

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан
інженерно-технічного факультету

_____ Турияниця І.І.

«_____» _____ 2020 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Вимірювання фізичних величин**

| | |
|---------------------|--|
| Рівень вищої освіти | 1 (бакалавр) |
| Галузь знань | 15 Автоматизація та приладобудування |
| Спеціальність | 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології |
| Освітня програма | Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології |
| Статус дисципліни | обов'язкова |
| Мова навчання | українська |

Ужгород 2020

Робоча програма навчальної дисципліни **«Вимірювання фізичних величин»** для здобувачів вищої освіти галузі знань **15 Автоматизація та приладобудування** спеціальності **151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології** освітньої програми **Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології**.

Розробник: Цигика Володимир Васильович, к. фіз.-мат. наук, доцент.

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри приладобудування протокол № 1 від «31» серпня 20 20 р.

Завідувач кафедри _____ Іваницький В.П.

Схвалено науково-методичною комісією інженерно-технічного факультету протокол № 1 від «10» вересня 20 20 р.

Голова науково-методичної комісії _____

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

| Найменування показників | Розподіл годин за навчальним планом | |
|---|-------------------------------------|-----------------------|
| | Денна форма навчання | Заочна форма навчання |
| Кількість кредитів ЄКТС –5 | Рік підготовки: | |
| Загальна кількість годин –150 | 2 | 2 |
| Кількість модулів –2 | Семестр: | |
| Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних –4 самостійної роботи студента –6 | 4 | 4 |
| | Лекції: | |
| | 34 | 10 |
| | Практичні (семінарські): | |
| | 10 | 8 |
| Вид підсумкового контролю: залік | Лабораторні: | |
| | 24 | 12 |
| Форма підсумкового контролю: усна | Самостійна робота: | |
| | 82 | 120 |

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення дисципліни „Вимірювання фізичних величин” є створення першого базового рівня знань про фізичну суть методів вимірювань електричних і неелектричних величин на сучасному рівні розвитку науки і техніки. Головне завдання даного курсу – ознайомлення студентів з основними видами вимірювань електричних і неелектричних величин електричними методами, набуття навичок практичної роботи із сучасними аналоговими і цифровими приладами та аналізу результатів вимірювань. В рамках даної дисципліни вивчаються основні поняття і класифікація засобів вимірювання; міри електричних величин; характеристики електровимірювальних приладів; вимірювальні механізми аналогових приладів; методи побудови приладів порівняння (мостовий і компенсаційний); цифрові електровимірювальні прилади; прилади з перетворювачами; типи електричних сигналів та їх параметри; особливості осцилографічних вимірювань, визначення параметрів електричних сигналів різних типів; електричні вимірювання неелектричних величин. В результаті вивчення курсу студенти повинні знати такі питання, як сучасний стан розвитку інформаційно-вимірювальної техніки, фізичні основи вимірювань електричних та неелектричних величин, структура, статичні та динамічні характеристики типових електричних засобів вимірювань, методи і засоби вимірювання електричних величин, методи і засоби перетворення неелектричних фізичних величин у електричний інформаційний сигнал, методи обробки результатів вимірювань з врахуванням класів точності засобів вимірювання. До основних практичних навичок, які мають набути студенти в процесі вивчення даного курсу, слід віднести вміння виконувати вимірювання електричних величин за допомогою аналогових і цифрових приладів, досліджувати форму і визначати параметри змінних електричних сигналів за допомогою осцилографів, виконувати операції калібрування, встановлення нуля та періодичної повірки електричних засобів вимірювання.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни „Вимірювання фізичних величин” є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП): ОК5 - вища математика, ОК8 – фізика, ОК11 – електротехніка, ОК16 - н/п прилади.

