

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра енергетики та електротехнічних систем

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

«Енергетика в АПК»

“ ___ ” _____ 2020 р.


_____ **А.В. Чепіжний**

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ (СІЛАБУС)

11. ТЕПЛОТЕХНІКА

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

Освітня програма: 208 «Агроінженерія»

Галузь знань: 20 «Аграрні науки та продовольство»

Інженерно-технологічний факультет

2020-2021 навчальний рік

Робоча програма з навчальної дисципліни *Теплотехніка* для студентів 2 курсу спеціальності «Агроінженерія» денної форми навчання та 4 курсу заочної форми навчання.

Розробники: ст. викладач



Ю.В. Сіренко

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри енергетики та електротехнічних систем.

Протокол № 20 від "08 " червня 2020 року.

Завідувач кафедри енергетики та електротехнічних систем,

к.т.н., доцент



А.В. Чепіжний

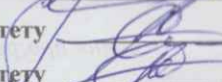
Погоджено:

Гарант освітньої програми



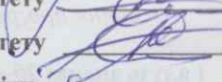
О.А. Саржанов

Декан інженерно-технологічного факультету



М.Я. Довжик

Декан інженерно-технологічного факультету



М.Я. Довжик

Методист навчального відділу якості освіти,



І.М. Вакаліук

ліцензування та акредитації

Зареєстровано в електронній базі: дата: 06.07. 2020 р.

© СНАУ, 2020 рік

© Сіренко Ю.В., 2020 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань: (шифр і назва) для 2 курсу ОС «Бакалавр» галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольства»	<i>Нормативна</i>	
Модулів – 2	Спеціальність: (шифр і назва) – 208 «Агроінженерія»	Рік підготовки:	
Змістових модулів: 4		2020-2021 й	2020-2021 й
Індивідуальне науково-дослідне завдання:		Курс	
		2-й	4-й
Загальна кількість годин - 120		Семестр	
		4-й	7-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 4		Лекції	
		30 год.	10 год.
		Практичні, семінарські	
			12 год.
	Лабораторні		
	30 год.		
	Самостійна робота		
	60 год.	98 год.	
Індивідуальні завдання: Розрахунок РГР.			
Вид контролю: <i>екзамен.</i>			

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить (100%):

для денної форми навчання - 50/ 50 (60/60)

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: Мета вивчення дисципліни - це дати глибокі знання з теоретичних основ теплотехніки, теплообміну та раціонального використання тепла та теплотехнічного обладнання в сільському господарстві. Вивчення цього курсу є передумовою успішного вивчення ряду спеціальних дисциплін, що формують кваліфікацію інженера-механіка.

Завдання: Освоєння курсу теплотехніки передбачає надати майбутньому спеціалізовані знання і навички творчого підходу до визначення технологічних процесів з мінімальними витратами енергоресурсів і перш за все паливних матеріалів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати:

Фізичну сутність теплових явищ і процесів; теоретичні основи процесів, які використовуються в теплових машинах і установках; шляхи найбільш ефективного використання теплотехнічного обладнання. Принципи будови і роботи теплогенеруючих та тепловикористовуючих установок; методи розрахунку та проектування пристроїв та установок для тепло забезпечення сільськогосподарських об'єктів.

вміти:

Аналізувати стан теплогенеруючих установок та приймати рішення по підвищенню ефективності їх роботи; мати добре уявлення та практичні навички по раціональному використанню теплоти в сільському господарстві. Приймати рішення в питаннях тепlopостачання в сільськогосподарському виробництві; ефективно і економічно витрачати паливно-енергетичні ресурси при тепlopостачанні сільськогосподарських об'єктів; виявляти і використовувати вторинні (відновлювальні) енергетичні ресурси.

1. Програма навчальної дисципліни

(Вчена рада СНАУ протокол №11 від 7 липня 2014 р.)

Змістовий модуль 1. Теоретичні основи теплотехніки.

Тема 1. Теплотехніка, основні поняття та визначення. Вступ до курсу. Робоче тіло і параметри його стану. Поняття про робоче тіло. Параметри стану робочого тіла. Рівняння стану ідеального і реального газів. Рівняння стану. Газові суміші. Поняття про газову суміш. Визначення основних термодинамічних характеристик газової суміші. Теплоємність газів. Поняття про теплоємність газу. Визначення кількості теплоти через теплоємність. Теплоємність газової суміші. Визначення кількості теплоти в термодинамічному процесі.

Тема 2. Перший закон термодинаміки. Основні термодинамічні процеси. Перший закон термодинаміки. Основні термодинамічні процеси, що використовуються в теплотехнічних установках. Визначення і аналіз параметрів та термодинамічних характеристик в основних термодинамічних процесах. Суть 1-го закону термодинаміки та його аналітичний вираз. Поняття про термодинамічний процес. Політропний процес і його узагальнююче значення. Коротка характеристика заданого термодинамічного процесу.

