



Методи і засоби вимірювання фізичних величин

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія¹</i>
Спеціальність	<i>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Освітня програма	<i>Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/дистанційна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3 кредити 90 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н., професор, Зайченко Стефан Володимирович, тел. 067-165-37-48, email: zstefv@gmail.com²</i>
Розміщення курсу	<i>http://emoev.kpi.ua/author/Zstefan</i>

¹ В полях Галузь знань/Спеціальність/Освітня програма:

Для дисциплін професійно-практичної підготовки зазначається інформація відповідно до навчального плану. Для соціально-гуманітарних дисциплін вказується перелік галузей, спеціальностей, або «для всіх».

² Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

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

При проведенні експериментальних і багатьох інших видах досліджень вимірювання були, є і будуть одними з найважливіших умов досягнення поставленої наукової мети. Тільки висока і гарантована точність результатів вимірювань забезпечує правильність прийнятих наукових положень і висновків на всіх рівнях дослідження, а методи і засоби вимірювання фізичних величин є невід'ємною основою наукових досліджень за темою дисертації.

Метою викладання даної дисципліни є надання аспірантам знань з основ методів і засобів вимірювання фізичних величин, з якими майбутній науковець стикається під час досліджень, засвоєння основних методів вимірювання фізичних величин і основних технологічних параметрів та сигналів, принципів побудови та застосування засобів для вимірювання.

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Методи і засоби вимірювання фізичних величин» є формування теоретичних знань та практичних навичок з метрології як наукової основи вимірювальної техніки, рівня знань про методи вимірювання технологічних параметрів і сигналів, принципи побудови сучасних систем і приладів автоматичного контролю під час проведення експериментальних досліджень. Це дає змогу фахівцям у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки використовувати набуті знання для вирішення наукових задач різної складності.

В результаті вивчення дисципліни «Методи і засоби вимірювання фізичних величин» студенти отримують такі компетентності:

загальні:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу(ЗК01);
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК02).

фахові:

- Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання в електричній інженерії та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з електричної інженерії та суміжних галузей(СК01);
- Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси,
- спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності (СК04);
- Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в галузі електричної інженерії, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень(СК05).

та програмні результати навчання:

- Мати передові концептуальні та методологічні знання з електричної інженерії і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій (ПН1);
- Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з електричної інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми(РН04);
- Глибоко розуміти загальні принципи та методи технічних наук, а також методологію наукових досліджень, застосовувати їх у власних дослідженнях у галузі електричної інженерії та у викладацькій практиці(РН05).

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

Навчальна дисципліна «Методи і засоби вимірювання фізичних величин» викладається на основі знань та умінь, одержаних студентами під час вивчення таких дисциплін як «Методи

дослідження, формування та керування інтелектуальними енергетичними системами та комплексами», «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії в електроенергетичних системах та електротехнічних комплексах», «Моніторинг, керування та захист електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів», тощо.

Знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля «Методи і засоби вимірювання фізичних величин», є необхідними для кожного фахівця даної спеціальності, які вирішують інженерні завдання у сфері електротехніки та при вивченні таких дисциплін: «Моніторинг, керування та захист електроенергетичних систем та електротехнічних комплексів», «Моніторинг і діагностика електроенергетичних систем», «Ідентифікація параметрів в електромеханічних системах» тощо.

3. Зміст навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Методи і засоби вимірювання фізичних величин» складається з 1 розділу:

Розділ 1. Методи вимірювання

Тема 1.1. Загальні відомості про електричні вимірювання та електровимірювальну апаратуру

Тема 1.2. Зміст та етапи вимірювальних інформаційних технологій

Тема 1.3. Метрологічні характеристики засобів вимірювань цифрові вимірювальні прилади.