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

| Програмні результати навчання | Шифр ПРН |
|--|----------|
| Застосування базових знань основних принципів та методів вимірювання фізичних величин і технологічних параметрів. | ПРН 6 |
| Знати основні поняття про фізичні величини та їх вимірювання; одиниці фізичних величин; види та методи вимірювань; базові засоби вимірювальної техніки та їх класифікацію; структуру сучасних засобів вимірювань і їх параметри; основні статичні та динамічні характеристики засобів вимірювальної техніки; міри електричних величин; | ПРН 1 |
| Знати основні методи вимірювання електричних та магнітних величин; особливості вимірювання неелектричних величин; порядок переходу до електричних вимірювань неелектричних величин; основні різновиди перетворювачів неелектричних величин; спряження первинних перетворювачів з електричними засобами вимірювань; перетворювачі неелектричних величин з уніфікованим вихідним сигналом; | ПРН 6 |
| Знати основні методи вимірювань механічних, термодинамічних та хімічних величин; основи збирання і обробка інформаційних даних вимірювань. | ПРН 6 |

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Бізнес-планування»:

| Очікувані результати навчання з дисципліни | Шифр ПРН |
|---|----------|
| вміти застосовувати основні поняття про фізичні величини для проведення їх вимірювань; знання і розуміння теоретичних основ проведення вимірювань різних фізичних величин та технологічних параметрів процесів виробництва; розуміння принципів застосування сучасних засобів вимірювань. | ПРН 1,2 |
| вміння правильного вибору сучасних засобів вимірювань; навички проведення базових вимірювань електричних та неелектричних величин; | ПРН 6 |
| вміння застосовувати перетворюючі пристрої для вимірювання неелектричних величин, обробляти та правильно подавати експериментальні дані | ПРН 6 |

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

В якості засобів оцінювання результатів навчання під час вивчення дисципліни „Вимірювання фізичних величин” застосовується поточний контроль знань студентів, модульний контроль, залік.

Поточний контроль здійснюється у формі усного опитування та за результатами оцінювання розв’язання задач на практичних заняттях та задач, винесених на самостійне розв’язування.

Зазначені форми контролю тісно взаємопов’язані й організуються так, щоб стимулювати ефективну роботу студентів протягом семестру і забезпечити об’єктивне оцінювання їх знань.

Критерії оцінювання

Робоча програма з дисципліни «Електричні вимірювання» має два модулі, кожен з яких, в свою чергу, складається з двох змістових модулів. Кожен змістовий модуль складається з декількох тем. Для контролю знань розроблено перелік теоретичних питань, завдань для самостійної роботи, зі змістом яких студенти знайомляться на початку семестру. Кожен модуль оцінюється максимально в 100 балів. В кінці семестру виводиться рейтинговий бал, який визначається як середньоарифметичне балів з двох модулів.

До заліку допускаються лише студенти, які мають рейтинговий бал не менше 35. Залік з навчальної дисципліни студент може не скласти, якщо він склав усі модулі та його влаштовує рейтингова оцінка. Студенти, які мають рейтинговий бал від 35 до 59 залік складають обов’язково. Студент може підвищити залікову оцінку, при цьому рейтингова оцінка не може бути зменшена.

За результатами виконання студентом навчальної програми впродовж семестру рекомендується виставляти заліки та екзамени без додаткового опитування за такою шкалою: шкала оцінювання

| Сумарні бали | Оцінка ECTS | Екзамен (диф.залік) | Залік |
|--------------|-------------|--|--|
| 90 – 100 | A | Відмінно | Зараховано |
| 82 – 89 | B | Добре | |
| 74 – 81 | C | | |
| 64 – 73 | D | Задовільно | |
| 60 – 63 | E | | |
| 35 – 59 | FX | Незадовільно з можливістю повторного складання | Незараховано з можливістю повторного складання |
| 1 – 34 | F | Незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни | Незараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни |

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Загальні відомості про вимірювання фізичних величин.

Електричні вимірювання.

Тема 1. Основні визначення стосовно вимірювання фізичних величин. Загальні відомості про основні і похідні фізичні величини та їх вимірювання. Вимірювальні сигнали та їх параметри. Різновидності методів вимірювання фізичних величин. Класифікація та основні характеристики вимірювальних приладів.

Тема 2. Вимірювальні перетворювачі. Класифікація первинних перетворювачів вимірюваної фізичної величини. Основні параметричні перетворювачі неелектричних величин в електричний сигнал: резистивні, електромагнітні (індуктивні, трансформаторні, магнітопружні), ємнісні перетворювачі. Генераторні вимірювальні перетворювачі: індукційні, п'єзоелектричні, термоелектричні, фотоелектричні. Електромеханічні (зворотні) перетворювачі фізичних величин.

Тема 3. Електричні вимірювання і прилади. Основи вимірювання електричних величин. Вимірювання сили струму, напруги та потужності в колах постійного і змінного струму аналоговими приладами. Цифрові електровимірювальні прилади. Вимірювання параметрів електричних сигналів та за допомогою осцилографа.

