

Бурштинський енергетичний коледж
Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу

Циклова методична комісія теплотехнічних дисциплін

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

заступник директора з
навчальної роботи

_____ О.В. Подолякіна

" ____ " _____ 2016 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
“ТЕПЛОТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ І АВТОМАТИЗАЦІЯ ЗАХИСТУ
ТЕПЛОТЕХНІЧНОГО УСТАТКУВАННЯ”

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 5.05060101 Монтаж і експлуатація теплоенергетичного
устаткування ТЕС

відділення Інженерно-екологічне

Бурштин

2016

Семестр	Назва розділів, тем, зміст заняття	Вид заняття	Обсяг навчальних аудиторій
	Вступ. Мета і завдання дисципліни, її зв'язок з іншими спецдисциплінами. Теплотехнічні вимірювання як частина метрології. Завдання теплотехнічних вимірювань у виробництві теплової і електричної енергії.		
	<u>Розділ 1. Теплотехнічні вимірювання.</u>		
	<u>Тема 1.1 Загальні відомості про теплотехнічні вимірювання і метрологію.</u>		
	Вимірювальні перетворювачі і схеми дистанційної передачі. Метрологія, її завдання і роль у підвищенні якості вимірювань. Терміни і визначення Державного стандарту «Метрологія. Терміни і визначення». Види і методи вимірювань фізичних величин. Класифікація вимірювальних приладів.	лек.	2/2
	Похибки вимірювань і їх вираження. Поправки до показників приладів. Систематичні, випадкові, грубі і динамічні похибки вимірювань. Методи перевірки і варіації показів приладів		
	Загальні відомості про систему Державного нагляду за вимірювальною технікою метрологічною службою підприємств і установ. Організація і призначення теплотехнічного контролю на електричних станціях.	лек.	2/4
	Загальні відомості про вимірювальні перетворювачі. Реостатні вимірювальні перетворювачі. Диференціально-трансформаторні перетворювачі і схеми диференційної передачі показів. Передавальні перетворювачі з магнітною компенсацією. Вимірювальні тензоперетворювачі. Нормувальні вимірювальні перетворювачі. Вторинні прилади.	лек.	2/6
	<u>Тема 1.2 Вимірювання температури.</u>		
	Одиниці і методи вимірювання температури. Класифікація приладів для вимірювання температури. Термометри розширення, їх призна-	лек.	2/8

Семестр	Назва розділів, тем, зміст заняття	Вид заняття	Обсяг навчальних аудиторій
	чення і область застосування.Будова і принцип роботи манометричних і електроконтактних термометрів. Термоперетворювачі термоелектричні, їх основні властивості, типи, градуювання і конструкції. Компенсаційні провідники, термостатування вільних кінців і схеми ввімкнення термоперетворювачів термоелектричних	лек.	2/10
	Магнітоелектричні мілівольтметри, принципи їх дії і будова, опір вимірювального кола. Поправка до показів мілівольтметра.		
	<u>Семінарське заняття</u>	сем.	2/12
	Компенсаційні методи вимірювання температури. Переносні контрольні потенціометри. Автоматичні самописні і показувальні потенціометри, їх типи і характеристика. Термоперетворювачі опору, їх основні властивості. Типи, градуювання і конструкції термоперетворювачів опору. Зрівноважувальний вимірювальний міст, його принцип дії. Двох і трьох провідна схеми підключення термоперетворювача опору до вимірювального моста. Автоматичні зрівноважені мости, їх типи, характеристики в принциповій схемі. Неврівноважений вимірювальний міст. Логометри магнітоелектричної системи, принцип дії і будова. Пірометри вимірювання. Основні закони вимірювання нагрітих тіл. Радіаційні пірометри.	лек.	2/14
		лек.	2/16
		лек.	2/18
	Лабораторна робота № 1.	лаб.	2/20
	Вивчення і повірка вимірювального перетворювача ДСП для вимірювання температури.		
	Лабораторна робота № 2.	лаб.	2/22
	Вивчення і повірка вимірювального термоперетворювача теплоелектричного.		
	Лабораторна робота № 3.		
	Вивчення і повірка магнітоелектричного мілівольтметра.	лаб.	2/24