Тема 3. Другий закон термодинаміки, теоретичні цикли ДВЗ та ГТУ. Другий закон термодинаміки. Теоретичні цикли двигунів внутрішнього згоряння

(ДВЗ). Теоретичний цикл карбюраторного двигуна. Теоретичний цикл сучасного дизельного двигуна. Робота і ККД циклів. Середній індикаторний тиск і індикаторна потужність ДВЗ. Середній ефективний тиск і ефективна потужність ДВЗ. Годинна і питома ефективна витрата палива в ДВЗ. Теоретичні цикли газотурбінних установок (ГТУ). Поняття про ГТУ. Схема і цикл роботи ГТУ. Поняття про ступінь газової турбіни, трикутник швидкостей. Активні і реактивні турбіни. Ступінь реактивності турбіни. Турбіни з ступенями швидкості і ступенями тиску. Робота, ККД і потужність газової турбіни.

Змістовний модуль 2. Теплотехнічні установки.

Тема 4. Водяна пара та вологе повітря. Теоретичні цикли ПСУ. Сушіння продукції сільськогосподарського виробництва. Поняття про процес пароутворення і одержання водяної пари промислового призначення. Перебіг процесу пароутворення в робочій і тепловій діаграмах. Загальне уявлення про побудову ентальпійно – ентальпійної ($i-s$) діаграми для водяної пари і її використання в інженерних розрахунках. Поняття про паросилову установку (ПСУ) і принцип її роботи. Цикл Ренкіна – основний теоретичний цикл сучасних ПСУ. Робота і ККД циклу. Використання діаграми $i-d$ при розрахунках процесів сушки вологого матеріалу. Деякі відомості про сушіння продукції с. - г. виробництва. Види сушіння, зерносушарки. Про вологе повітря і параметри, що характеризують його стан. Загальне уявлення про побудову ентальпійно - вологомісткісної діаграми ($i-d$) для вологого повітря.

Тема 5. Стиснення газів в компресорах та їх витікання через отвори і сопла. Термодинаміка компресорних машин. Компресори. Витікання і дроселювання газів і парів. Дроселювання (зминання струмини) потоку газу. Поняття про компресори, класифікація компресорів. Одноступінчатий компресор. Коефіцієнт подачі. Потужність для приводу. Робота, що затрачається в компресорі на стиск газу. Причини переходу на багатоступінчасті компресори. Потужність приводу компресора.

Тема 6. Холодильні установки та теплові насоси. Деякі відомості про холодильні установки. Основні характеристики роботи холодильних установок. Вимоги до холодильників. Основні типи холодильних установок. Теоретичний цикл і основні характеристики холодильної установки. Цикли холодильних установок і теплових насосів. Цикл парової компресійної холодильної установки. Цикл абсорбційної холодильної установки. Приклади практичного використання холодильних установок. Деякі відомості про теплові насоси. Цикл теплового насоса.

Змістовний модуль 3. Теплообмін та теплообмінні апарати.

Тема 7. Теплопередача. Поняття про теплопередачу. Теплопровідність. Конвективний теплообмін. Тепловіддача при кипінні води (рідини) та теплообмін при конденсації пари. Променевий теплообмін. Екранування. Поняття про теплопередачу. Теплопередача через плоску одношарову стінку. Теплопередача через циліндрову одношарову стінку. Способи посилення і ослаблення теплових потоків при теплопередачі. Поняття про теплопровідність. Закон Фур'є – основний закон теплопровідності. Теплопровідність через плоску та циліндричну стінки. Поняття про конвективний теплообмін. Закон Ньютона – Ріхмана основний закон конвективного теплообміну. Критеріальні рівняння і приклади їх використання при

вирішенні задач. Поняття про променевий теплообмін. Закон Стефана - Больцмана – основний закон променевого теплообміну. Визначення променевих теплових потоків між тілами. Поняття про екранування. Поглинальна, відбивна і пропускна здатність тіл.

Тема 8. Складний теплообмін. Теплообмінні апарати та їх розрахунок. Основні поняття і визначення. Фазовий перехід. Масообмін. Масопередача. Потік маси. Щільність потоку маси. Стаціонарний і нестаціонарний процеси масообміну. Концентраційна дифузія. Термодифузія. Бародифузія. Критеріальні співвідношення. Класифікація теплообмінних апаратів. Рекуперативні і регенеративні теплообмінні апарати. Метод розрахунку рекуперативних теплообмінних апаратів. Рівняння теплового балансу. Рівняння теплопередачі. Прямоток і протиток. Методи інтенсифікації теплообміну. Турбулізація потоку. Оребрення поверхонь теплообміну.

Змістовий модуль 4. Основні джерела та споживачі теплоти в сільському господарстві.

Тема 9. Основні джерела та споживачі теплоти в сільському господарстві. Системи теплопостачання. Палива для теплоенергетичних установок. Основні джерела та споживачі теплоти у сільському господарстві. Системи теплопостачання. Теплові мережі. Головні джерела енергії, які використовуються в сільському господарстві. Водогрійні і парові котельні установки, водонагрівачі. Теплогенератори і калорифери. Опалювально-вентиляційні агрегати і газові опалювальні прилади. Основні споживачі теплоти в сільському господарстві. Санітарно-гігієнічні вимоги до повітря в приміщеннях. Тваринницькі приміщення. Культивацийні споруди (теплиці). Сушарки. Поняття про систему теплопостачання. Норми теплопостачання. Класифікація систем теплопостачання. Тепломережі та їх ізоляція. Поняття про енергетичне паливо, його класифікацію і вимоги до нього. Робочий склад палива і його теплота згоряння. Умовне паливо. Тепловий еквівалент палива. Суть процесу горіння палива. Визначення годинної витрати палива в теплоенергетичній установці. Визначення необхідної кількості повітря для повного згоряння 1 кг, 1 м³ палива.

