НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ННІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
Кафедра електропостачання ім. проф. В.М. Синькова

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Директор ННІ
_____ проф. Каплун В.В.
"___" _____2022 р.

"СХВАЛЕНО "
на засіданні кафедри електропостачання
ім. проф. В.М. Синькова
Протокол №14 від " 02 " травня 2022 р.
Завідувач кафедри
_____ проф. Козирський В.В.

"РОЗГЛЯНУТО"
Гарант ОП АКІТ
_____ Заєць Н. А.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
"Метрологія, технологічні вимірювання і прилади"

спеціальність __151 – автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології_____
освітня програма _____бакалавр_____
Факультет __ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження_____
Розробники: _к.т.н., старший викладач О.В. Савчук_____

Київ – 2022 р.

1. Опис навчальної дисципліни

“Метрологія, технологічні вимірювання та прилади”

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітньо-кваліфікаційний рівень	*бакалавр*	
Спеціальність	151 – автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології	
Освітня програма	автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов’язкова / ~~вибіркова~~	
Загальна кількість годин	300	
Кількість кредитів ЄКТС	10	
Кількість змістових модулів	4	
Курсова робота (за наявності)	15	
Форма контролю	*Екзамен — 5* *Залік - 4*	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	2,3	
Семестр	4, 5	
Лекційні заняття	*30 год.*	*год.*
Практичні, семінарські заняття	*30 год.*	*год.*
Лабораторні заняття	*30 год.*	*год.*
Самостійна робота	*195 год.*	*год.*
Індивідуальні завдання	*- год.*	*год.*
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	*3 год.*	

2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Метою дисципліни “Метрологія, технологічні вимірювання та прилади” є засвоєння основних принципів та методів вимірювання фізичних величин, методів опрацювання результатів вимірювання та методів підвищення точності вимірювання.

Завданням дисципліни “Метрологія, технологічні вимірювання та прилади” є підготовка студентів до самостійної інженерної діяльності на основі знань принципів та методів вимірювання фізичних величин, методів та засобів вимірювання технологічних параметрів, методів опрацювання результатів вимірювання та підвищення точності вимірювання, методів перевірки та розрахунки метрологічних характеристик засобів вимірювання, методів обгрунтування та вибору вимірювальних комплексів за необхідними метрологічними характеристиками, методів розрахунку вимірювальних схем вторинних приладів. Дисципліна “Метрологія, технологічні вимірювання та прилади” належить до спеціальних профілюючих дисциплін і забезпечує формування знань та вмінь фахівців з метрології і вимірювань необхідних для кваліфікованого метрологічного обслуговування сільськогосподарського виробництва і є складовою серед загально технічних дисциплін та визначає рівень професійної підготовки майбутніх фахівців із спеціалізації “151 – автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології ”. Курс забезпечує стабільні базові теоретичні знання в області метрології, статистичного опрацювання результатів вимірювання, вміння та навички знаходження ефективних альтернатив при пошуку засобів вимірювання для вирішення конкретної задачі автоматизації технологічного процесу.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати: основні положення законодавчої та прикладної метрології; основи теорії та конструкції приладів; методи і засоби вимірювання електричних та магнітних величин; загальні положення і методику державної атестації та повірки засобів вимірювань.

вміти: точно формулювати метрологічні задачі; вибирати методи та засоби електричних вимірювань; виконувати вимірювання і оцінювати результати з урахуванням вимог до їх точності і вірогідності; використовувати результати вимірювань в практичній діяльності; володіти навичками виконання вимірювального експерименту; технікою вимірювань, методами оцінки результатів вимірювання та їх точності; методикою повірки основних засобів вимірювання, а також державної атестації.

Набуття компетентностей:

загальні компетентності (ЗК): К31.Здатність до узагальнення, аналізу, сприйняття інформації, постановці мети і вибору шляхів її досягнення; К32. Здатність здійснювати пошук, аналізувати і критично оцінювати інформацію з різних джерел; К33. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності; К34. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні; К35. здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями; К36. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу; К37. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

фахові (спеціальні) компетентності (ФК): КФ1. Здатність використовувати отримані знання та уміння для роботи в промисловості і розуміти необхідність дотримання правил техніки безпеки, при виконанні посадових обов’язків; КФ2. Здатність критично аналізувати основні показники функціонування системи та оцінювати використані технічні рішення та обладнання. КФ3. Знання етапів розробки елементів метрологічного забезпечення комп’ютеризованих систем управління згідно з діючими нормативними документами.

