



Теплотехнічні вимірювання і прилади

Робоча програма навчальної дисципліни (силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>142 Енергетичне машинобудування</i>
Освітня програма	<i>Інженерія і комп'ютерні технології теплоенергетичних систем</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>III курс, весняний</i>
Об'єм дисципліни	<i>4 кредити ЄКТС (120 годин), 36 годин лекції, 18 годин лабораторних робіт, 66 годин самостійна робота</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік/модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	http://roz.kpi.ua/
Мова викладання	<i>українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., Алексеїк Євгеній Сергійович, alexeik_kpi@ukr.net</i> Лабораторні: <i>к.т.н., Алексеїк Євгеній Сергійович, alexeik_kpi@ukr.net</i>
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua/ , https://do.ipk.kpi.ua/ ,

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Предмет навчальної дисципліни	<i>прилади та датчики для вимірювання основних технологічних параметрів теплоенергетичного обладнання: температур, тисків, рівня, витрати технологічних середовищ та газового аналізу</i>
-------------------------------	---

Студенти отримують важливі для майбутнього інженера-енергетика знання в галузі теплотехнічних вимірювань та приладів, зокрема: ознайомляться з методиками теплотехнічних вимірювань; з принципами дії, будови, призначення та правил вибору; з монтажем технічних засобів контролю та вимірювання; з перспективних напрямків розвитку теплотехнічного контролю.

У результаті студенти отримають ґрунтовні знання з основ, методів та засобів вимірювань; із забезпечення єдності вимірювань та способів досягнення достатньої їх точності; з державними актами та нормативно-технічними документами зі стандартизації; із структурою метрологічної служби України.

Метою навчальної дисципліни є формування здатностей (компетентностей), які студент набуде після вивчення дисципліни:

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях	ЗК 3
Здатність забезпечувати якість виконуваних робіт.	ЗК 15
Здатність виконувати роботи зі стандартизації, уніфікації та технічної підготовки до сертифікації технічних засобів, систем, процесів, устаткування й матеріалів, організовувати метрологічне забезпечення теплотехнологічних процесів з використанням типових методів контролю якості продукції у галузі енергетичного машинобудування	ФК 9

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

Знання і розуміння інженерних дисциплін на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях.	ПРН 2
Застосовувати інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до спеціальності 142 Енергетичне машинобудування; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.	ПРН 4

Розробляти і проектувати вироби в галузі енергетичного машинобудування, процеси і системи, що задовольняють встановленим вимогам, які можуть включати обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти; обрання і застосування адекватної методології проектування. ПРН 6

Застосовувати практичні навички вирішення завдань, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації. ПРН 12

Використовувати обладнання, матеріали та інструменти, інженерні технології і процеси, а також розуміння їх обмежень відповідно до спеціалізацій спеціальності 142 Енергетичне машинобудування. ПРН 13

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Для засвоєння матеріалу дисципліни необхідні знання з фізики, тепломасообміну та технічної термодинаміки.

Дисципліни, які базуються на результатах навчання з даної дисципліни: вибіркові компоненти освітньої програми, переддипломна практика.

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. Основи метрології

Тема 1 Основні поняття та визначення в області метрології.

Тема 1.2 Вимірювання та засоби вимірювань.

РОЗДІЛ 2. Похибки вимірювань та метрологічний нагляд

Тема 2.1 Похибки вимірювань та засобів вимірювань.

Тема 2.2 Метрологічний нагляд за станом та застосуванням засобів вимірювання

Тема 2.3 Законодавча метрологія і стандартизація

РОЗДІЛ 3. Основні відомості про теплотехнічні вимірювання

Тема 3.1 Основні відомості про теплотехнічні вимірювання

Тема 3.2 Загальні відомості про вимірювання температур

Тема 3.3 Термометри розширення

Тема 3.4 Термоелектричні перетворювачі та вторинні прилади до них

Тема 3.5 Термоперетворювачі опору та методи вимірювання опору

Тема 3.6 Особливості вимірювання температур в умовах експлуатації АЕС

Тема 3.7 Безконтактні методи вимірювання температури

Тема 3.8 Похибки вимірювання температури за реальних умов

Тема 3.9 Вимірювання тиску, розрідження, різниці тисків

Тема 3.10 Вимірювальні перетворювачі та системи дистанційної передачі показань

Тема 3.11 Вимірювання рівня

Тема 3.12 Вимірювання витрати

РОЗДІЛ 4. Аналіз складу та властивостей речовин

Тема 4.1 Аналіз складу газових середовищ

Тема 4.2 Контроль якості води та пари

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова (підручники, навчальні посібники) література.