Тема 4. Вимірювання параметрів елементів електричних кіл постійного і змінного струму. Вимірювання електричного опору: прямі та посередні вимірювання опорів, мостовий метод вимірювання. Вимірювання параметрів елементів електричних кіл змінного струму: активного опору R , індуктивності L , електроємності C . Мостовий, резонансний та осцилографічний методи вимірювання R , L , C .

Змістовий модуль 2. Вимірювання неелектричних величин.

Тема 1. Вимірювання фізичних величин простору і часу. Вимірювання величин часу і періодичних явищ: час доби, інтервал часу, параметри періодичних електричних сигналів. Вимірювання лінійних та кутових розмірів, лінійних та кутових переміщень. Вимірювання рівнів. Вимірювання параметрів руху твердих тіл – лінійної та кутової швидкості, прискорення, параметрів вібрацій.

Тема 2. Вимірювання механічних зусиль. Вимірювання механічних напружень. Вимірювання механічних сил та тиску. Вимірювання крутних моментів.

Тема 3. Вимірювання температури. Термометрія з терморезистивними перетворювачами. Термометрія за допомогою термоелектричних перетворювачів. Цифрові вимірювачі температури. Термометрія за випромінюванням тіла.

Тема 4. Методи і прилади контролю фізичних параметрів навколишнього середовища. Вимірювання характеристик електричного поля. Вимірювання

характеристик магнітного поля. Вимірювання характеристик оптичного випромінювання. Детектори іонізуючих випромінювань. Вимірювання шуму. Кондуктометрія водних розчинів. Методи вимірювання аерозольного забруднення атмосфери. Застосування комп'ютерних технологій та смарт-датчиків в сучасній вимірювальній техніці.

6.2. Структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | | |
|---|-----------------|--------------|-----------|-------------|----------------------|-------------------|
| | Денна форма | | | | | |
| | Усього | у тому числі | | | | |
| | | лекції | практичні | лабораторні | індивідуальна робота | самостійна робота |
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> |
| Модуль 1. Загальні відомості про вимірювання фізичних величин. Електричні вимірювання. | | | | | | |
| Тема 1. Основні визначення стосовно вимірювання фізичних величин. | 6 | 2 | - | - | - | 4 |
| Тема 2. Вимірювальні перетворювачі. | 28 | 8 | 2 | 4 | - | 14 |
| Тема 3. Електричні вимірювання і прилади. | 22 | 6 | 2 | 4 | - | 10 |
| Тема 4. Вимірювання параметрів елементів електричних кіл постійного і змінного струму. | 20 | 2 | 2 | 6 | - | 10 |
| Разом за модуль 1 | 76 | 18 | 6 | 14 | - | 38 |
| Модуль 2. Вимірювання неелектричних величин. | | | | | | |
| Тема 1. Вимірювання фізичних величин простору і часу. | 52 | 2 | - | 2 | - | 10 |
| Тема 2. Вимірювання механічних зусиль. | 14 | 2 | - | - | - | 10 |
| Тема 3. Вимірювання температури. | 12 | 4 | - | 2 | - | 10 |
| Тема 4. Методи і прилади контролю фізичних параметрів навколишнього середовища. | 6 | 8 | 4 | 6 | - | 14 |
| Разом за модуль 2 | 74 | 16 | 4 | 10 | - | 44 |
| Усього годин | 150 | 34 | 10 | 24 | - | 82 |

6.3. Теми практичних (семінарських) занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1 | Способи зменшення методичних похибок вимірювання електричних величин. | 2 |
| 2 | Розрахунок мостових схем постійного і змінного струму. Вимірні схеми з тензометричними перетворювачами. | 2 |
| 3 | Вимірювання потужності і енергії в електричних колах | 2 |
| 4 | Електричні методи вимірювання неелектричних величин: - застосування лінійних та функціональних потенціометричних перетворювачів неелектричних величин в електричний сигнал; - особливості практичного застосування ємнісних перетворювачів ; - особливості практичного застосування індуктивних перетворювачів. | 4 |
| Разом | | 10 |