Тема 1.4.. Аналогові вимірювальні прилади. принципи дії, властивості й застосування

Тема 1.5. Вимірювальні трансформатори

Тема 1.6. Застосування аналогових приладів для вимірювань у трифазних колах змінного струму

Тема 1.7. Вимірювання активної електричної потужності й енергії в трифазному ланцюзі за допомогою двох приладів

Тема 1.8. Мостові методи вимірювання параметрів елементів електричних кіл

Тема 1.9. Цифрові засоби вимірювань

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. . Головка Д.Б. Основи метрології та вимірювань / Д.Б. Головка, К.Г. Рого, Ю.О. Скрипник. – К.: Либідь, 2001. – 248 с.

2. Поліщук Є.С. Метрологія та вимірювальна техніка (за ред. Є. Поліщука). / Є.С. Поліщук, М.М. Дорожовець, В.О. Яцук та ін. – Львів: Бескид БІТ, 2003. – 544с.

3. Древецький В. В. Спеціальні вимірювання і прилади : навч. посіб. / В. В. Древецький, С. В. Стець. – Рівне : НУВГП, 2012. – 288 с.

4. Кованько В. В. Загальнотехнічні вимірювання і прилади : навч. посіб. / В. В. Кованько, В. В. Древецький, А. О. Христюк. – Рівне : НУВГП, 2013. – 189 с. – Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/2397/>

5. Кухарчук В.В. Основи метрології та електричних вимірювань : підручник / В.В. Кухарчук, В.Ю. Кучерук, Є.Т. Володарський, В.В. Грабко. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 522 с.

6. Марчук В.І. Основи метрології та електричні вимірювання: теорія і практикум. Навчальний посібник / В.І. Марчук, В.Є. Караченцев. – Луцьк: Луцький національний технічний університет, 2013. – 621 с.

7. Електронні методи і засоби біомедичних вимірювань: навчальний посібник / С.К. Мещанінов, В.М. Співак, А.Т. Орлов . – К.; Кафедра, 2015. – 211 с.

8. Основи метрології та електричних вимірювань [Електронне видання]: навч. посіб. / Д.Л. Лавренова, В.М. Хлистов. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 123 с.

Допоміжна література:

1. Кухарчук В.В. Метрологія та вимірювальна техніка. Навчальний посібник. / В.В. Кухарчук, В.Ю. Кучерук, В.П. Долгополов, Л.В. Грумінська – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. – 190 с.
2. Рішан О.Й. Метрологія, технологічні вимірювання та прилади / Курс лекцій для студентів спеціальностей: "Автоматизоване управління технологічними процесами" та "Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва" ден. та заочн. форм навчання – К.: НУХТ, 2007. – 162 с. <https://www.twirpx.com/file/119626/>
3. Метрологія. Одиниці фізичних величин. Похідні одиниці фізичних величин Міжнародної Системи Одиниць. Основні положення, назви та позначення: ДСТУ 3651.1.-97. – К.: Держстандарт України, 1998.
4. Метрологія. Терміни та визначення: ДСТУ 2681-94. – К.: Держстандарт України, 1994. – 50 с.
5. Метрологічне забезпечення. Основні положення: ДСТУ 2682-94. – К.: Держстандарт України, 1998.
6. Метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення: ДСТУ 3215-95. – К.: Держстандарт України, 1998.
7. Системи керування вимірюванням. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання (ISO 10012:2003, IDT). ДСТУ ISO 10012:2005. – К.: Держстандарт України, 2007. – Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/2943/>
8. Калібрування засобів вимірювальної техніки. Основні положення, організація, порядок проведення та оформлення результатів. ДСТУ 3989-2000. – К.: Держстандарт України, 2000. – Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/2942/>
9. Метрологія. Канали вимірювальні вимірювальних інформаційних систем та автоматизованих систем керування технологічними процесами. Вимоги до структури та змісту методик виконання вимірювань. ДСТУ 4134-2002. – К.: Держстандарт України, 2002.