	Лабораторна робота № 4.		
	Вивчення і повірка автоматичного потенціометра.	лаб.	2/26
Семестр	Назва розділів, тем, зміст заняття	Вид заняття	Обсяг навчальних аудиторій
	Лабораторна робота № 5.		
	Вивчення і повірка термоперетворювача опору	лаб.	2/28
	Лабораторна робота № 6.		
	Вивчення і повірка магнітоелектричного логометра.	лаб.	2/30
	Тема 1.3 <u>Вимірювання тиску, різниці тисків і розрідження.</u>		
	Одиниці вимірювання тиску. Види тисків.		
	Класифікація приладів для вимірювання тиску	лек.	2/32
	Рідинні скляні манометри. Електроконтактні манометри. Деформаційні манометри і дифманометри. Вантажопоршневі манометри. Манометри з диференційно-трансформаторним перетворювачем.		
	Манометри з магнітомодуляційним перетворювачем, їх будова і конструктивні особливості. Манометри з тензометричним перетворювачем. Тяго- і напороміри. Ртутні і деформаційні вакуумметри і мановакуумметри.	лек.	2/34
	<u>Семінарське заняття</u>	сем.	2/36
	Лабораторна робота № 7.		
	Вивчення і повірка трубчасто-пружинного манометра з дистанційною передачею показів.	лаб.	2/38
	Тема 1.4 <u>Вимірювання витрати, кількості і рівня рідини і сипучих тіл.</u>		
	Одиниці вимірювання витрати і кількості речовин. Класифікація приладів для вимірювання витрати і кількості. Витратоміри змінного перепаду тиску. Типи звужувальних пристроїв принцип їх розрахунку.	лек.	2/40
	Витратоміри постійного перепаду тиску. Електромагнітні витратоміри. Лічильники кількості	лек.	2/42
	Тахометричні витратоміри. Класифікація приладів для вимірювання рівня. Механічні рівнеміри. Гідростатичні рівнеміри. Зрівнювальні		

	посудини.		
Семестр	Назва розділів, тем, зміст заняття	Вид заняття	Обсяг навчальних аудиторій
	Зрівнювальні посудини рівнемірів барабанного котла на покази і їх характеристики. Вплив параметрів пари в барабані на покази рівнемірів. Гідравлічні рівнеміри. Пневматичні рівнеміри. Ємнісні, індуктивні і ультразвукові рівнеміри. Показчики рівня в мастильному баці, в бункері для вугільного пилу.		
	Лабораторна робота № 8.		
	Вимірювання витрати за допомогою стандартної діафрагми і рідинного скляного дифманометра.	лаб.	2/44
	Лабораторна робота № 9.		
	Повірка витратоміра змінного перепаду тиску з дистанційною передачею показів.	лаб.	2/46
	Лабораторна робота № 10.		
	Вивчення і повірка гідростатичного рівнеміра.	лаб.	2/48
	Тема 1.5 Вимірювання складу газів, води, пари. Контроль викидів ТЕС.		
	Призначення контролю газів, води, пари на електростанціях. Основні точки контролю газів. Вплив складу вихідних газів на економічність роботи котельної установки. Класифікація газоаналізаторів, область застосування, принцип будови і роботи. Переносні хімічні газоаналізатори. Переносні хроматографічні газоаналізатори. Термомагнітні газоаналізатори. Теплові газоаналізатори. Електричні хімічні газоаналізатори. Термохімічні газоаналізатори для безперервного вимірювання теплоти окислення продуктів неповного згорання.	лек.	2/50
	Класифікація приладів для визначення якості води і пари. Водо- і паровідбірні пристрої. Кондуктометри, киснеміри, концентратоміри водневих іонів (рН-метри), натрієметри (рНа-міри), фотоелектроколориметри (ФЕК), солеміри. Склад газових викидів і стічних вод еле-	лек.	2/52