6.4 Теми лабораторних робіт

| № з/п | Назва теми | Кількість годин | |
|-------|--|----------------------|-----------------------|
| | | денна форма навчання | заочна форма навчання |
| 1 | Вимірювання електричного опору різними методами. | 2 | 2 |
| 2 | Вимірювання в електричних колах постійного струму. | 2 | - |
| 3 | Вимірювання параметрів елементів електричного кола змінного струму методом амперметра-вольтметра-ватметра. | 4 | 2 |
| 4 | Вимірювання в одно- і трифазних колах змінного струму промислової частоти за допомогою осцилографа. | 2 | 2 |
| 5 | Осцилографічні вимірювання параметрів елементів кіл синусоїдного струму . | 2 | 2 |
| 6 | Вимірювання параметрів електричних сигналів за допомогою осцилографа. | 2 | - |
| 7 | Вивчення лінійних і функціональних потенціометричних перетворювачів переміщення. | 2 | - |
| 8 | Вивчення диференціального індуктивного перетворювача переміщення. | 2 | 2 |
| 9 | Вимірювання освітленості за допомогою люксметра. | 2 | - |
| 10. | Вимірювання температури та електропровідності водних розчинів. | 2 | - |
| 11. | Застосування smart-датчиків для вимірювання параметрів навколишнього середовища | 2 | 2 |
| Разом | | 24 | 12 |

6.4 Самостійна робота

| № з/п | Назва теми | Кількість годин | |
|----------|--|-------------------------|-----------------------------|
| | | денна форма навчання | заочна форма навчання |
| 1 | Основні і похідні фізичні величини. Вимірювальні сигнали та їх параметри. Класифікація та основні характеристики вимірювальних приладів. | 9 | 12 |
| 2 | Класифікація первинних перетворювачів вимірюваної фізичної величини. | 9 | 12 |
| 3 | Вимірювальні перетворювачі переміщення. Вимірювання параметрів руху твердих тіл (лінійної та кутової швидкості, прискорення) | 9 | 12 |
| 4 | Вимірювання величин часу і періодичних явищ. | 9 | 12 |
| 5 | Методи вимірювання температури. | 9 | 12 |
| 6 | Основні величини, які характеризують синусоїдні струми та напруги. Представлення синусоїдних функцій часу в різних формах. | 9 | 12 |
| 7 | Вимірювання параметрів елементів кіл змінного струму резонансним методом. | 9 | 12 |
| 8 | Вимірювання характеристик електричного і магнітного поля. | 10 | 14 |
| 9 | Застосування комп'ютерних технологій та смарт-датчиків в сучасній вимірювальній техніці. | 9 | 12 |
| Разом | | 82 | 120 |

7. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Метрологія та вимірювальна техніка. Підручник./За ред. проф. Є. С. Поліщука. – Львів: «Бескид Біт», 2003, 544 с.
2. Малинівський С. М. Загальна електротехніка / С. М. Малинівський. – Львів.: видавництво НУ «Львівська політехніка», 2001, – 596 с.
3. Посудін Ю. І. Моніторинг довкілля з основами метрології. Підручник.-К.: 2012.-426 с.
4. Дж. Фрайден. Современные датчики. Справочник. М.: Техносфера, 2005, 592с.
5. Справочник инженера по контрольно-измерительным приборам и автоматике. М., Инфра-инженерия, 2008, 576с.

Допоміжна література

1. Измерения в промышленности. Справ. изд. в 3-х кн. М.: «Металлургия», 1990.
2. Методи та засоби вимірювання неелектричних величин: Підручник / Під ред. Е.С.Поліщука. – Львів: Вид-во «Львівська політехніка», 2000. – 360 с.
3. Блецкан. Д. І., Горват А. А., Кабацій В. М. Електричні вимірювання. – Ужгород, ВАТ «Видавництво «Закарпаття», 2008, 402 с.
4. Жигуц Ю.Ю., Цигика В.В. Інженерна екологія (для студентів технічних спеціальностей). Видання 3-є, випр. і доп. – Ужгород: ПП «Інвазор», 2020. – 204 с.
5. Методы и средства измерения электрических величин в электротехнике [Электронный ресурс] : электронное учебное издание : методические рекомендации к самостоятельной подготовке к практическим занятиям / Бурый Е. В., Енин В. Н.; МГТУ им. Н.Э. Баумана, Фак. "Радиоэлектроника и лазерная техника", Каф. "Теоретические основы электротехники" Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011
6. Оксіюк С.В., Бутурлакін О.П. Ужгород, Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Електричні вимірювання», 2013, 73 с.