



# Експлуатація та випробування приладів АЕС

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>143 Атомна енергетика</i>
Освітня програма	<i>ОПП Атомні електричні станції</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова, цикл професійної підготовки</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>IV курс, весняний</i>
Об'єм дисципліни	<i>4 кредити ЕКТС (120 годин), 36 годин лекції, 18 годин лабораторних, 66 годин самостійна робота</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік, модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	<a href="http://roz.kpi.ua/">http://roz.kpi.ua/</a>
Мова викладання	<i>українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., Алексеїк Євгеній Сергійович, alexeik_kpi@ukr.net</i> Практичні / Семінарські: <i>не передбачено</i> Лабораторні: <i>к.т.н. Алексеїк Євгеній Сергійович, alexeik_kpi@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<a href="https://campus.kpi.ua">https://campus.kpi.ua</a> , <a href="https://do.ipk.kpi.ua/">https://do.ipk.kpi.ua/</a> ,

### Програма навчальної дисципліни

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

Предмет навчальної дисципліни *прилади та датчики для вимірювання основних технологічних параметрів теплоенергетичного обладнання: температур, тисків, рівня, витрати технологічних середовищ та газового аналізу*

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 розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності та ядерно-радіаційної безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання атомно-енергетичного комплексу ФК 2

Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію обладнання атомно-енергетичного комплексу. ФК 11

Здатність виконувати роботи зі стандартизації, уніфікації та технічної підготовки до сертифікації технічних засобів, систем, процесів, устаткування й матеріалів, організувати метрологічне забезпечення теплотехнологічних процесів з використанням типових методів контролю якості продукції у галузі атомної енергетики ФК 15

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

Знання і розуміння математики, фізики, хімії та інженерних наук на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях в галузі. ПРН 1

Знати, розуміти і застосовувати нормативні документи, стандарти інженерної практики і правила техніки безпеки при вирішенні професійних завдань ПРН 9

Знати і розуміти основні характеристики, сферу застосування та обмеження обладнання, матеріалів та інструментів, інженерних технологій і процесів, що використовуються при вирішенні професійних завдань ПРН 12

## **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: перед-дипломна 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

#### 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. Машта Н.О., Бенчук О.П., Бенчук Г.П. та ін. Основи стандартизації, метрології та управління якістю: Навчальний посібник. – Рівне: О. Зень, 2015. – 388 с
3. А. Ф. Курилов, В. М. Козін Теплотехнічні вимірювання і прилади : навч. посіб. - Суми : Сумський державний університет, 2015. – 189 с.
4. Лукінюк М.В. Теплотехнічні вимірювання та прилади :Навч.посіб.- К.: НТУУ «КПІ»,3007.-436 с.
5. Радченко Ю.М., Романько Я.В. Теплотехнічні вимірювання та прилади: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2015. – 53 с

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

1. Преображенский В. П. Теплотехнические измерения и приборы. Энергия 1978.- 703 с
2. Теплотехнічні виміри : навчальний посібник І О. П. Арестов.- Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2008. - 176 с.
3. Вимірювання і контроль у будівництві та виробництві будівельних матеріалів і конструкцій: навч. Посібник. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2006 – 492 с.
4. Лысиков Б. В., Прозоров В. К. Реакторная термометрия. – М.: Атомиздат, 1980.- 199 с.
5. Гордов А. Н., Жигало О. М., Иванова А. Г. Основы температурных измерений. Энергоатомиздат, 1993. - 304 с.
6. «Метрологія. Конспект лекцій»: Укл. Л. С. Патрєва, І. В. Каницька. Миколаїв: Миколаївський національний аграрний університет, 2021 – 106 с.
7. Конспект лекцій з дисципліни «Теплотехнічні вимірювання та прилади»для студентів за напрямом 6.050601 – Теплоенергетика денної форми навчання / Укл. Глущенко О.Л., – Дніпро-дзержинськ: ДДТУ, 2012 – 126 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)
<b>РОЗДІЛ 1. Основи метрології</b>	
1.	<b>Тема 1.1. Основні поняття та визначення в області метрології.</b> <b>Лекція 1.</b> Предмет та завдання дисципліни, зв'язок з іншими дисциплінами. Наукові основи метрології. Терміни та визначення. <b>СРС:</b> Метрологічне забезпечення, основи, мета та основні завдання
2.	<b>Лекція 2.</b> Системи одиниць. Міжнародна система одиниць. Визначення основних і додаткових величин. Переваги і недоліки системи СІ.
3.	<b>Тема 1.2 Вимірювання та засоби вимірювань</b>