Тема 10. Альтернативні джерела енергії. Використання відновлювальних джерел енергії. Сонячна енергія (геліоустановки). Пасивні і активні системи. Конструктивні і теплофізичні характеристики сонячних колекторів. Принципові схеми сонячного теплопостачання. Схема геліосистем для отримання холоду. Вітрова енергія (вітрові установки). Типи вітроенергетичних установок. Коефіцієнт використання встановленої потужності. Схеми підключення вітроустановок до споживача. Гідроенергія малих річок (гідроустановки). Енергія біомаси (біоенергетичні установки). Пряме спалювання Піроліз. Спиртова ферментація. Анаеробне зброджування. Газифікація біомаси. Метанове зброджування. Схема біогазових установок. Камера зароджування. Нагрівальні прилади. Ефективність роботи біогазових установок. Енергія низькопотенційних теплових джерел. Геотермальна енергія (геотермальні установки). Характеристика геотермальних джерел. Схеми геотермальних систем теплопостачання. Система геотермального теплопостачання. Із застосуванням теплових насосів. Петротермальне теплопостачання.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	Усього го	у тому числі					Усього го	у тому числі				
лк		пз	лаб.	інд.	с.р	лк		пз	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТЕПЛОТЕХНІКИ ТА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ.												
Змістовий модуль 1. Теоретичні основи теплотехніки.												
Тема 1. Теплотехніка, основні поняття та визначення.	8	2		6	-	-	12	2	4		-	6
Тема 2. Перший закон термодинаміки. Основні термодинамічні процеси.	8	4		4	-	-	4	2	2		-	-
Тема 3. Другий закон термодинаміки, теоретичні цикли ДВЗ та ГТУ.	18	4		2	-	12	16	2	2		-	12
Разом за змістовим модулем 1	34	10		12	-	12	32	6	8		-	18
Змістовий модуль 2. Теплотехнічні установки.												
Тема 4. Водяна пара та вологе повітря.	12	4		8		-	10	2	2			6
Тема 5. Стиснення газів в компресорах та їх витікання через отвори і сопла.	12	-		-		12	12		-			12
Тема 6. Холодильні установки та теплові насоси.	8	-		-		8	12		-			12
Разом за змістовим модулем 2	32	4		8		20	34	2	2			30
Модуль 2. ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОТИ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ.												
Змістовий модуль 3. Теплообмін та теплообмінні апарати.												
Тема 7. Теплопередача.	16	8		8	-	-	4	2	2			
Тема 8. Складний теплообмін. Теплообмінні апарати.	6	4		2	-	-	7	-	-			7
Разом за змістовим модулем 3	22	12		10	-	-	11	2	2			7
Змістовий модуль 4. Основні джерела та споживачі теплоти в с. господарстві.												
Тема 9. Основні джерела та споживачі теплоти в сільському господарстві.	13	4			-	9	16	-	-			16
Тема 10. Альтернативні джерела енергії.	4	-			-	4	12	-	-			12
Разом за змістовим модулем 4	17	4			-	13	28					28
Змістовий модуль 5. Розрахунково-графічна робота												
РГР.	15					15	15					15
Усього годин	120	30		30	15	45	120	10	12		15	83

5. Теми та план лекційних занять для денної форми навчання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Теплотехніка, основні поняття та визначення. 1. Вступ до курсу. 2. Робоче тіло і параметри його стану. Рівняння стану. 3. Газові суміші. 4. Теплоємність газів.	2
2	Тема 2.1. Перший закон термодинаміки. 1. Перший закон (початок) термодинаміки. 2. Основні термодинамічні процеси, що використовуються в теплотехнічних установках. 3. Визначення і аналіз параметрів та термодинамічних характеристик в основних термодинамічних процесах.	2
3	Тема 2.2. Основні термодинамічні процеси. 1. Ізохорний процес. 2. Ізобарний процес. 3. Ізотермний процес. 4. Адіабатний процес. 5. Політропний процес.	2
4	Тема 3.1. Другий закон термодинаміки, теоретичні цикли ДВЗ та ГТУ. 1. Другий закон термодинаміки. 2. Теоретичні цикли двигунів внутрішнього згоряння. 3. Теоретичні цикли газотурбінних установок (ГТУ).	2
5	Тема 3.2. Теоретичні цикли ДВЗ. 1. Прямий і зворотний цикли Карно. 2. Поняття про ДВЗ. Теоретичний цикл карбюраторного та інжекторного двигуна. 3. Теоретичний цикл сучасного дизельного двигуна. 4. Робота і ККД циклів.	2
6	Тема 4.1. Водяна пара та вологе повітря. 1. Водяна пара. Вологе повітря. 2. Сушіння продукції сільськогосподарського виробництва.	2
7	Тема 4.2. Паросилові установки. Оцінка основних напрямів підвищення ефективності роботи ПСУ. 1. Деякі відомості про ПСУ і теоретичний цикл її роботи. 2. Методика і приклад оцінки основних показників ефективності роботи ПСУ. 3. Оцінка економії умовного палива після удосконалення ПСУ.	2
8	Тема 7.1. Теплопередача. 1. Поняття про теплопередачу (теплообмін між тілами). 2. Тепловіддача при кипінні води (рідини) та теплообмін при	2