	ктростанцій. Норми вмісту домішок, які забруднюють навколишнє середовище, в викидах		
	ТЕС. Відбір проб пилу і води. Основні напрями		
Семестр	Назва розділів, тем, зміст заняття	Вид заняття	Обсяг навчальних аудиторій
	мки природоохоронних заходів на електростанціях.		
	<u>Семінарське заняття</u>	сем.	2/54
	Лабораторна робота № 11.		
	Вимірювання солевмісту води. Повірка кондуктометра.	лаб.	2/56
	Лабораторна робота № 12.		
	Вивчення і повірка рН-метра.	лаб.	2/58
	Тема 1.6 Спеціальні вимірювання. Схеми теплотехнічного контролю.		
	Призначення і класифікація приладів для спеціальних вимірювань. Тахометри і лічильники числа обертів вала. Магнітні, індуктивні, магнітоіндуктивні тахометри. Газоаналізатори для системи водного охолодження турбогенераторів. Показчики переміщення ротора і корпусу турбіни. Віброметри. Диметри. Призначення, класифікація і компоновка щитів контролю і управління.	лек.	1/59
	<u>Розділ 1. Автоматизація теплотехнічних процесів.</u>		
	Тема 2.1 Основні поняття управління і автоматизація.		
	Визначення понять управління, об'єкт управління, керувальні змінні, керувальні і збурювальні дії. Основні особливості теплоенергетичних об'єктів управління. Мета управління теплоенергетичними об'єктами. Поняття про якість управління. Автоматизація. Техніко-економічна ефективність і соціальне значення автоматизації. Різновиди автоматичних систем управління теплоенергетичними об'єктами.	лек.	1/60
	Тема 2.2 Автоматизовані системи		

	<u>регулювання</u>		
	Принципова і структурна схеми автоматизованої системи регулювання (АСР). Об'єкт регу-	лек.	1/61
Семестр	Назва розділів, тем, зміст заняття	Вид заняття	Обсяг навчальних аудиторій
	лювання і автоматичний регулятор. Властивості і характеристики теплоенергетичних об'єктів регулювання. Типові лінійні алгоритми (зако-ни) регулювання: пропорційний, інтегральний, пропорційно-інтегральний, пропорційно-інтегрально-диференційний. Поняття про позиційні нелінійні алгоритми регулювання.		
	Математичні моделі об'єктів регулювання і автоматичних регуляторів. Типові ланки і типові з'єднання ланок та їх використання для побудови математичних моделей АСР. Стійкість АСР, вплив на стійкість параметрів регулятора		
	Поняття про якість АСР. Показники і критерії якості АСР. Оптимальні настроювання регуляторів.		
	Використання додаткової інформації про зміну збурювальних дій і допоміжних керованих змінних для підвищення якості АСР. Принцип компенсації збурення. Комбіновані АСР. Каскадні АСР і АСР з допоміжним сигналом по похідній від допоміжної керованої змінної. Багатозв'язні АСР.		
	Лабораторна робота № 13.		
	Дослідження характеристик об'єкту регулювання.	лаб.	2/63
	<u>Семінарське заняття</u>	сем.	2/65
	Тема 2.3 Технічні засоби автоматизованих систем управління.		
	Технічна структура АСР та її елементи: регулювальний (формульальний) блок, задавальний пристрій, блок управління, підсилювач потужності, виконавчий механізм. Структура засобів	лек.	1/66
	Державної системи приладів (ДСП), які застосовуються для обудови АСР. Агрегатизовані комплекси електричних (електронних) засобів		