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
	<b>Лекція 3.</b> Вимірювання. Методи вимірювання. Їх класифікація <b>СРС:</b> Поняття еталону
4.	<b>Лекція 4.</b> Засоби вимірювань. Їх класифікація. Метрологічні характеристики засобів вимірювання <b>СРС:</b> Класифікація засобів вимірювання по метрологічному призначенню: еталонні, зразкові, робочі
<b>РОЗДІЛ 2. Похибки вимірювань та метрологічний нагляд</b>	
5.	<b>Тема 2.1. Похибки вимірювань та засобів вимірювань</b> <b>Лекція 5.</b> Похибки засобів вимірювань та їх класифікація. Якісні характеристики засобів вимірювання. Статичні та динамічні похибки. Способи виключення систематичних похибок. <b>СРС:</b> Критична довжина хвилі. Критична швидкість нестабільності Гельмгольца.
6.	<b>Тема 2.2. Метрологічний нагляд за станом та застосуванням засобів вимірювання</b> <b>Лекція 6.</b> Структура національної метрологічної служби. Оцінка відповідності засобів вимірювальної техніки <b>СРС:</b> Державна та відомча метрологічні служби, їх функції
7.	<b>Лекція 7.</b> Повірка засобів вимірювальної техніки. Організація і порядок проведення. Види документації по повірці. <b>СРС:</b> 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»
8.	<b>Тема 2.3 Законодавча метрологія і стандартизація</b> <b>Лекція 8.</b> Стандартизація, її сутність та основні напрямки. Основні визначення стандартизації. Роль стандартизації в розвитку народного господарства України. Принципи та методи стандартизації. Критерії та види стандартів. <b>СРС:</b> Міжнародна стандартизація. Зв'язок державної системи стандартизації з міжнародними та регіональними системами стандартизації.
<b>РОЗДІЛ 3. Основні відомості про теплотехнічні вимірювання</b>	
9.	<b>Тема 3.1 Основні відомості про теплотехнічні вимірювання</b> <b>Лекція 9.</b> Вимірювальний процес. Основні етапи. Нормальні умови. <b>Модульна контрольна робота. Частина I</b>
10.	<b>Тема 3.2 Загальні відомості про вимірювання температур</b> <b>Лекція 10.</b> Загальні відомості про температуру. Класифікація засобів вимірювання температури та межі застосування промислових засобів вимірювання температури. <b>СРС:</b> Практичні температурні шкали
11.	<b>Тема 3.3 Термометри розширення</b> <b>Лекція 11.</b> 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. <b>СРС:</b> Скляні рідинні термометри розширення, їх класифікація, типи, конструкція.
12.	<b>Тема 3.4 Термоелектричні перетворювачі та вторинні прилади до них</b> <b>Лекція 12.</b> Теплоелектричні перетворювачі (ТЕП): основи теорії термо-ЕРС, градувальна