1. Туяхов А.І., Ілющенко В.І., Саф'янець С.М., Смірнов О.М., Гридін С.В. Метрологія і стандартизація в енергетиці. Навчальний посібник. – Донецьк: Норд, 2012. – 308 с
2. Лукінюк М.В. Теплотехнічні вимірювання та прилади : Навч.посіб.- К.: НТУУ «КПІ»,3007.-436 с.

Додаткова (монографії, статті, документи, електронні ресурси) література.

1. Преображенский В. П. Теплотехнические измерения и приборы. Энергия 1978.- 703 с..
2. Лысыков Б. В., Прозоров В. К. Реакторная термометрия. – М.: Атомиздат, 1980.- 199 с.
3. Гордов А. Н., Жигало О. М., Иванова А. Г. Основы температурных измерений. Энергоатомиздат, 1993. - 304 с.

Інформаційні ресурси

1. Кампус КПІ ім. Ігоря Сікорського – <http://login.kpi.ua>
2. Науково-технічна бібліотека КПІ ім. Ігоря Сікорського

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Згідно навчального плану для опанування матеріалу дисципліни передбачено лекційні та лабораторні заняття

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
РОЗДІЛ 1. Основи метрології	
1.	<p style="text-align: center;">Тема 1.1. Основні поняття та визначення в області метрології.</p> <p>Лекція 1. Предмет та завдання дисципліни, зв'язок з іншими дисциплінами. Наукові основи метрології. Терміни та визначення. Література: (1) стор. 7–14 СРС: Метрологічне забезпечення, основи, мета та основні завдання</p>
2.	<p>Лекція 2. Системи одиниць. Міжнародна система одиниць. Визначення основних і додаткових величин. Переваги і недоліки системи СІ. Енергія Гельмгольца поверхні розділу фаз. Умови змочування рідиною твердої поверхні. Крайовий кут змочування. Гідрофобні та гідрофільні поверхні. Література: (1) стор. 14-25, (2) стор. 28-30</p>
3.	<p style="text-align: center;">Тема 1.2 Вимірювання та засоби вимірювань</p> <p>Лекція 3. Вимірювання. Методи вимірювання. Їх класифікація Література: (1) стор.25-43, (2) стор.13-22, (3) стор. 7–9 СРС: Поняття еталону</p>
4.	<p>Лекція 4. Засоби вимірювань. Їх класифікація. Метрологічні характеристики засобів вимірювання Література: (1) стор.44-63, (2) стор.30-39 СРС: Класифікація засобів вимірювання по метрологічному призначенню: еталонні, зразкові, робочі</p>
РОЗДІЛ 2. Похибки вимірювань та метрологічний нагляд	
5.	<p style="text-align: center;">Тема 2.1. Похибки вимірювань та засобів вимірювань</p> <p>Лекція 5. Похибки засобів вимірювань та їх класифікація. Якісні характеристики засобів вимірювання. Статичні та динамічні похибки. Способи виключення систематичних похибок. Література: (1) стор.63-85, (2) стор.23-28, (3) стор. 14–18 СРС: Критична довжина хвилі. Критична швидкість нестабільності Гельмгольца.</p>
6.	<p style="text-align: center;">Тема 2.2. Метрологічний нагляд за станом та застосуванням засобів вимірювання</p> <p>Лекція 6. Структура національної метрологічної служби. Оцінка відповідності засобів вимірювальної техніки Література: (1) стор.141-154 СРС: Державна та відомча метрологічні служби, їх функції</p>
7.	<p>Лекція 7. Повірка засобів вимірювальної техніки. Організація і порядок проведення. Види документації по повірці. Література: (1) стор.155-171, (2) стор. 49-53, (3) стор. 17-20 СРС: Наказ Міністерства економічного розвитку і торгівлі України № 193 від 08.02.2016 «Про затвердження Порядку проведення повірки законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації, та оформлення її результатів»</p>
8.	<p style="text-align: center;">Тема 2.3 Законодавча метрологія і стандартизація</p> <p>Лекція 8. Стандартизація, її сутність та основні напрямки. Основні визначення стандартизації. Роль стандартизації в розвитку народного господарства України. Принципи та методи стандартизації. Критерії та види стандартів. Література: (1) стор.172–212, (2) стор. 71-80 СРС: Міжнародна стандартизація. Зв'язок державної системи стандартизації з міжнародними та регіональними системами стандартизації.</p>
РОЗДІЛ 3. Основні відомості про теплотехнічні вимірювання	
9.	<p style="text-align: center;">Тема 3.1 Основні відомості про теплотехнічні вимірювання</p> <p>Лекція 9. Вимірювальний процес. Основні етапи. Нормальні умови. Література: (1) стор.86–116 Модульна контрольна робота. Частина I</p>
10.	<p style="text-align: center;">Тема 3.2 Загальні відомості про вимірювання температур</p> <p>Лекція 10. Загальні відомості про температуру. Класифікація засобів вимірювання температури та</p>