Інформаційні ресурси

<https://www.library.kpi.ua/> - Науково-технічна бібліотека ім. Г.І. Денисенка

<https://sci-hub.st/> - перший в світі ресурс, який відкрив публічний і масовий доступ до десятки мільйонів наукових статей

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Зміст навчальної роботи

Лекція 1. Загальні відомості про електричні вимірювання та електровимірювальну апаратуру. Метрологія й метрологічне забезпечення Номенклатура основних величин, що підлягають вимірюванням в електротехніці, електроенергетиці й електроніці Номенклатура параметрів середовища життєдіяльності, що підлягають вимірюванням. Засоби вимірювань, різновиди. Характеристики якості результатів вимірювань

Практичне заняття 1. Вибір електродинамічного приладу для вимірювання потужності об'єкта дослідження.
Лекція 2. Загальні положення Характеристики погрішності засобів вимірювань Основні етапи вимірювальних технологій Приклади взаємодії датчиків з об'єктом вимірювань. Характеристики перетворення вимірюваної величини в сигнал вимірювальної інформації Практичне заняття 2. Розрахунок параметрів тензOMETричного моста при вимірюванні зусилля.
Лекція 3. Характеристики погрішності засобів вимірювань Характеристики перетворення вимірюваної величини в сигнал вимірювальної інформації Характеристики взаємодії з об'єктом і зовнішніми засобами вимірювань Метрологічні характеристики цифрових вимірювальних приладів Практичне заняття 3. Підбір АЦП перетворювача для експериментального стенду об'єкта дослідження.
Лекція 4. Прилади магнітоелектричної системи Прилади електродинамічної системи Прилади електромагнітної системи Прилади електростатичної системи Прилади індукційної системи
Лекція 5. Вимірювальні трансформатори струму Вимірювальні трансформатори напруги Практичне заняття 4. Підбір обладнання для вимірювання АЦП перетворювача для експериментального стенду об'єкта дослідження.
Лекція 6. Вимірювання лінійних струмів і напруг у трифазному трипроводному колі Вимірювання активної електричної потужності й енергії в симетричних трифазних колах одним приладом
Лекція 7. Вимірювання активної електричної потужності й енергії в симетричних трифазних колах одним приладом Вимірювання активної електричної потужності й енергії в трифазному ланцюзі за допомогою двох приладів
Лекція 8. Мости постійного струму Мости постійного струму в рівноважному режимі Мости постійного струму в нерівноважному режимі Мости змінного струму Практичне заняття 5. Створення інформаційно-вимірювальні системи експериментального стенду
Лекція 9. Цифроаналогові перетворювачі Аналого - цифрові перетворювачі Цифрові вимірювальні прилади Перешкоди й боротьба з ними

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання та посилання на навчальну літературу	Кількість годин СРС
1	Тема 1.1. Електростатичні прилади. Вимірювальні трансформатори змінного струму і напруги. Література: [1-8]	3
2	Тема 1.2. Електростатичні прилади. Вимірювальні трансформатори змінного струму і напруги. Література: [4]	4
3	Тема 1.3. Цифрові вольтметри. Аналого-цифрові перетворювачі (АЦП). Література: [6]	3
4	Тема 1.4. Прилади для вимірювання магнітної індукції. Література: [4, 8]	3
5	Тема 1.5. Генераторні вимірювальні перетворювачі: індукційні, п'єзоелектричні, термоелектричні, фотоелектричні. Принцип дії перетворювачів кутових переміщень. Література: [4, 8]	4
6	Тема 1.6. Принцип дії перетворювачів кутових переміщень. Література: [5]	3

7	Тема 1.7. Процесорні похибки вимірювань. Мікропроцесорні засоби вимірювань. Література: [1]	4
8	Тема 1.8. Системи автоматизованого контролю. Системи технічної діагностики. Література: [2]	4
9	Тема 2.2. Рідинні манометри. Деформаційні манометри. Електричні манометри. Література: [4]	3
15	Виконання розрахункової роботи	8
16	Підготовка до МКР	2
17	Підготовка до заліку	4

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика навчальної дисципліни «Методи і засоби вимірювання фізичних величин» заснована на політиці КПІ ім. Ігоря Сікорського.