	регулювання, склад комплексів. Мікропроцесорні засоби автоматизації, регулювальні мікропроцесорні контролери.		
Семестр	Назва розділів, тем, зміст заняття	Вид заняття	Обсяг навчальних аудиторій
	Електричні виконавчі механізми, підсилювачі потужності і пускові пристрої. Пневматичні регулятори і поворотні заслінки. Регулювання продуктивності тяго-дутьєвих машин і живильних насосів. Умовні позначення засобів вимірювань і автоматики на кресленнях, функціональних схем регулювання і захисту устаткування ТЕС згідно державних стандартів.		
	Лабораторна робота № 14.		
	Вивчення АСР з електричним (електронним) автоматичним регулятором. Дослідження характеристик і його настроювання.	лаб.	2/68
	Лабораторна робота № 15.		
	Вивчення АСР з мікропроцесорним автоматичним регулятором. Формування алгоритму і настроювання регулятора.	лаб.	2/70
	Тема 2.4 Автоматичне регулювання барабанних і прямоточних парових котлів.		
	Завдання і схеми автоматичного регулювання парових котлів. Барабанний паровий котел як об'єкт управління. Регулювання тиску пари і теплового навантаження, економічності процесу горіння, розрідження в топці, температури перегріву пари, рівня в барабані котла, якості котлової води. Прямоточний котел як об'єкт управління. Регулювання теплового навантаження температурного режиму первинного тракту, процесу горіння, температури перегріву первинної і вторинної пари.	лек.	1/71
	Тема 2.5 Автоматизація енергетичного блоку і допоміжного устаткування ТЕС.		
	Схеми управління потужністю енергоблоку і групи енергоблоків. Автоматизація пуску блоків, переведення його на холостий хід і розпалювальне навантаження. Схеми автоматизації	лек.	1/72

	допоміжного устаткування ТЕС. Управління		
	паливоподачею і регулювання установок пи-		
	лоприготування. Автоматизація деаераторних		
Семестр	Назва розділів, тем, зміст заняття	Вид заняття	Обсяг навчальних аудиторій
	установок, підігрівників і редуційно-охолод-		
	жувальних пристроїв. Схеми автоматизації хі-		
	мічного очищення. Автоматизація допоміжних		
	парових турбін.		
	Практична робота № 1.		
	Вивчення функціональних схем автоматичних	пр.	2/74
	систем регулювання енергоблоку ТЕС.		
	Тема 2.6 Системи логічного управління і авто-		
	матичні теплові захисти.		
	Поняття про логічне управління. Двійні сигнала-		
	ли (логічні змінні), їх формування. Логічні ав-	лек.	1/75
	томати, методи їх математичне описання. При-		
	клади логічних автоматів. Автоматичні тепло-		
	ві захисти, їх призначення, принцип побудови.		
	Поняття про функціонально-групове управлін-		
	ня.		
	Практична робота № 2.		
	Вивчення теплових захистів парових котлів,	пр.	2/77
	турбогенераторів і допоміжного устаткування.		
	Тема 2.7 Автоматизовані системи управління		
	ТЕС.		
	Автоматизовані системи управління техноло-		
	гічними процесами (АСУТП). Інформаційні і	лек.	1/79
	управлінські функції АСУТП енергоблоку		
	ТЕС. Технологічна структура АСУТП енерго-		
	блоку. Структура і призначення УВМ. Блоч-		
	ний щит управління, його компанування.		
	Практична робота № 3.		
	Вивчення функціональної і технічної структу-	пр.	2/80
	ри АСУТП енергоблоку ТЕС.		
	Семінарське заняття	сем.	2/82

Годин самостійних	Форма контролю	Основні вимоги до знань і умінь з даної теми програми	Література
		Знати: завдання теплотехнічних вимірювань у виробництві теплової і електричної енергії.	[1] 1.1
2/2		Завдання метрології і її роль у підвищенні якості вимірювань.	[1] 1.2-1.4;
		Знати: види і методи вимірюваль фізичних величин; класифікацію вимірювальних приладів;	
4/6		Похибки вимірювань і їх вираження. Поправки до показників приладів.	[1] 1.5-1.7;
		Знати: методи повірки і варіації показів приладів.	
		Загальні відомості про вимірювальні перетворювачі.	[1] 1.7