	конденсації пари.	
9	Тема 7.2. Теплопровідність. 1. Поняття про теплопровідність, температурне поле, ізотермічну поверхню, градієнт температури. 2. Закон Фур'є - основний закон теплопровідності. 3. Коefіцієнт теплопровідності матеріалу, теплоізоляційні матеріали. 4. Теплопровідність одношарової і багатшарової плоскої і циліндричної стінок.	2
10	Тема 7.3. Променевий теплообмін. Екранування. 1. Поняття про теплообмін випромінюванням. 2. Основні закони теплообміну випромінюванням. 3. Теплообмін випромінюванням між тілами у прозорому середовищі. 4. Екранування.	2
11	Тема 7.4. Конвективний теплообмін. 1. Поняття про конвективний теплообмін. 2. Закон Ньютона-Ріхмана, основний закон конвективного теплообміну. 3. Поняття про коefіцієнт тепловіддачі. 4. Основи теорії подібності конвективного теплообміну. Критерії подібності. Критеріальні рівняння.	2
12	Тема 8.1. Складний теплообмін. 1. Складний теплообмін. Теплопередача. 2. Теплопередача через плоску одношарову і багатшарову стінки. 3. Теплопередача через циліндричну одношарову і багатшарову стінки. 4. Способи посилення і послаблення теплових потоків при теплопередачі. 5. До теплового розрахунку калориферів і теплогенераторів.	2
13	Тема 8.2. Теплообмінні апарати. 1. Поняття про теплообмінні апарати. 2. Основні рівняння для розрахунку ТА. 3. Способи інтенсифікації процесу теплопередачі в ТА.	2
14	Тема 9.1. Основні джерела та споживачі теплоти в сільському господарстві. 1. Палива для теплоенергетичних установок. 2. Основні джерела та споживачі теплоти у сільському господарстві. 3. Системи теплопостачання. Теплові мережі.	2
15	Тема 9.2. Системи теплопостачання. Теплові мережі. 1. Загальні відомості про системи теплопостачання. 2. Норми теплопостачання. 3. Класифікація систем теплопостачання. 4. Тепломережі та їх ізоляція.	2
	Разом	30

Теми та план лекційних занять для заочної форми навчання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Теплотехніка, основні поняття та визначення. 5. Вступ до курсу. 6. Робоче тіло і параметри його стану. Рівняння стану. 7. Газові суміші. 8. Теплоємність газів.	2
2	Тема 2. Перший закон термодинаміки. Основні термодинамічні процеси. 1. Перший закон (початок) термодинаміки. 2. Основні термодинамічні процеси, що використовуються в теплотехнічних установках. 3. Визначення і аналіз параметрів та термодинамічних характеристик в основних термодинамічних процесах	2
3	Тема 3. Другий закон термодинаміки, теоретичні цикли ДВЗ та ГТУ. 1. Другий закон термодинаміки. 2. Теоретичні цикли двигунів внутрішнього згорання. 3. Теоретичні цикли газотурбінних установок (ГТУ).	2
4	Тема 4.1. Водяна пара та вологе повітря. 3. Водяна пара. Вологе повітря. 4. Сушіння продукції сільськогосподарського виробництва.	2
5	Тема 7. Теплопередача. 1. Поняття про теплопередачу. 2. Теплопровідність. 3. Конвективний теплообмін. 4. Тепловіддача при кипінні води (рідини) та теплообмін при конденсації пари. 5. Променевий теплообмін. Екранування.	2
Разом		10

6. Теми практичних занять для заочної форми навчання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1.1. Вивчення визначень робочого тіла і параметрів його стану. 1. Поняття про робоче тіло. 2. Параметри стану робочого тіла. 3. Рівняння стану ідеального і реального газів.	2
2	Тема 1.2. Ознайомлення з поняттями газової суміші. 1. Поняття про газову суміш. 2. Визначення основних термодинамічних характеристик газової суміші.	2

3	Тема 2. Ознайомлення з поняттям першого закону термодинаміки і основними термодинамічними процесами. 1. Суть 1-го закону термодинаміки та його аналітичний вираз. 2. Поняття про термодинамічний процес. 3. Основні термодинамічні процеси в теплотехнічних установках. 4. Політропний процес і його узагальнююче значення. 5. Коротка характеристика заданого термодинамічного процесу.	2
4	Тема 3. Вивчення теоретичних циклів ДВЗ. 1. Суть другого закону термодинаміки. 2. Поняття про ДВЗ. 3. Теоретичний цикл карбюраторного двигуна. 4. Теоретичний цикл сучасного дизельного двигуна. 5. Робота і ККД циклів.	2
5	Тема 4.3. Вивчення складу вологого повітря. 1. Про вологе повітря і параметри, що характеризують його стан. 2. Загальне уявлення про побудову ентальпійно - вологомісткісну діаграму i-d для вологого повітря.	2
6	Тема 7. Вивчення видів теплопередачі. 1. Поняття про теплопередачу. 2. Теплопередача через плоску одношарову стінку. 3. Теплопередача через циліндрову одношарову стінку. 4. Способи посилення і ослаблення теплових потоків при теплопередачі.	2
Разом		12