КПІ ім. Ігоря Сікорського є вільним і автономним центром освіти, що покликаний давати адекватні відповіді на виклики сучасності, плекати й оберігати духовну свободу людини, що робить її спроможною діяти згідно з власним сумлінням; її громадянську свободу, яка є основою формування суспільно відповідальної особистості, та академічну свободу і доброчесність, що є головними рушійними чинниками наукового поступу. Внутрішня атмосфера Університету будується на засадах відкритості, прозорості, гостинності, повазі до особистості.

Вивчення навчальної дисципліни «Методи і засоби вимірювання фізичних величин» потребує: виконання індивідуального завдання згідно з навчальним планом; опрацювання рекомендованої основної та додаткової літератури.

Підготовка виконання індивідуального завдання передбачає: ознайомлення з програмою навчальної дисципліни та планами практичних занять; вивчення теоретичного матеріалу; виконання завдань, запропонованих для самостійного опрацювання.

Результатом підготовки до заняття має бути здобуття вмінь та навичок застосування сучасної вимірювальної техніки. Відповідь здобувача повинна демонструвати ознаки самостійності виконання поставлених завдань, відсутність ознак повторюваності та плагіату.

Присутність здобувачів вищої освіти на практичних заняттях є обов'язковою. Пропущені з поважних причин заняття мають бути відпрацьовані.

Здобувач вищої освіти повинен дотримувати навчально-академічної етики та графіка навчального процесу; бути зваженим, уважним.

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

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується зі 100 балів. Рейтинг складається з балів, що студент отримує за:

- виконання практичних робіт;
- виконання розрахункової роботи;
- написання модульної контрольної роботи.

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Виконання практичних робіт:

- чітко і правильно виконана робота – 9-8 балів;

– є певні недоліки пов'язані з невідповідністю підбору методів і засобів вимірювання у підготовці та/або виконанні роботи – 7-5 бали.

2.2. Виконання розрахункової роботи:

- творча робота – 20 балів;
- роботу виконано з помилками у розрахунках параметрів компонентів – 18-16 балів;
- роботу виконано з помилками у виборі методу вимірювання – 15-13 балів;
- роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0 балів.

2.3. Виконання модульної контрольної роботи:

- чітко і правильно виконана робота – 10 балів;
- є певні недоліки у підборі методу вимірювання при виконанні роботи – 8-5 балів.

За кожний тиждень запізнення з поданням розрахункової роботи на перевірку нараховується штрафний –1 бал (усього не менше –5 балів).

3. Умовою першої атестації є отримання не менше 10 балів та виконання всіх практичних робіт (на час атестації). Умовою другої атестації – отримання не менше 27 балів, виконання всіх практичних робіт (на час атестації) та зарахування розрахункової роботи.

4. Умовою допуску до заліку є зарахування всіх практичних робіт та розрахункової роботи.

5. На заліку студенти виконують тестове завдання. Перелік запитань наведений у Рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля. Тестове завдання оцінюється у 25 балів за такими критеріями:

– «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 25-24 бали;

– «дуже добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 23-22 балів;

– «добре», достатньо повна відповідь, не менше 65% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 21-20 балів;

– «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 19-18 балів;

– «достатньо», неповна відповідь, менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 17 балів;

– «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

6. Сума стартових балів та балів за тестове завдання на заліку переводиться до кінцевої оцінки згідно з таблицею:

Метод оцінювання	Кількість	Мінімальна оцінка в балах	Максимальна оцінка в балах
Практичні роботи	5	25	45
Модульна контрольна робота	1	5	10
Розрахункова робота	1	13	20

Залік	1	17	25
Підсумковий рейтинг	залік	60	100

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Вивчення кредитного модуля «Методи і засоби вимірювання фізичних величин» передбачає виконання студентами розрахунково-графічної роботи.

ЗАВДАННЯ НА РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНУ РОБОТУ

Розробка комплексу вимірювального обладнання експериментального стенду об'єкту дисертаційного дослідження.