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
	межі застосування промислових засобів вимірювання температури. Література: (4) стор. 65-75; (5) стор. 16-18 СРС: Практичні температурні шкали
11.	<p align="center">Тема 3.3 Термометри розширення</p> <p>Лекція 11. Дилатометричні та біметалічні термометри, їх різновиди за призначенням. Манометричні термометри, типи, конструкція. Галузь застосування манометричних термометрів на електростанціях. Похибки, що виникають при вимірюванні ними та способи їх усунення. Література: (4) стор. 75-83; (2д) стор. 147-154 СРС: Скляні рідинні термометри розширення, їх класифікація, типи, конструкція.</p>
12.	<p align="center">Тема 3.4 Термоелектричні перетворювачі та вторинні прилади до них</p> <p>Лекція 12. Теплоелектричні перетворювачі (ТЕП): основи теорії термо-ЕРС, градувальна характеристика ТЕП. Питання практичного вимірювання температури за допомогою ТЕП. Типи ТЕП та їх конструкція. Реєстраційний потенціометр РП-160. Типи потенціометрів. Література: (5) стор. 24-31; (2д) стор. 326-344 СРС: Вторинні прилади для вимірювання температур за допомогою ТЕП: магнітоелектричні мілівольтметри, схема підключення у ланцюг ТЕП.</p>
	<p align="center">Тема 3.5 Термоперетворювачі опору та методи вимірювання опору</p> <p>Загальні відомості про термоперетворювачі опору (ТПО): типи ТПО (дротяні та напівпровідникові), метрологічні характеристики, конструкція. Література: (4) стор. 188-207; (5) стор. 43-48</p>
	<p align="center">Тема 3.6 Особливості вимірювання температур в умовах експлуатації АЕС.</p> <p>Кабельні ТЕП, їх конструкція, типи. Вимірювання температури теплоносія в реакторах типу ВВЕР. Вимірювання температур оболонок ТВЕЛів та палива. Вимірювання температури графітової кладки та пліт за допомогою багатозонних ТЕП та зборок. Промислові комплекти. Закордонні кабельні ТЕП. Література: (5) стор. 75-77; (6) стор. 91-92</p>
	<p align="center">Тема 3.7 Похибки вимірювання температури за реальних умов</p> <p>Причини виникнення похибок при вимірюванні температури в умовах експлуатації електростанцій (загальний випадок). Методичні похибки при вимірюванні температури середовища, що обмовлені теплопровідністю та методи їх усунення. Література: (5) стор. 68-70; (4) стор. 238-245</p>
	<p align="center">Тема 3.8 Безконтактні методи вимірювання температури.</p> <p>Пірометри випромінювання. Оптичні та радіаційні пірометри. Фотоелектричні та кольорові пірометри. Інфракрасна апаратура. Література: (5) стор. 57-68</p>
13.	<p align="center">Тема 3.9 Вимірювання тиску, розрідження, різниці тисків.</p> <p>Лекція 13. Одиниці тиску. Деформаційні манометри: пружинні, мембранні, сифонні. Принцип роботи, типи, технічні характеристики. Електричні прилади для вимірювання тиску, різниці тисків, тензорометричні прилади. Диференційні манометри, їх конструкція, типи, основні технічні характеристики. П'єзоелектричні манометри. Література: (4) стор. 361-381; (5) стор. 99-114. СРС: Рідинні манометри та дифманометри</p>
	<p align="center">Тема 3.10 Вимірювальні перетворювачі та системи дистанційної передачі показань</p> <p>Перетворювачі з магнітною та електросиловою компенсацією. Нормуючі перетворювачі. Індукційні та диференційно-трансформаторні схеми теплопередачі, вторинні прилади з ДТП Література: (4) стор. 321-329; (5) стор. 66-89; 91-93</p>
	<p align="center">Тема 3.11 Вимірювання рівню.</p> <p>Загальні відомості про вимірювання рівню. Схеми вимірювання рівню рідин за допомогою дифманометрів. Вимірювання рівнів в барабані котлів ТЕС та парогенераторів на АЕС. Введення корекції по тиску та густині. Вимірювання рівню пилу у промбункері котла на ТЕС. Механічні, гідростатичні, акустичні, радіоізотопні рівнеміри Література: (5) стор. 142-145; стор. 530-543</p>
14.	<p align="center">Тема 3.12 Вимірювання рівню</p> <p>Лекція 14. Вимірювання рівня води у підігрівачах живильної та мережевої води на електростанці-</p>