7. Темі лабораторних занять для денної форми навчання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1.1. Вивчення визначень робочого тіла і параметрів його стану. 4. Поняття про робоче тіло. 5. Параметри стану робочого тіла. 6. Рівняння стану ідеального і реального газів.	2
2	Тема 1.2. Ознайомлення з поняттями газової суміші. 3. Поняття про газову суміш. 4. Визначення основних термодинамічних характеристик газової суміші.	2
3	Тема 1.3. Вивчення визначень теплоємності газів. 1. Поняття про теплоємність газу.	2

	<ol style="list-style-type: none"> 2. Визначення кількості теплоти через теплоємність. 3. Теплоємність газової суміші. 4. Визначення кількості теплоти в термодинамічному процесі. 	
4	Тема 2.1. Вивчення основ першого закону термодинаміки. <ol style="list-style-type: none"> 1. Суть 1-го закону термодинаміки та його аналітичний вираз. 2. Поняття про термодинамічний процес. 3. Політропний процес і його узагальнююче значення. 	2
5	Тема 2.2. Дослідження основних термодинамічних процесів. <ol style="list-style-type: none"> 1. Основні термодинамічні процеси в теплотехнічних установках. 2. Коротка характеристика заданого термодинамічного процесу 	2
6	Тема 3. Вивчення основних рівнянь другого закону термодинаміки, теоретичні циклів ДВЗ. <ol style="list-style-type: none"> 1. Суть другого закону термодинаміки. 2. Поняття про ДВЗ. 3. Теоретичний цикл карбюраторного двигуна. 4. Теоретичний цикл сучасного дизельного двигуна. 5. Робота і ККД циклів. 	2
7	Тема 4.1. Ознайомлення та вивчення визначень водяної пари. <ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття про процес пароутворення і одержання водяної пари промислового призначення. 2. Перебіг процесу пароутворення в робочій і тепловій діаграмах. 3. Загальне уявлення про побудову ентальпійно – ентальпійної (i-s) діаграми для водяної пари і її використання в інженерних розрахунках. 	2
8	Тема 4.2. Вивчення теоретичних циклів та схем ПСУ. <ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття про паросилову установку (ПСУ) і принцип її роботи. 2. Цикл Ренкіна – основний теоретичний цикл сучасних ПСУ. Робота і ККД циклу . 	2
9	Тема 4.3. Вивчення складу вологого повітря. <ol style="list-style-type: none"> 3. Про вологе повітря і параметри, що характеризують його стан. 4. Загальне уявлення про побудову ентальпійно - вологомісткісну діаграму i-d для вологого повітря. 	2
10	Тема 4.4. Вивчення основних процесів сушіння продукції сільськогосподарського виробництва. <ol style="list-style-type: none"> 1. Використання діаграми i-d при розрахунках процесів сушки вологого матеріалу. 2. Деякі відомості про сушіння продукції с. - г. виробництва. Види сушіння, зерносушарки. 	2
11	Тема 7.1. Ознайомлення з основними поняттями теплопровідності. <ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття про теплопровідність. 2. Закон Фур'є – основний закон теплопровідності. 3. Теплопровідність через плоску та циліндричну стінки. 	2
12	Тема 7.2. Ознайомлення з основами конвективного теплообміну.	2

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття про конвективний теплообмін. 2. Закон Ньютона – Ріхмана основний закон конвективного теплообміну. 3. Критеріальні рівняння і приклади їх використання при вирішенні задач. 	
13	Тема 7.3. Ознайомлення з основними поняттями променевого теплообміну. <ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття про променевий теплообмін. 2. Закон Стефана - Больцмана – основний закон променевого теплообміну. 3. Визначення променевих теплових потоків між тілами. 4. Поняття про екранування. 	2
14	Тема 7.4. Ознайомлення з основними поняттями теплопередачі. <ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття про теплопередачу. 2. Теплопередача через плоску одношарову стінку. 3. Теплопередача через циліндрову одношарову стінку. 4. Способи посилення і ослаблення теплових потоків при теплопередачі. 	2
15	Тема 8. Вивчення теплообмінних апаратів. <ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття про рекуперативний теплообмінний апарат. 2. Основні рівняння для розрахунку теплообмінного апарату. 	2
	Разом	30

8. Самостійна робота для денної форми навчання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 3.1. Другий закон термодинаміки, теоретичні цикли ДВЗ та ГТУ. <ol style="list-style-type: none"> 1. Середній індикаторний тиск і індикаторна потужність ДВЗ. 2. Середній ефективний тиск і ефективна потужність ДВЗ. 3. Годинна і питома ефективна витрата палива в ДВЗ. 	6
2	Тема 3.2. Другий закон термодинаміки, теоретичні цикли ДВЗ та ГТУ. <ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття про ГТУ. 2. Схема і цикл роботи ГТУ. 3. Поняття про ступінь газової турбіни, трикутник швидкостей. 4. Активні і реактивні турбіни. Ступінь реактивності турбіни. 5. Турбіни з ступенями швидкості і ступенями тиску. 6. Робота, ККД і потужність газової турбіни. 	6
3	Тема 5.1. Стиснення газів в компресорах та їх витікання через отвори і сопла. <ol style="list-style-type: none"> 1. Витікання і дроселювання газів і парів. 2. Дроселювання (зминання струмини) потоку газу. 	6
4	Тема 5.2. Стиснення газів в компресорах та їх витікання через	6