3. Програма та структура навчальної дисципліни

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Основи метрології та техніки вимірювань

Тема лекційного заняття 1.
Вступ. Метрологія – наука про вимірювання.

Основні поняття: фізичної величини та її одиниці, основне рівняння вимірювання, істинні та дійсні значення вимірюваної величини, результати вимірювання. Основні характеристики якості проведених вимірювань. Поняття систем фізичних величин, міжнародна система одиниць СІ.

Тема лекційного заняття 2.
Класифікація вимірювань. Принципи та методи вимірювань.

Класифікація вимірювань: статичні, динамічні, прямі, непрямі (опосередковані, сукупні та сумісні) і інші. Принципи та методи вимірювань. Вимірювання методами безпосередньої оцінки та порівняння з мірою (заміщенням, повного зрівноважування та диференційним). Поняття єдності та метрологічного забезпечення вимірювань. Технічні основи метрологічного забезпечення вимірювань.

Тема лекційного заняття 3.
Засоби вимірювання (ЗВ).

Основні визначення. Елементи ЗВ та основні операції перетворення. Сигнали (аналоговий та дискретний) вимірювальної інформації. Структурні схеми ЗВ. Основні види ЗВ : міра, еталон, вимірювальні перетворювачі (первинні, передавальні та нормувальні) і вимірювальні: прилади, установки та системи. Основні метрологічні характеристики ЗВ, які визначаються при його метрологічній атестації. Перевірка та державні випробовування засобів вимірювання. Види перевірок.

Тема лекційного заняття 4.
Похибки вимірювань

Основні визначення. Загальна класифікація похибок. Принципи та критерії оцінювання похибок. Математична модель похибки засобу вимірювань. Нормовані значення похибок. Клас точності ЗВ. Визначення систематичної (ССП) та випадкової (ВСП) складових похибки. Інтегральний та диференційний закони розподілу. Способи зменшення систематичної та випадкової похибок вимірювань. Різновиди вимірювань. Оцінка похибки непрямих вимірювань.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. **Основи теорії та конструкції вимірювальних приладів**

Тема лекційного заняття 1.
Прилади порівняння. Електронні прилади. Допоміжні вимірювальні перетворювачі.

Основні характеристики вимірювальних перетворювачів. Основні терміни та визначення. Класифікація вимірювальних перетворювачів (ВП). Основні статистичні характеристики. Динамічні характеристики вимірювальних перетворювачів. Динамічні характеристики ВП. Динамічні похибки ВП. Методи та засоби формування вхідних електричних сигналів вимірювальних перетворювачів. Основні схеми підключення датчиків. Схеми формування параметричних ВП. Потенціометричні схеми. Мостові схеми формування сигналів параметричних вимірювальних перетворювачів. Мостові схеми

підключення ВП. Мостові схеми змінного струму. Вплив завад на вимірювальні ланцюги. Завади та їх види. Способи зменшення завад на вимірювальні прилади.

Тема лекційного заняття 2.
Основи теорії та конструкції приладів аналогової групи

Основи побудови приладів аналогової групи. Методи перетворення аналогового сигналу в цифровий. Електромеханічні вимірювальні прилади Магнітоелектричні вимірювальні прилади. Електромагнітні вимірювальні прилади. Електродинамічні вимірювальні прилади. Електростатичні вимірювальні прилади. Прилади індукційної системи.

Тема лекційного заняття 3.
Основи теорії і конструкції цифрових засобів вимірювання.

Загальні положення. Класифікація цифрових вимірювальних пристроїв. Види і застосування цифрових вимірювальних пристроїв. Властивості і характеристики цифрових вимірювальних пристроїв. Цифрові вимірювальні пристрої просторового кодування. Цифрові вимірювальні пристрої число-імпульсного кодування.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. **Цифрові засоби вимірювань.**

Тема лекційного заняття 1.

Цифрові засоби вимірювань. Цифрові лічильники електричної енергії, частотоміри. Принцип дії, будова та метрологічні характеристики однофазних і трифазних лічильників електроенергії.

Загальні положення. Тригери. Лічильники імпульсів. Компаратори. Шифратори і дешифратори. Мультиплексори і демультиплексори. Цифро-аналогові перетворювачі. Елементи пам’яті. Знакові індикатори. Аналого-цифрові перетворювачі. Класифікація аналого-цифрових перетворень. Число-імпульсне перетворення. Частотно-імпульсне перетворення. Зважувальне перетворення.