4/10		Знати: одиниці і методи вимірювання температури; класифікацію приладів для	[1] 2.1-2.3
Годин самостійних	Форма контролю	Основні вимоги до знань і умінь з даної теми програми	Література
		вимірювання температури; будову і принцип роботи манометричних і електроконтактних термометрів;	
4/14		Термоперетворювачі термоелектричні, їх властивості і типи. Знати: принцип дії і будову опірвимірювального кола; поправки до показів манометра;	[1] 2.4-2.6
2/16		Переносні контрольні потенціометри. Знати: типи і характеристики автоматичних самописних і показувальних потенціометрів; принцип дії зрівноважувального вимірювального моста;	[1] 2.7-2.9
4/20			
2/22		Пірометри вимірювання. Радіаційні пірометри. Основні закони вимірювання нагрітих тіл. Зробити перевірку вимірювального перетворювача ДСП для	[1] 2.10-2.13
	Оформлення звітів. Захист лабораторних робіт.	для вимірювання температури, магнітоелектричного мілівольтметра, автоматичного потенціометра.	

Годин самостійних	Форма контролю	Основні вимоги до знань і умінь з даної теми програми	Література
		Зробити перевірку термоперетворювача опору і магнітоелектричного логометра.	
	Оформлення звітів. Захист лабораторних робіт.		
8/30		Одиниці вимірювання тиску. Електроконтактні манометри Вантажопоршневі манометри Деформаційні манометри.	[1] 3.1-3.5
6/36		Знати: будову і конструктивні особливості манометру з магнітомодуляційним перетворювачем.	[1] 3.6-3.10
	Оформлення звіту. Захист лабораторної роботи.	Провести перевірку трубчастопружинного манометра з дистанційною передачею показів.	
8/44		Одиниці вимірювання витрати і кількості речовин.	[1] 4.1-4.4
6/50		Знати: класифікацію приладів для вимірювання витрати	[1] 4.5-4.7

		і кількості.	
Годин самостійних	Форма контролю	Основні вимоги до знань і умінь з даної теми програми	Література
		Провести вимірювання витрати за допомогою стандартної діафрагми і рідинного скляного дифманометра.	
	Оформлення звітів. Захист лабораторних робіт.	Провести перевірку змінного перепаду тиску з дистанційною передачею показів і перевірку гідростатичного рівнеміра.	
6/56		Основні точки контролю газів. Вплив складу вихідних газів на економічність роботи котельної установки.	[1] 5.1-5.3
		Знати: класифікацію, область застосування, будову і принцип роботи газоаналізаторів.	
		Кондуктометри, киснеміри, концентратоміри водневих іонів, натрієміри, солеміри.	[1] 6.1-6.3
4/60			

		Знати: класифікацію приладів для визначення якості води і пари.	
Годин самостійних	Форма контролю	Основні вимоги до знань і умінь з даної теми програми	Література
		Провести визначення солемісту води, та зробити повірку кондуктометра і рН-метра.	
	Оформлення звітів. Захист лабораторних робіт.		
		Тахометри і лічильники числа обертів вала. Магнітні, індуктивні, магнітоіндуктивні тахометри.	[1] 7.1-7.3
2/62			
		Знати: призначення, класифікацію і компоновку щитів контролю і управління.	
2/64		Мета управління теплоенергетичними об'єктами. Поняття про якість управління. Автоматизація.	