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
	ях. Вимірювання рівню у конденсаторі турбіни. Електричні рівнеміри. Перспективні рівнеміри. Література: (4) стор 544-546. (5) стор. 146
	Тема 3.13 Вимірювання витрати за перепадом тиску на звужую чому пристрої Класифікація витратомірів. Основи теорії вимірювання витрати за перепадом тиску на звужуючому пристрої. Робочі формули витрати. Стандартні та нестандартні пристрої. Оцінка похибки вимірювання витрати. Норми. Вимірюванні витрати за допомогою дифманометра (ДМ). Схеми підключення ДМ до звужую чого пристрою при вимірюванні витрати рідин, газів та пари. Література (4) стор. 434-462, с. 466-474. (5) стор. 116-124, 127-130 СРС: Розрахунок звужуючих пристроїв
15.	Лекція 15. Вимірюванні витрати за допомогою дифманометра (ДМ). Схеми підключення ДМ до звужую чого пристрою при вимірюванні витрати рідин, газів та пари. Література (4) стор. 466-474.
	Витратоміри, що використовуються в умовах експлуатації АЕС: тахометричні, кулькові типу „Шторм”. Безконтактні методи вимірювання витрати: електромагнітні витратоміри. Витратоміри сталого перепаду тиску Перспективні типи витратомірів. Література (4) стор. 503-509, (5) стор. 130-132, 137-140 СРС: Ультразвукові витратоміри. Галузь використання
РОЗДІЛ 4. Аналіз складу та властивостей речовин	
16.	Тема 4.1 Аналіз складу газових середовищ Лекція 16. Вимірювання складу газових середовищ у системах, що забезпечують безпечне функціонування технологічних об'єктів. Термокондуктометричні газоаналізатори на Н ₂ , термохімічні газоаналізатори. Література (5) стор. 168-172
17.	Тема 4.2 Контроль якості води та пари Лекція 17. Електрохімічний аналіз якості води та пари. Електродні та безелектродні кондуктометри. Оптичний метод аналізу рідини. Автоматичний кремніємір АВ-211. Література (5) стор. 186-193. СРС: Принцип дії та вимірювальні схеми ррН-метрів. Промислові типи рН-метрів. Модульна контрольна робота, II частина
18.	ЗАЛІК

Лабораторні заняття

№ з/п	Назва лабораторної роботи
1.	Повірка засобів вимірювальної техніки (амперметр, вольтметр, ватметр)
2.	Виготовлення трьохелектродної термопари Визначення постійної часу трьохелектродної термопари
3.	Тарування термопари
4.	Тарування приладу для безконтактного вимірювання температури /БВТ-2/
5.	Вимірювання вакууму
6.	Тарування витратоміра
7.	Тарування датчика теплогового потоку
8.	Визначення теплової потужності за допомогою датчика теплогового потоку
9.	Захист лабораторних робіт

6. Самостійна робота студентів

Види самостійної роботи вказані в таблиці в п.5 відповідно до запланованих навчальних занять.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- Відвідування занять (лекційних та лабораторних) є обов'язковим.
- Без поважної причини студент може пропустити 2 заняття.
- Ведення рукописного конспекту лекцій є обов'язковим. Графічний матеріал може бути роздрукований.
- Всі пропущені лабораторні роботи повинні бути відпрацьовані за індивідуальних графіком.