Тема лекційного заняття 2.
Цифрові засоби вимірювань. Цифрові вольтметри, мультиметри

Принцип дії, будова та метрологічні характеристики цифрових вольтметрів, мультиметрів.

Тема лекційного заняття 3.
Інформаційно - вимірювальні системи (ІВС)

Загальні відомості про інформаційно-вимірювальні системи. Класифікація інформаційно-вимірювальних систем. Структурні та функціональні особливості побудови інформаційно-вимірювальних систем. Поняття вимірювальної інформації, вимірювальних сигналів. Види вимірювальних сигналів. Види інформаційних каналів, їх математичні моделі та характеристики. Системи передачі даних. Показники якості систем зв’язку. Узагальнені схеми передачі даних. Структурні схеми передачі інформації. Джерело сигналу, повідомлення. Кодування джерела інформації. Кодування в каналах зв’язку. Модуляція. Канали зв’язку. Отримувач інформації. Демодуляція. Декодер. Класифікація сигналів. Перешкоди в неперервному каналі. Загальна характеристики дискретних каналів. Моделі дискретних каналів. Швидкість передачі інформації в каналах зв’язку.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. **Вимірювання технологічних величин.**

Тема лекційного заняття 1.
Загальні принципи вимірювання електричних величин.

Загальна характеристика електромеханічних приладів для прямих вимірювань напруги. Вимірювальні трансформатори струму та напруги. Компенсаційний метод вимірювання різниці потенціалів в колах постійного струму. Компенсатори синусоїдної напруги. Зрівноважені та незрівноважені одинарні мости постійного струму. Диференціальні схеми вимірювань (трансформаторні мости). Вимірювальні генератори та підсилювачі. Калібратори, однозначні міри та магазини. Аналогові електронні прилади для вимірювання постійної та синусоїдної напруги, струму та опору.

Тема лекційного заняття 2.

Вимірювання магнітного потоку, магнітної індукції і напруженості магнітного поля.

Конструкції вимірювальних перетворювачів магнітного поля. Вимірювання магнітної індукції та напруженості магнітного поля. Магніточутливі інтегральні напівпровідникові перетворювачі магнітного поля. Оцінювання метрологічних параметрів частотних перетворювачів магнітного поля

Тема лекційного заняття 3.

Типові структурні схеми засобів вимірювання неелектричних величин прямого та зрівноважувального перетворення.

Типові структурні схеми засобів вимірювання неелектричних величин прямого та зрівноважувального перетворення. Характеристика механічних пружніх перетворювачів. Реостатний перетворювач та його статична характеристика. Конструкція і принцип дії тензорезистивних перетворювачів.

Тема лекційного заняття 4.

Принцип дії, характеристики та будова типових ПВП

Принцип роботи, будова, типи та використання в промисловості. Схеми підключення. Ємнісні вимірювальні перетворювачі. Основні характеристики ємнісних ВП. Ємнісні датчики положення та переміщення. П’єзоелектричні ВП. Схеми підключення п’єзоелектричних ВП.

Тема лекційного заняття 5.

Методи та засоби вимірювання температури, тиску, рівня

Основні задачі технологічних вимірювань і загальний підхід до їх застосування. Методи і технологія вимірювань. Термометри опору (металеві та напівпровідникові) і термоелектричні перетворювачі. Принцип дії, склад та схеми вторинних приладів (мостів, потенціометрів, магнітоелектричних приладів і нормувальних перетворювачів), які працюють в комплектах з термо-метрами опору та термопарами, їх використання в промисловості. Засоби вимірювання тиску: манометри, барометри, рідинні та поплавкові, пружинні, сильфонні, мембранні та ін.. Гідростатичні, п’єзометричні та буйкові рівнеміри. Принцип роботи, будова та використання. Електричні рівнеміри: ємнісні, акустичні, ультразвукові, радарні, радіаційні і інші.

3. Програма та структура навчальної дисципліни:

– для повного терміну денної (заочної) форми навчання;
– скороченого терміну денної (заочної) форми навчання.