Порядок виконання завдання:

1. Встановлення головних параметрів експериментальної установки об'єкту дисертаційного дослідження.
2. Вибір варіантів методів і засобів вимірювання параметрів експериментальної установки.
3. Обґрунтування вимірювального обладнання експериментального стенду.
4. Розробка схеми вимірювання головних параметрів експериментальної установки.
5. Розробка алгоритму вимірювання головних параметрів експериментальної установки.

Питання для заліку з навчальної дисципліни «Методи і засоби вимірювання фізичних величин»

1. Характеристики перетворення засобів вимірювання поділяються на:....
2. Чутливістю засобу вимірювання називається....
3. Резонансний метод на високих частотах застосовується для вимірювання
4. Первинні перетворювачі вимірювальної величини розділяють на наступні групи:
5. Основні групи неелектричних величин:
6. Основною вимірюваною величиною в акустиці є ...
4. Оптичні вимірювальні перетворювачі поділяються на:
8. Для виміру або перевірки різних видів опору, ємності, індуктивності та індуктивності застосовують наступні методи виміру
9. До цифрових носіїв інформації відносяться...
10. До основних одиниць вимірювання в системі SI відносяться...
11. Похибка вимірювань це
12. Види еталонів
13. Номінальною функцією перетворення засобу вимірювання називається..
14. Чутливість вимірювального приладу характеризує....
15. Основна фізична величина це...
16. Методи вимірювання підрозділяють на
17. Під абсолютною похибкою розуміється
18. До аналогових носіїв інформації відносяться
19. Основними характеристиками вимірювань є:
20. Вимірювання - це.....
21. Способів використання засобів вимірювальної техніки та принципу вимірювань розрізняють
22. Найбільш точними методами вимірювань лінійних та кутових розмірів є
23. Похибки розрізняються на...
24. Реєструючий вимірювальний прилад це прилад
25. До додаткових одиниць вимірювання в системі SI відносяться...
26. Мультиметрами називаються електровимірювальні прилади
27. Методи вимірювання підрозділяють на
28. До видів засобів вимірювання відносяться:
29. Похибки бувають наступних видів:

30. Точність вимірів – це
31. Одиниця фізичної величини –
32. Методом визначення швидкості звуку в газах є метод
33. Інтенсивності звуку виражається в
34. Прилад що показує вимірювальне значення, це прилад
35. За формою вимірювальної інформації, що міститься в інформативному параметрі вихідного сигналу, вимірювальні прилади поділяються на ...
36. Вимірювальними операціями є...
37. Шкала електромагнітних хвиль умовно розділена на
38. Шкала електромагнітних хвиль умовно розділена на наступні діапазони:
39. Методи вимірювання поділяються:
40. Що розуміють під системою дискретного часу?
41. Яка головна вимога оптимальності методу дискретизації?
42. У чому полягає суть квантування?
43. У чому відмінність дискретизації від квантування?
44. У чому полягає сутність кодування інформації?
45. Які переваги та недоліки цифрового подання інформації?
46. Як відбувається відновлення сигналів?
47. У яких випадках використовуються поліноми Лагранжа та Тейлора?
48. Поясніть принципи адаптивної дискретизації.
49. У чому сутність теореми Котельникова?
50. Перелічіть основні вимоги до методів цифрового кодування.
51. У чому відмінність між потенціальними та імпульсними кодами?
52. Що розуміють під терміном “апертурний час”?
53. Назвіть та наведіть схеми найбільш поширених типів АЦП.
54. Які основні переваги та недоліки інтегруючих АЦП?
55. Для чого використовуються багатоканальні АЦП?
56. Назвіть та наведіть схеми найбільш поширених типів ЦАП.
57. Наведіть основні схеми цифрових вимірювачів неелектричних величин.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: професором кафедри електромеханічного обладнання енергоємних виробництв, д.т.н., Зайченком Стефаном Володимировичем.

Ухвалено: кафедрою ЕМОЕВ (протокол № 26 від 11.06.20 р.)

Погоджено: Методичною комісією факультету³ (протокол №8 від 23.06.20 р.)

³ Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.