- Для допуску до виконання лабораторної роботи студент повинен мати рукописний протокол із основною інформацією та знати методику виконання роботи.
- В разі відсутності протоколу, студент до виконання лабораторної роботи не допускається.
- В разі запізнення на лабораторне заняття більше, ніж на 10 хвилин, студент до виконання роботи не допускається.
- Захист лабораторних робіт проводиться індивідуально кожним студентом.
- Завдання, винесені на самостійне опрацювання, мають бути виконані протягом двох тижнів, лише тоді студент отримує рейтингові бали. При несвоєчасному виконанні СРС студент балів не отримує. Виконання всіх СРС є обов'язковим.
- При відсутності на МКР через поважну причину (документально підтверджену), студент може скласти її в індивідуальному порядку.
- При необхідності (рейтинг в кінці семестру нижче 30 балів) студент може одноразово переписати МКР. При цьому він отримує 2 штрафні бали за кожну частину МКР, яку бажає переписати.
- Заохочувальні бали надаються у відповідності до «системи оцінювання результатів навчання».
- політика щодо академічної доброчесності відповідає загальним положенням, прийнятим у «КПІ ім. Сікорського» (детальніше: <https://kpi.ua/code/>);
- політика навчальної дисципліни спрямована на розвиток індивідуальних здібностей в напрямку набуття компетентностей щодо створення та модернізації сучасних енергетичних систем, унікального обладнання в енергетичній галузі, а також в напрямку розширення сфер застосування отриманих знань, умінь і досвіду.
- за бажанням студентів, допускається вивчення матеріалу за допомогою онлайн-курсів за тематикою, яка відповідає тематиці конкретних занять.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Види контролю знань студента з дисципліни:

- захист лабораторних робіт;
- виконання МКР (дві частини);
- відповідь на заліку.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, які він отримує за:

- 1) виконання та захист 9-ти лабораторних робіт;
- 2) дві частини модульної контрольної роботи;
- 3) виконання завдань, що виносяться на самостійну роботу;
- 4) залікова робота.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

1. Лабораторна робота.

Ваговий бал — 5. Максимальна кількість балів студента за дев'ять лабораторних робіт: $r_{\text{лаб}} = 5 \text{ балів} \times 9 = 45 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання:

Оцінка за захист звіту з лабораторної роботи складається з двох частин: **2 бали** студент отримує за допуск до виконання лабораторної роботи і **3 бали** за умови правильно оформленого протоколу, вірної обробки даних і своєчасного захисту роботи; за умови невиконання (зниження) показника хоча б з однієї позиції – **(-1) бал**.

2. Модульна контрольна робота.

Проводиться дві частини МКР. Завдання на кожну частину МКР складається з двох теоретичних питань. Ваговий бал кожного питання — 10. Максимальна кількість балів за МКР дорівнює $r_{\text{МКР}} = 2 \times 10 + 2 \times 10 = 40 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання:

10 балів — повна вірна відповідь на завдання; **8..9 бали** — відповідь має несуттєві помилки; **5..7 бали** — неповна відповідь; **3..4 бали** — неповна відповідь з несуттєвими недоліками; **0...2 балів** — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді, не зараховано.

3. Завдання, що винесено на самостійну роботу

Кожне вчасно виконане завдання оцінюється в 1 бал.

Максимальна кількість балів студента за 15-ть завдань (завдання СРС видаються після лекції, строк задачі завдання – не пізніше ніж через тиждень): $r_{\text{СРС}} = 1 \text{ бали} \times 15 = 15 \text{ балів}$.

Виконане завдання надається викладачу у вигляді конспекту, виконання завдань СРС обов'язкове.

Критерії оцінювання:

1 бал — повно, вірно і вчасно виконане завдання; за умови невиконання (зниження) показника хоча б з однієї позиції – **(-0,2) бали**.

Також студенти можуть отримати **ззаохочувальні бали**

- ведення конспекту лекцій — **5 балів**.
- оформлення звіту з виконання СРС (за лекційним курсом) — **3 бали**.

4. Залікова контрольна робота

Залікова робота складається з чотирьох теоретичних питань (по 10 балів) Тобто, максимальна кількість балів за виконану залікову роботу становить **40 балів**.

Критерії оцінювання:

Кожне питання залікової роботи оцінюється згідно до системи оцінювання:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – **10 балів**;
- достатньо повна відповідь (не менше 70% потрібної інформації, або незначні неточності) – **8...9 балів**;
- неповна відповідь, з помилками (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – **4...7 балів**;
- незадовільна відповідь, або її відсутність (менше 60% потрібної інформації та помилки) – менше **3 балів**.