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					у тому числі					
		лекції	пр	лаб	Ін к.п	с.р.	усього	л	п	лаб.	ін.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовний модуль1. Основи метрології та техніки вимірювань												
Тема 1. Вступ. Метрологія – наука про вимірювання.	2	2		-		-						
Тема 2. Класифікація вимірювань. Принципи та методи вимірювань.	2	2		-		-						
Тема 3. Засоби вимірювання (ЗВ)	2	2		-		-						
Тема 4. Похибки результатів вимірювання	24	2	12	2		8						
Разом за змістовним модулем 1.	30	8	12	2		8						
Змістовний модуль2. Основи теорії та конструкції вимірювальних приладів												
Тема 1. Прилади порівняння. Електронні прилади. Вимірювальні перетворювачі	14	2		4		8						
Тема 2. Основи теорії та конструкції приладів аналогової групи	18	2	2	4		10						
Тема 3. Основи теорії і конструкції цифрових засобів вимірювання.	20	2	2	4		12						
Разом за змістовним модулем 2.	52	6	4	12		30						
Змістовний модуль 1. Цифрові засоби вимірювань												
Тема 1. Цифрові засоби вимірювань. Цифрові лічильники електричної	18	2		4		12						

енергії, частотоміри												
Тема 2. Цифрові засоби вимірювань. Цифрові вольтметри, мультиметри	18	2		4		12						
Тема 3. Інформаційно - вимірювальні системи (ІВС)	32	2	8	2		20						
Разом за змістовним модулем 1.	68	6	8	10		44						
Змістовний модуль 2. Вимірювання технологічних величин.												
Тема 1. Загальні принципи вимірювання електричних величин.	38	2	2	4		30						
Тема2. Вимірювання магнітного потоку, магнітної індукції і напруженості магнітного поля.	30	2		2		26						
Тема 3. Типові структурні схеми засобів вимірювання неелектричних величин прямого та зрівноважувального перетворення.	24	2	2	-		20						
Тема 4. Принцип дії, характеристики та будова типових ПВП	17	2		-		15						
Тема 5. Методи та засоби вимірювання температури, тиску, рівня	26	2	2	-		22						
Разом за змістовним модулем 2.	135	10	6	6		113						
Комплексний курсовий проект (робота)					15							
Усього годин	300	30	30	30	15	195						

4. Теми лабораторних занять.

№з/п	Назва теми	Кількість годин
№1	Вивчення і повірка приладів магнітоелектричної і електромагнітної систем	2
№ 2	Вимірювання активної потужності і коефіцієнта потужності в однофазному колі змінного струму	2
№ 3	Вимірювання опорів мостами постійного струму	2
№4	Повірка індукційного однофазного лічильника активної енергії	2
№5	Вимірювання опорів електричного кола непрямими методами	2
№6	Вимірювання ємності, індуктивності та взаємно індуктивності приладами порівняння. Мости змінного струму	2
№7	Вимірювання індуктивностей і ємностей непрямими методами	2
№ 8	Вимірювання електричних величин потенціометром (компенсатором) постійного струму	2
№ 9	Перевірка технічних трансформаторів струму та вимірювальних кліщів	2
№ 10	Дослідження роботи аналого-цифрового перетворювача (АЦП)	2
№ 11	Вимірювання активної потужності електричної мережі змінного струму за допомогою трифазного лічильника з використанням вимірювальних трансформаторів.	2
№ 12	Вимірювання реактивної потужності в колах трифазного струму	2
№ 13	Вимірюння температури електровимірювальними приладами	2
№ 14	Вимірювання активної потужності в колах трифазного струму	2
№ 15	Дослідження лічильника електричної енергії фірми ЕЛВІН.	2
	Разом	30

5. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

1. Привести класифікацію вимірювань.
2. Принцип та метод вимірювань.
3. Структурні схеми засобів вимірювання (ЗВ).
4. Привести класифікацію ЗВ.
5. Загальні принципи вимірювання електричних величин
6. Обґрунтування вибору методу, засобів і схеми вимірювання електричних величин.
7. Вимірювання активної і реактивної потужності в однофазних колах змінного струму.
8. Вимірювання активної потужності в трифазних трьохпровідних колах змінного струму.
9. Вимірювання реактивної потужності в трифазних чотирипровідних колах змінного струму.
10. Вимірювання реактивної потужності в трифазних трьохпровідних колах змінного струму.
11. Вимірювання реактивної потужності в трифазних чотирипровідних колах змінного струму.
12. Вимірювання показників якості електричної енергії.
13. Вимірювання параметрів електричних сигналів.
14. Загальні принципи вимірювання магнітних величин.
15. Методи і засоби вимірювання магнітного потоку.
16. Методи і засоби вимірювання магнітної індукції.
17. Методи і засоби вимірювання напруженості магнітного поля.
18. Визначення статичних і динамічних характеристик магнітних матеріалів.
19. Вимірювання і оцінка втрат в магнітопроводах електричних машин.
20. Загальні питання і принципи вимірювання неелектричних величин електричними засобами.
21. Вимірювальні перетворювачі неелектричних величин в електричні.
22. Методи і засоби вимірів механічних зусиль, напруг і деформацій.
23. Методи і засоби вимірювання обертових моментів.
24. Методи і засоби вимірювання тиску.
25. Методи і засоби вимірювання лінійних і кутових переміщень.
26. Методи і засоби вимірювання рівнів.
27. Методи і засоби вимірювання витрати рідини.
28. Методи і засоби вимірювання температури.
29. Термометри опору.
30. Термоелектричні термометри.
31. Пірометри.
32. Методи і засоби вимірювання вологості повітря.
33. Методи і засоби вимірювання вологості зерна і зернопродуктів.
34. Методи і засоби вимірювання складу і властивостей газів.
35. Методи і засоби вимірювання складу і властивостей рідин.
36. pH-метри (для вимірювання кислотності ґрунту).
37. Методи і засоби визначення жирності молока.
38. Системи термометрії на тваринницьких об'єктах.
39. Системи термо-вологометрії для споруджень захищеного ґрунту.
40. Терези й електронні високовимірювальні пристрої.
41. Лічильники газу.
42. Лічильники теплоти.
43. Лічильники води.

6. Тестові завдання

У даному переліку наведені приклади тестових завдань

	Питання 1. Який метод вимірювання необхідно обрати для вимірювання лінійних струмів в трифазному три-провідному колі змінного струму при симетричному характері навантаженні?
1	метод одного амперметра
2	метод трьох амперметрів
3	метод двох амперметрів метод трьох амперметрів, які включені через два вимірювальних транс-форматора струму
4	метод трьох амперметрів, які включені через два вимірювальних трансформатора струму

	Питання 2. Як вмикається вольтметр та додатковий резистор для вимірювання напруги у колах постійного та змінного струму?
1	безпосередньо
2	послідовно
3	паралельно
4	послідовно до джерела живлення

	Питання 3. Який метод вимірювання реалізується при безпосередньому паралельному включенні аналогового чи цифрового вольтметра до споживача?
1	метод прямого вимірювання напруги
2	метод опосередкованого вимірювання напруги
3	метод прямого вимірювання струму
4	метод прямого вимірювання потужності

	Питання 4. Який метод вимірювання необхідно обрати для вимірювання лінійної напруги в трифазному три провідному колі змінного струму при несиметричному навантаженні?
1	метод трьох вольтметрів
2	метод одного вольтметра
3	метод двох вольтметрів
4	метод трьох вольтметрів, які включені через два вимірювальних транс-форматора напруги

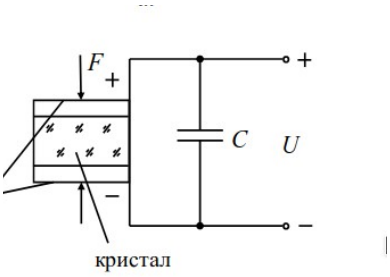
	Питання 5. Принцип дії яких первинних вимірювальних перетворювачів ґрунтується на явищі тензоефекту?
1	електромагнітних первинних перетворювачів
2	Тензорезистивних первинних перетворювачів

3	п’єзоелектричних первинних перетворювачів
4	ємнісних первинних перетворювачів

	Питання 6. Вимірювальний прилад, який оброблює, перетворює електричну інформацію, яка надходить з первинного вимірювального перетворювача, а також надає візуальну інформацію щодо неелектричної вимірюваної величини, має назву ...
1	вторинний вимірювальний прилад
2	цифровий вимірювальний прилад
3	параметричний первинний вимірювальний перетворювач
4	генераторний первинний вимірювальний перетворювач

	Питання 7. За допомогою яких приладів реалізовують методи безпосередньої оцінки для вимірювання параметрів R, C, L?
1	за допомогою електронних перетворювачів
2	за допомогою амперметрів, вольтметрів та ватметрів
3	за допомогою електромеханічних і електронних вимірювачів R, C, L
4	за допомогою цифрових вимірювачів R, C, L