	<p>отвори і сопла. Вивчення будови компресорів.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття про компресори, класифікація компресорів. 2. Робота, що затрачається в компресорі на стиск газу. 3. Причини переходу на багатоступінчасті компресори. 4. Потужність приводу компресора. 	
5	<p>Тема 6.1. Холодильні установки та теплові насоси.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Деякі відомості про холодильні установки. 2. Поняття про холодильну установку. 3. Вимоги до холодильників. 4. Основні характеристики роботи холодильних установок. 5. Приклади практичного використання холодильних установок. 6. Основні типи холодильних установок. 7. Теоретичний цикл і основні характеристики холодильної установки. 	4
6	<p>Тема 6.2. Холодильні установки та теплові насоси.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Деякі відомості про теплові насоси. 2. Цикл парової компресійної холодильної установки. 3. Цикл парової абсорбційної холодильної установки. 4. Цикл теплового насосу. 	4
7	<p>Тема 9.1 Основні джерела та споживачі теплоти в сільському господарстві. Палива для теплоенергетичних установок.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття про енергетичне паливо, його класифікацію і вимоги до нього. 2. Робочий склад палива і його теплота згорання. Умовне паливо. Тепловий еквівалент палива. 3. Суть процесу горіння палива. 4. Визначення годинної витрати палива в теплоенергетичній установці. 5. Визначення необхідної кількості повітря для повного згорання 1 кг, 1 м³ палива. 	3
8	<p>Тема 9.2. Основні джерела та споживачі теплоти в сільському господарстві.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Головні джерела енергії, які використовуються в сільському господарстві. 2. Водогрійні і парові котельні установки, водонагрівачі. 3. Теплогенератори і калорифери. 4. Опалювально-вентиляційні агрегати і газові опалювальні прилади. 5. Основні споживачі теплоти в сільському господарстві. 6. Санітарно-гігієнічні вимоги до повітря в приміщеннях. 7. Тваринницькі приміщення. 8. Культивацийні споруди (теплиці). 9. Сушарки. 	3

9	Тема 9.3. Основні джерела та споживачі теплоти в сільському господарстві. Системи тепlopостачання. Теплові мережі. 1. Поняття про систему тепlopостачання. 2. Норми тепlopостачання. 3. Класифікація систем тепlopостачання. 4. Тепломережі та їх ізоляція.	3
10	Тема 10. Альтернативні джерела енергії. 1. Використання відновлювальних джерел енергії. 2. Сонячна енергія (геліоустановки). 3. Вітрова енергія (вітрові установки). 4. Гідроенергія малих річок (гідроустановки). 5. Енергія біомаси (біоенергетичні установки). 6. Енергія низькопотенційних теплових джерел. 7. Геотермальна енергія (геотермальні установки).	4
Разом		45

9. Індивідуальне завдання для денної форми навчання.

№ з/п	Назва теми
1	РГР №1. Тема 1. Теплотехніка, основні поняття та визначення. 1. Визначення основних параметрів та термодинамічних характеристик у політропному процесі, що здійснюється газовою сумішшю.
2	РГР №2. Тема 3. Двигуни внутрішнього згорання. 1. Розрахунково–графічне дослідження теоретичного циклу двигуна внутрішнього згорання.
3	РГР №3. Тема 8. Складний теплообмін. Теплообмінні апарати. 1. Деякі розрахунки теплообмінних апаратів.
4	РГР №4. Тема 9. Системи тепlopостачання. Теплові мережі. 1. Оцінка основних характеристик опалювально – вентиляційної системи тваринницького приміщення.

Самостійна робота для заочної форми навчання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Теплотехніка, основні поняття та визначення. 1. Вступ до курсу. 2. Робоче тіло і параметри його стану. Рівняння стану. 3. Газові суміші. 4. Теплоємність газів.	6
2	Тема 3.1. Другий закон термодинаміки, теоретичні цикли ДВЗ та ГТУ. 1. Середній індикаторний тиск і індикаторна потужність ДВЗ. 2. Середній ефективний тиск і ефективна потужність ДВЗ. 4. Годинна і питома ефективна витрата палива в ДВЗ.	6