Штрафні бали:

додаткове питання з тем лекційного курсу та практичних занять отримують студенти, які не брали участі у роботі певного заняття. Незадовільна відповідь з додаткового питання знижує загальну оцінку на **3 бали**.

Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни (R_D):

Сума вагових балів контрольних заходів в семестрі (стартовий рейтинг) складає:

$$R_C = r_{\text{лаб}} + r_{\text{МКР}} + r_{\text{СРС}}$$

де r_i — рейтингові або вагові бали за кожний вид робіт з дисципліни.

Максимально можливий стартовий рейтинг: $R_C = 45+40+15 = 100$ балів.

Необхідною умовою допуску до заліку є зарахування самостійних робіт, захист всіх лабораторних робіт і семестровий рейтинг не менше 30 балів.

Якщо в продовж семестру студент отримав більше 60 балів, він має право отримати оцінку «автоматом» згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою (див. нижче). **Найвища оцінка «автоматом» не виставляється.**

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хочуть підвищити оцінку в системі ECTS, виконують залікову контрольну роботу. При цьому до балів за лабораторні роботи ($r_{\text{лаб}}$) та виконання завдань СРС ($r_{\text{СРС}}$) додаються бали за залікову контрольну роботу і ця рейтингова оцінка є остаточною.

Студенти, які набрали в семестрі рейтинг з дисципліни менше, ніж 25 балів або не виконали умов допуску на залік, зобов'язані до початку екзаменаційної сесії підвищити його, інакше вони не допускаються до заліку з цієї дисципліни і мають академічну заборгованість.

Залікова складова R_3 шкали дорівнює: **$R_3 = 40$ балів** (не враховуються бали за МКР)

Таким чином, максимальна кількість балів при здачі заліку (не враховуються бали за МКР) за рейтинговою шкалою з дисципліни складає

$$R_D = R_C + R_3 = 60 + 40 = 100 \text{ балів.}$$

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають право і можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами (детальніше: https://osvita.kpi.ua/2020_7-170, https://document.kpi.ua/files/2020_7-170.pdf).

Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (детальніше: <https://kpi.ua/code>).

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

1. Дистанційне навчання:

В умовах дистанційного режиму організація освітнього процесу здійснюється з використанням технологій дистанційного навчання: платформи дистанційного навчання «Сікорський» та «Електронний кампус». Навчальний процес у дистанційному режимі здійснюється відповідно до затвердженого розкладу навчальних занять. Заняття проходять з використанням сучасних ресурсів проведення онлайн-зустрічей (організація відео-конференцій на платформі Zoom).

2. Навчання в умовах правового режиму воєнного стану:

– передбачає проведення усіх видів занять дистанційно (з використанням синхронної або асинхронної моделі освітньої взаємодії), у відповідності до Регламенту організації освітнього процесу в дистанційному режимі та Положення про дистанційне навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського;

– кінцеві терміни виконання індивідуальних завдань і завдань самостійної роботи переносяться на кінець семестру (з обов'язковим виконанням і захистом);

– у рейтингову систему оцінювання вносяться зміни стосовно нарахування штрафних балів за не своєчасне виконання завдань: штрафні бали не нараховуються.

3. Для студентів існує можливість зарахування (у вигляді додаткових балів до рейтингу до 20 балів):

- сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за тематикою дисципліни;
- сертифікатів, які підтверджують участь у науково–практичних і наукових конференціях за тематикою дисципліни;
- публікація статті у науковому журналі за тематикою дисципліни.

Додаток 1

Список теоретичних питань до модульної контрольної роботи

1. Основні поняття та визначення метрології.
2. Метрологічне забезпечення.
3. Система одиниць.
4. Міжнародна система одиниць. Її переваги та недоліки.
5. Міжнародна система одиниць. Визначення основних і додаткових величин.
6. Вимірювання фізичних величин. Області та види вимірювань.
7. Класифікація вимірювань фізичних величин.
8. Метод вимірювання.
9. Поняття еталону.