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
	характеристика ТЕП. Питання практичного вимірювання температури за допомогою ТЕП. Типи ТЕП та їх конструкція. Реєстраційний потенціометр РП-160. Типи потенціометрів. <b>СРС:</b> Вторинні прилади для вимірювання температур за допомогою ТЕП: магнітоелектричні мілівольтметри, схема підключення у ланцюг ТЕП.
	<b>Тема 3.5 Термоперетворювачі опору та методи вимірювання опору</b> Загальні відомості про термоперетворювачі опору (ТПО): типи ТПО (дротяні та напівпровідникові), метрологічні характеристики, конструкція.
	<b>Тема 3.6 Особливості вимірювання температур в умовах експлуатації АЕС.</b> 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.
	<b>Тема 3.7 Похибки вимірювання температури за реальних умов</b> Причини виникнення похибок при вимірюванні температури в умовах експлуатації електростанцій (загальний випадок). Методичні похибки при вимірюванні температури середовища, що обмовленні теплопровідністю та методи їх усунення.
	<b>Тема 3.8 Безконтактні методи вимірювання температури.</b> Пірометри випромінювання . Оптичні та радіаційні пірометри. Фотоелектричні та кольорові пірометри. Інфрачервона апаратура.
13.	<b>Тема 3.9 Вимірювання тиску, розрідження, різниці тисків.</b> <b>Лекція 13.</b> 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. <b>СРС:</b> Рідинні манометри та дифманометри
	<b>Тема 3.10 Вимірювальні перетворювачі та системи дистанційної передачі показань</b> Перетворювачі з магнітною та електросиловою компенсацією. Нормуючі перетворювачі. Індукційні та диференційно-трансформаторні схеми теплопередачі, вторинні прилади з ДТП
	<b>Тема 3.11 Вимірювання рівню.</b> 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
14.	<b>Тема 3.12 Вимірювання рівню</b> <b>Лекція 14.</b> Вимірювання рівня води у підігрівачах живильної та мережевої води на електростанціях. Вимірювання рівню у конденсаторі турбіни. Електричні рівнеміри. Перспективні рівнеміри.
	<b>Тема 3.13 Вимірювання витрати за перепадом тиску на звужую чому пристрої</b> 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.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
	<b>СРС:</b> Розрахунок звужуючих пристроїв
15.	<b>Лекція 15.</b> Вимірювання витрати за допомогою дифманометра (ДМ). Схеми підключення ДМ до звужуючого пристрою при вимірюванні витрати рідин, газів та пари. Витратоміри, що використовуються в умовах експлуатації АЕС : тахометричні, кулькові типу „Шторм”. Безконтактні методи вимірювання витрати: електромагнітні витратоміри. Витратоміри сталого перепаду тиску Перспективні типи витратомірів. <b>СРС:</b> Ультразвукові витратоміри. Галузь використання
<b>РОЗДІЛ 4. Аналіз складу та властивостей речовин</b>	
16.	<b>Тема 4.1 Аналіз складу газових середовищ</b> <b>Лекція 16.</b> Вимірювання складу газових середовищ у системах, що забезпечують безпечне функціонування технологічних об'єктів. Термокондуктометричні газоаналізатори на Н <sub>2</sub> . <b>СРС:</b> Термохімічні газоаналізатори.
17.	<b>Тема 4.2 Контроль якості води та пари</b> <b>Лекція 17.</b> Електрохімічний аналіз якості води та пари. Електродні та безелектродні кондуктометри. Оптичний метод аналізу рідини. Автоматичний кремніємір АВ-211. <b>СРС:</b> Принцип дії та вимірювальні схеми ррН-метрів. Промислові типи рН-метрів. <b>Модульна контрольна робота, II частина</b>
18.	<b>ЗАЛІК</b>

### Лабораторні заняття

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

### **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)**

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Норми етичної поведінки

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>

Відвідування занять

Відвідування лекцій, практичних занять та консультацій не оцінюється. Однак, студентам рекомендується їх відвідувати, оскільки на них викладається теоретичний та практичний матеріал, розвиваються навички, необхідні для виконання практичних завдань та успішного написання КР, виконання РР та самостійних робіт.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами (згідно "Положення про систему забезпечення якості вищої освіти у Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, “Положення про організацію навчального процесу”).

Дотримання положень «Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського» (розділи 2 та 3)

Співпраця студентів у розв'язанні проблемних завдань дозволена, але відповіді кожний студент захищає самостійно. Взаємодія студентів під час іспиту категорично забороняється і будь-яка така діяльність буде вважатися порушенням академічної доброчесності згідно принципів університету щодо академічної доброчесності.