3	<p>Тема 3.2. Другий закон термодинаміки, теоретичні цикли ДВЗ та ГТУ.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття про ГТУ. 2. Схема і цикл роботи ГТУ. 3. Поняття про ступінь газової турбіни, трикутник швидкостей. 4. Активні і реактивні турбіни. Ступінь реактивності турбіни. 5. Турбіни з ступенями швидкості і ступенями тиску. 6. Робота, ККД і потужність газової турбіни. 	6
4	<p>Тема 4. Водяна пара та вологе повітря.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Водяна пара. Теоретичні цикли ПСУ. 2. Вологе повітря. 3. Сушіння продукції сільськогосподарського виробництва. 	6
5	<p>Тема 5.1. Стиснення газів в компресорах та їх витікання через отвори і сопла.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Термодинаміка компресорних машин. 2. Витікання і дроселювання газів і парів. 3. Компресори. 4. Дроселювання (змінання струмини) потоку газу. 	6
6	<p>Тема 5.2. Стиснення газів в компресорах та їх витікання через отвори і сопла. Вивчення будови компресорів.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття про компресори, класифікація компресорів. 2. Робота, що затрачається в компресорі на стиск газу. 3. Причини переходу на багатоступінчасті компресори. 4. Потужність приводу компресора. 	6
7	<p>Тема 6.1. Холодильні установки та теплові насоси.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Деякі відомості про холодильні установки. 2. Поняття про холодильну установку. 3. Вимоги до холодильників. 4. Основні характеристики роботи холодильних установок. 5. Приклади практичного використання холодильних установок. 6. Основні типи холодильних установок. 7. Теоретичний цикл і основні характеристики холодильної установки. 	6
8	<p>Тема 6.2. Холодильні установки та теплові насоси.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Деякі відомості про теплові насоси. 2. Цикл парової компресійної холодильної установки. 3. Цикл парової абсорбційної холодильної установки. 4. Цикл теплового насосу. 	6
9	<p>Тема 8. Складний теплообмін. Теплообмінні апарати.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Складний теплообмін. Теплопередача. 2. Теплообмінні апарати та їх розрахунок. 	7
10	<p>Тема 9.1 Основні джерела та споживачі теплоти в сільському господарстві. Палива для теплоенергетичних установок.</p>	6

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття про енергетичне паливо, його класифікацію і вимоги до нього. 2. Робочий склад палива і його теплота згоряння. Умове паливо. Тепловий еквівалент палива. 3. Суть процесу горіння палива. 4. Визначення годинної витрати палива в теплоенергетичній установці. 5. Визначення необхідної кількості повітря для повного згоряння 1 кг, 1 м³ палива. 	
11	Тема 9.2. Основні джерела та споживачі теплоти в сільському господарстві. <ol style="list-style-type: none"> 1. Головні джерела енергії, які використовуються в сільському господарстві. 2. Водогрійні і парові котельні установки, водонагрівачі. 3. Теплогенератори і калорифери. 4. Опалювально-вентиляційні агрегати і газові опалювальні прилади. 5. Основні споживачі теплоти в сільському господарстві. 6. Санітарно-гігієнічні вимоги до повітря в приміщеннях. 7. Тваринницькі приміщення. 8. Культивацийні споруди (теплиці). 9. Сушарки. 	4
12	Тема 9.3. Основні джерела та споживачі теплоти в сільському господарстві. Системи теплопостачання. Теплові мережі. <ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття про систему теплопостачання. 2. Норми теплопостачання. 3. Класифікація систем теплопостачання. 4. Тепломережі та їх ізоляція. 	6
13	Тема 10. Альтернативні джерела енергії. <ol style="list-style-type: none"> 1. Використання відновлювальних джерел енергії. 2. Сонячна енергія (геліоустановки). 3. Вітрова енергія (вітрові установки). 4. Гідроенергія малих річок (гідроустановки). 5. Енергія біомаси (біоенергетичні установки). 6. Енергія низькопотенційних теплових джерел. 7. Геотермальна енергія (геотермальні установки). 	12
	Разом	83

Індивідуальне завдання для заочної форми навчання.

№ з/п	Назва теми
1	РГР №1. Тема 3. Двигуни внутрішнього згоряння. 1. Розрахунково-графічне дослідження теоретичного циклу двигуна внутрішнього згоряння.

11. Методи навчання.

1. Методи навчання за джерелом знань:

1.1. **Словесні:** розповідь, пояснення, бесіда (евристична і репродуктивна), лекція, інструктаж, робота з книгою (читання, переказ, виписування, складання плану, рецензування, конспектування, виготовлення таблиць, графіків, опорних конспектів тощо).

1.2. **Наочні:** демонстрація, ілюстрація, спостереження.

1.3. **Практичні:** лабораторний метод, практична робота, вправа, виробничо-практичні методи.

2. Методи навчання за характером логіки пізнання.

2.1. **Аналітичний** (суть: розклад цілого на частини з метою вивчення їх суттєвих ознак).

2.2. **Методи синтезу** (суть: з'єднання виділених аналізом елементів чи властивостей предмета, явища в одне ціле).

2.3. **Індуктивний метод** (суть: вивчення предметів чи явищ від одиничного до загального).

2.4. **Дедуктивний метод** (суть: вивчення предметів чи явищ від загального до одиничного).

2.5. **Традуктивний метод** (суть: це висновки від загального до загального, від часткового до часткового, від одиничного до одиничного).

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

3.1. **Проблемний** (проблемно-інформаційний)

3.2. **Частково-пошуковий** (евристичний)

3.3. **Дослідницький**

3.4. **Репродуктивний** (суть: можливість застосування вивченого на практиці).

3.5. **Пояснювально-демонстративний**

4. **Активні методи навчання (наприклад)** - використання технічних засобів навчання, мозкова атака, рішення кросвордів, конкурси, диспути, круглі столи, бінарні заняття, ділові та рольові ігри, ток-шоу, тренінги, використання проблемних ситуацій, екскурсії, заняття на виробництві, групові дослідження, самооцінка знань, імітаційні методи навчання (побудовані на імітації майбутньої професійної діяльності), використання навчальних та контролюючих тестів, використання опорних конспектів лекцій та інші)

5. **Інтерактивні технології навчання (наприклад)** - використання мультимедійних технологій, інтерактивної дошки та електронних таблиць, case-study (метод аналізу конкретних ситуацій), діалогове навчання, співробітництво студентів (кооперація) та інші.