10. Класифікація засобів вимірювань: міра, вимірювальний перетворювач, вимірювальний прилад.
11. Класифікація засобів вимірювань: вимірювальний комплекс, вимірювальна інформаційна система.
12. Показники якості засобів вимірювання.
13. Метрологічні характеристики засобів вимірювань.
14. Похибки вимірювань, визначення, їх класифікація.
15. Похибки засобів вимірювання.
16. Основні поняття теорії випадкових похибок.
17. Загальна класифікація систематичних похибок.
18. Теоретичні похибки або похибки методу вимірювання.
19. Виключення систематичних похибок.
20. Структура національної метрологічної служби.
21. Наукові метрологічні центри, їх основні функції.
22. Оцінка відповідності засобів вимірювальної техніки.
23. Повірка засобів вимірювальної техніки.
24. Повірочна лабораторія. Визначення. Критерії. Функції.
25. Стандартизація. Визначення. Основні принципи.
26. Функції та методи стандартизації.
27. Параметрична стандартизація.
28. Уніфікація продукції.
29. Агрегування.

Додаток 2

Список питань до залікової роботи

1. Національна система стандартів в Україні.
2. Державний контроль і нагляд за дотриманням вимог державних стандартів.
3. Вимірювальний процес. Основні етапи.
4. Температурні шкали.
5. Вимірювання температури за допомогою ТЕП.
6. Принцип дії ТЕП, градувальна характеристика.
7. Типи промислових ТЕП.
8. Вимірювання температури за допомогою неврівноваженого вимірювального мосту. Особливості роботи та схема.
9. Похибки ТЕП від коливання температури вільних кінців та способи їх уникнення.
10. Вимірювання температури за допомогою автоматичних електронних мостів.
11. Вимірювання температур на АЕС за допомогою багатозонних ТЕП.
12. Автоматичний електронний потенціометр РП-160. Робота. Позитивні властивості.
13. Особливості вимірювання температур стаціонарних потоків /загальний випадок/.
14. Схема логометра із симетричною схемою. Включення ТПО у схему.
15. Методична похибка термоперетворювачів за рахунок теплопровідності та способи її зменшення в умовах експлуатації на електростанціях.
16. Принципова електрична схема автоматичного потенціометру типу КСП. Робота схеми. Позитивні властивості. Недоліки.
17. Вимірювання температур на електричних станціях. За допомогою ТПО. Типи ТПО, їх основні характеристики.
18. Компенсаційний метод вимірювання напруги. Класифікація потенціометрів, що працюють за цим методом. Принципова електрична схема хересного потенціометра.
19. Вимірювання температури поверхні металів в умовах АЕС.

20. Термометри розширення: дилатометричні термометри. Біметалічні термометри. Конструкція. Принцип роботи. Область використання.
21. Особливості вимірювання температур на АЕС. Типи перетворювачів. Конструкція. Область використання.
22. Включення вимірювального приладу у ланцюг ТЕП. Термобатарей та диференціальний термометр.
23. Вимірювання тиску за допомогою мембранних та сильфонних манометрів.
24. Вимірювання втрати рідин, газів та пари за перепадом тиску у звужую чому пристрою.
25. Тип стандартних та нестандартних звужуючи пристроїв.
26. Пружинні манометри диференціально трансформаторної системи. Робота схеми, градувальна характеристика.
27. Рідинні прилади для вимірювання тисків та розріджень. Область використання на електростанціях.
28. Безконтактні методи вимірювання витрат. Електромагнітні витратоміри з перемінним магнітним полем. Використання на АЕС.
29. Класифікація пружинних манометрів. Манометри з трубчатими пружинами. Область використання. Типи.
30. Тахометричні витратоміри. Типи. Конструкція. Область використання різних типів на електростанціях.
31. Мембранні манометри для дистанційної передачі показань.
32. Вимірювання рівню у підігрівачах та конденсаторах турбін на АЕС та ТЕС.
33. Схеми підключення дифманометру до звужую чого пристрою /для різних середовищ/ в умовах експлуатації АЕС та ТЕС.
34. Тензометричні манометри та дифманометри типу „САПФИР – 33”.
35. Класифікація рівнемірів. Конструкція. Область використання.
36. Вимірювання витрати неконтактними методами на АЕС.
37. Конструкція та робота витратоміру типу „ШТОРМ”.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено *к.т.н., Алексеїком Євгенієм Сергійовичем*

Ухвалено: кафедрою АЕС і ІТФ (протокол № 15/а від 30.06. 2022 р.)

Погоджено: Методичною комісією ТЕФ (протокол № 9 від 30. 06. 2022 р.)