче / Е. А. Краснощеков, А С. Сукомел. - М.: Энергия, 1980. - 287 с.

7.Теплотехника / [псд ред. А. П. Баскакова]. - М. : Энергоатомиздат, 1991. -224 с.

8.Теплотехника / [под ред. С. М. Константинова]. -К.: Высш. шк., 1985. -256 с.

### 14. Інформаційні ресурси

1.Teplotehnika.dp.ua/

2. Twirpx.com. Теплотехніка  
3.Dic. academic. Ru