12. 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: **(вибрати потрібне)**

- рівень знань, продемонстрований на практичних, лабораторних та семінарських заняттях;

- активність під час обговорення питань, що винесені на заняття;

- результати виконання та захисту лабораторних робіт;

- експрес-контроль під час аудиторних занять;

- самостійне опрацювання теми в цілому чи окремих питань;

- виконання аналітично-розрахункових завдань;

- написання рефератів, есе, звітів;

- результати тестування;
- письмові завдання при проведенні контрольних робіт;
- виробничі ситуації, кейси тощо.

4. Пряме врахування у підсумковій оцінці виконання студентом певного індивідуального завдання : *(при необхідності)*

- курсова робота (проект);
- науково-дослідна робота;
- навчально-дослідна робота;
- навчально-практичне дослідження із презентацією результатів тощо.

13. Розподіл балів, які отримують студенти

При формі контролю «істит» для денної форми навчання

Поточне тестування та самостійна робота											Разом за модулі та СРС	РГР	Підсумковий екзамен	Сума
Змістовий модуль 1 - 12 балів			Змістовий модуль 2 - 12 балів			Змістовий модуль 3 - 8 балів		Змістовий модуль 4 - 8 балів		СР				
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	С	55 (40+15)	15	30	100
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	15				

Розподіл балів системи ЕКТС за результатами навчання і семестровій (підсумковій) атестації у формі екзамену:

на денній формі навчання

- до 40 балів – за результатами модульного контролю протягом семестру;
- до 15 балів – за результатами проміжної атестації;
- до 15 балів – за виконання самостійної роботи;
- до 30 балів – за результатами семестрової (підсумкової) атестації;

При формі контролю «істит» для заочної форми навчання

Поточне тестування та самостійна робота											Разом за модулі та СРС	Підсумковий екзамен	Сума
Змістовий модуль 1 - 12 балів			Змістовий модуль 2 - 12 балів			Змістовий модуль 3 - 8 балів		Змістовий модуль 4 - 8 балів		СР			
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	С	70 (40+30)	30	100
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	30			

на заочній формі навчання

- до 40 балів – за результатами модульного контролю протягом семестру;
- до 30 балів – за виконання самостійної роботи;
- до 30 балів – за результатами семестрової (підсумкової) атестації.

14. Методичне забезпечення

1. Плакатні матеріали та стенди
2. Повні тексти лекцій.
3. Роздаточний ілюстративний матеріал лекцій.
4. Презентаційний матеріал для читання лекцій.

5. Методичні вказівки для виконання лабораторних занять.
6. Методичні вказівки для виконання студентами самостійної роботи.
7. **Теплотехніка та теплопостачання.** Практикум для студентів 3 курсу спеціальності 6.091902, 7.091902 „Механізація сільського господарства” денної та заочної форм навчання та для студентів 2 курсу спеціальності 6.100101 «Енергетика та електротехнічні системи в АПК» денної форми навчання / Суми, 2008 рік 124 ст.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену, курсового проєкту
90 – 100	A	відмінно
82-89	B	добре
75-81	C	
69-74	D	
60-68	E	задовільно
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

15. Рекомендована література

Базова

1. Баскаков А.П. Теплотехника, М. Энергоиздат, 1991 г.223 с.
2. Недужий И.А. Алабовский А.Н. Техническая термодинамика и теплопередачи. Киев, Вища школа, 1981.-248 с.
3. Захаров А.А. Применение тепла в сельском хозяйстве. М.Колос, 1986-331 с.
4. Драганов Б.Х., Есин В.В., Зуев В.П. Применение теплоты в сельском хозяйстве. Киев.: Вища школа, 1983-239 с.
5. Драганов Б.Х., Бессараб О.С., Долінський А.А., Лазоренко В.О., Міщенко А.В., Шеліманова О.В. (за ред. Б.Х. Драганова). Теплотехніка: Підручник. – 2-е вид., перероб. і доп. – Київ: Фірма «ІНКОС», 2005. – 400 с.

Допоміжна

1. Драганов Б.Х., Кузнецова А.В., Рудобашта С.П. «Теплотехника и применение теплоты в сельском хозяйстве» М. Агрпромиздат, 1990- 463 с.
2. Дідур В.А., Стручасв М.І. «Теплотехніка та теплопостачання» К. Аграрна освіта, 2008- 232 с.
3. Архомов А.М., Исаев С.И., Котинов И.А., Крутов В.Н. «Теплотехника» М. Машиностроение 1986-432 с.

16. Інформаційні ресурси.

1. <http://www.twirpx.com/file/501584/>
2. <http://rutracker.org/forum/viewtopic.php?t=722550>
3. <http://base.dnsgb.com.ua/files/book/teplotehnika.pdf>
4. <http://vipbook.info/nauka-i-ucheba/teplotehnika/page/2/>
5. http://theorphysics.info/load/lukanin_v_n_teplotekhnika_uchebnik_dlja_vuzov/17-1-0-466