2/66		Принципова і структурна схеми автоматизованої системи регулювання.	
Годин самостійних	Форма контролю	Основні вимоги до знань і умінь з даної теми програми	Література
		Типові лінійні алгоритми регулювання: пропорційний, інтегральний, пропорційно-інтегральний, пропорційно-інтегрально- диференційний.	
		Знати: типові ланки і з'єднання та їх використання для побудови математичних моделей АСР.	
		Принцип конденсації збурення. Комбіновані АСР. Каскадні та багатозв'язкові АСР.	
	Оформлення звіту. Захист лабораторної роботи.	Провести дослідження характеристик об'єкту регулювання.	
4/70		Структура засобів Державної системи приладів (ДСП), які Застосовуються для побудови АСР.	

Годин самостійних	Форма контролю	Основні вимоги до знань і умінь з даної теми програми	Література
		Знати: умовні позначення засобів вимірювань і автоматики на кресленнях, функціональних схем регулювання та захисту устаткування ТЕС.	
	Оформлення звітів.		
	Захист лабораторних робіт.		
4/74		Барабанній паровий і прямоточний котли, як об'єкт управління. Регулювання теплового навантаження температурного режиму.	
2/76		Знати: схеми управління потужністю енергоблоку і гру-	

		пи енергоблоків; управління паливоподачею і регулювання установок пило приготування.	
Годин самостійних	Форма контролю	Основні вимоги до знань і умінь з даної теми програми	Література
		Знати: схеми автоматизації хімічного очищення; автоматизацію допоміжних парових турбін.	
	Оформлення звіту. Захист практичної роботи.	Вивчити функціональні схеми АСР енергоблоку ТЕС.	
2/78		Автоматичні теплові захисти, їх призначення, принцип побудови.	
	Оформлення звіту. Захист практичної роботи.	Вивчити теплові захисти парових котлів, турбоагрегатів і допоміжного устаткування.	
2/80		Технологічна структура АСУТП енергоблоку.	
	Оформлення звіту. Захист практичної роботи.	Вивчити функціональні і технічні структури АСУТП енергоблоку ТЕС.	

Питання для самостійного опрацювання.

№п/п	Назва питання	Кількість годин
1	Роль вимірювань в науково-дослідних налагоджувальних роботах.	2
2	Загальні відомості про систему Державного нагляду за вимірювальною технікою.	2
3	Нормувальні вимірювальні перетворювачі.	2
4	Термометри розширення, їх призначення і застосування.	2
5	Поправки до показів мілівольметра.	2
6	Компенсаційні методи вимірювання температури.	2
7	Автоматичні врівноважені мости.	2
8	Неврівноважений вимірювальний міст.	2
9	Логометри мікроелектричні.	2
10	Пірометри вирівнювальні.	2
11	Радіаційні пірометри.	2
12	Класифікація приладів для вимірювання тиску.	2
13	Електроконтактні манометри.	2
14	Манометри з тензометричним перетворювачем.	2
15	Тягоміри.	2
16	Напороміри.	2
17	Вантажопоршневі манометри.	2

17	Мановакууметри.	2
18	Електромагнітні витратоміри.	2
19	Механічні рівнеміри.	2
20	Гідростатичні рівнеміри.	2
21	Ультразвукові рівнеміри.	2
22	Пневматичні рівнеміри.	2
23	Вплив параметрів пари на покази рівнемірів.	2
24	Показчики рівня в мастильному баці, в бункері пилу.	2
25	Переносні хроматографічні газоаналізатори.	2
26	Термомагнітні газоаналізатори.	2
27	Водо- і паровідбірні пристрої.	2
28	Відбір проб пилу і води.	2
29	Основні напрямки природоохоронних заходів на ТЕС.	2
30	Віброметри. Димометри.	2
31	Поняття про якість управління.	2
32	Поняття про якість АСР.	2
33	Структура засобів Державної системи приладів(ДСП).	2
34	Умовні позначення засобів вимірювань і автоматизації.	2
35	Прямоточний котел як об'єкт управління.	2
36	Регулювання теплового навантаження температурного режиму	2
37	Автоматизація допоміжних пристроїв парових турбін.	2
38	Приклади логічних автоматів.	2
39	Технічна структура АСУТП енергоблоку.	2
40		2
	Всього :	80