## 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 лабораторних робіт;
- 2) дві контрольні роботи (одна МКР поділяється на дві годинні контрольні роботи);
- 3) виконання завдань, що виносяться на самостійну роботу
- 4) відповідь на заліку.

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):  $r_{\text{СРС}} = 1 \text{ бали} \times 15 = \mathbf{15 \text{ балів}}$ .

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**.

#### **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).

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

$$R_D = R_C + R_4 = 60 + 40 = \mathbf{100 \text{ балів}}$$

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

<b>Кількість балів</b>	<b>Оцінка</b>
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://osvita.kpi.ua/2020_7-170), [https://document.kpi.ua/files/2020\\_7-170.pdf](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», служби Telegram. 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).

## **Додаток 1**

### **Список питань на залік**

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.
30. Національна система стандартів в Україні.
31. Державний контроль і нагляд за дотриманням вимог державних стандартів.
32. Вимірювальний процес. Основні етапи.
33. Температурні шкали.
34. Вимірювання температури за допомогою ТЕП.
35. Принцип дії ТЕП, градувальна хар-ка.
36. Типи промислових ТЕП.
37. Вимірювання температури за допомогою неврівноваженого вимірювального мосту. Особливості роботи та схема.
38. Похибки ТЕП від коливання температури вільних кінців та способи їх уникнення.
39. Вимірювання температури за допомогою автоматичних електронних мостів.
40. Вимірювання температур на АЕС за допомогою багатозонних ТЕП.
41. Автоматичний електронний потенціометр РП-160. Робота. Позитивні властивості.
42. Особливості вимірювання температур стаціонарних потоків /загальний випадок/.
43. Схема логометра із симетричною схемою. Включення ТПО у схему.
44. Методична похибка термоперетворювачів за рахунок теплопровідності та способи її зменшення в умовах експлуатації на електростанціях.
45. Принципова електрична схема автоматичного потенціометру типу КСП. Робота схеми. Позитивні властивості. Недоліки.
46. Вимірювання температур на електричних станціях. За допомогою ТПО. Типи ТПО, їх основні характеристики.
47. Компенсаційний метод вимірювання напруги. Класифікація потенціометрів, що працюють за цим методом. Принципова електрична схема хересного потенціометра.
48. Вимірювання температури поверхні металів в умовах АЕС.
49. Термометри розширення: дилатометричні термометри. Біметалічні термометри. Конструкція. Принцип роботи. Область використання.
50. Особливості вимірювання температур на АЕС. Типи перетворювачів. Конс рукція. Область використання.
51. Включення вимірювального приладу у ланцюг ТЕП. Термобатарей та диференціальний термометр.
52. Вимірювання тиску за допомогою мембранних та сильфонних манометрів.
53. Вимірювання втрати рідин, газів та пари за перепадом тиску у звужуючому пристрою.
54. Тип стандартних та нестандартних звужуючих пристроїв.
55. Пружинні манометри диференціально трансформаторної системи. Робота схеми, градувальна характеристика.
56. Рідинні прилади для вимірювання тисків та розріджень. Область використання на електростанціях.
57. Безконтактні методи вимірювання витрат. Електромагнітні витратоміри з перемінним магнітним полем. Використання на АЕС.
58. Класифікація пружинних манометрів. Манометри з трубчатими пружинами. Область використання. Типи.
59. Тахометричні витратоміри. Типи. Конструкція. Область використання різних типів на електростанціях.
60. Мембранні манометри для дистанційної передачі показань.
61. Вимірювання рівню у підігрівачах та конденсаторах турбін на АЕС та ТЕС.
62. Схеми підключення дифманометру до звужуючого пристрою /для різних середовищ/ в умовах експлуатації АЕС та ТЕС.
63. Тензометричні манометри та дифманометри типу „САПФИР – 33”.

- 64. Класифікація рівнемірів. Конструкція. Область використання.
- 65. Вимірювання витрати неконтактними методами на АЕС.
- 66. 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.)