	Питання 8. Первинний перетворювач, у якому вимірювальна неелектрична величина перетворюється у різні параметри електричних кіл –опір, ємність, індуктивність та частоту, має назву ...
1	генераторний первинний вимірювальний перетворювач
2	параметричний первинний вимірювальний перетворювач
3	тепловий генераторний вимірювальний перетворювач
4	оптичний первинний вимірювальний перетворювач

	Питання 9. Схема якого первинного вимірювального перетворювача наведена на рисунку? 
1	ємнісного
2	індукційного
3	п’єзоелектричного

4	індуктивного

	Питання 10. Як градуюють більшість засобів вимірювальної техніки змінних струмів і напруги?
1	у амплітудних значеннях
2	у миттєвих значеннях для синусоїдної форми кривої струму та напруги
3	у середньовипрямлених значеннях
4	у середньоквадратичних (діючих) значеннях для синусоїдної форми кривої струму та напруги

	Питання 11. Визначте активну потужність, Вт, трифазного три провідного кола змінного струму, якщо при застосуванні методу двох ватметрів результати вимірювань за показаннями приладів дорівнюють: P_{PW1}= 400 Вт, P_{PW2}= 300 Вт.
1	700 Вт
2	400 Вт
3	300 Вт
4	200 Вт

	Питання 12. За допомогою яких приладів реалізують опосередковані вимірювання потужності у колах постійного та змінного струму?
1	амперметрів і вольтметрів
2	варметрів
3	фазометрів
4	вимірювальних мостів

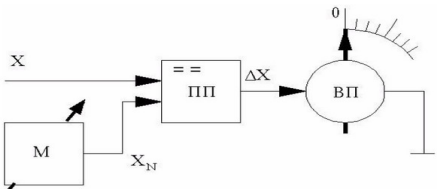
	Питання 13. Який метод необхідно обрати для одночасного вимірювання як активної, так й реактивної потужності в трифазному три-провідному колі при симетричному та несиметричному характері навантаження?
1	метод двох ватметрів
2	метод одного ватметра
3	метод трьох ватметрів
4	Метод амперметра і вольтметра

	Питання 14. До однофазного кола змінного струму включений феродинамічний ватметр, дві котушки якого розраховані на силу струму 5 А та на напругу 150 В, зі шкалою на 150 поділок. Прилад включений через вимірювальні трансформатори струму 50/5 і напруги 500/100. Визначте активну потужність кола, Вт, якщо відлік приладу дорівнює «45»
1	11250 Вт
2	225 Вт
3	2250 Вт

4	1125 Вт

	Питання 15. Якими приладами здійснюються вимірювання та облік електричної енергії у колах змінного струму промислової частоти?
1	фазометрами
2	електронними лічильниками електроенергії
3	електродинамічними та феродинамічними лічильниками електроенергії
4	індукційними лічильниками електроенергії

	Питання 16. Максимальне номінальне значення струму електромагнітних амперметрів прямого вмикання становить:
1.	200 мА
2.	100 А
3.	200 А
4.	50 мА

	Питання 17. Структурна схема якого методу вимірювання представлена на малюнку: 	
	1.	зіставлення
	2.	нульовий
	3.	диференційний
	4.	заміщення

	Питання 18. Первинний перетворювач, у якому вимірювальна неелектрична величина перетворюється у різні параметри електричних кіл – опір, ємність, індуктивність та частоту, має назву ...
1.	генераторний первинний вимірювальний перетворювач
2.	параметричний первинний вимірювальний перетворювач
3.	тепловий генераторний вимірювальний перетворювач
4.	оптичний первинний вимірювальний перетворювач

	Питання 18. Яка похибка визначається за формулою? $$\delta = \frac{\Delta X}{X_Д} \cdot 100\%.$$
1.	абсолютна

2.	відносна
3.	систематична
4.	зведена

7. Методи навчання

Дисципліною передбачено проведення лекційних та лабораторних занять. Методи, що використовуються під час проведення занять: словесні (лекції, дискусії, пояснення), наочні (ілюстрації, демонстрації), практичні методи (досліди, практичні роботи, розв'язання задач), навчальна робота під керівництвом викладача, самостійна робота студентів в бібліотеках та вдома.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний. За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

8. Форми контролю

Робочою програмою з дисципліни передбачено проведення лекційних (10 годин) та лабораторних (10 годин) аудиторних занять. Контроль знань відбувається шляхом виконання лабораторних робіт (4 роботи), модульних контрольних робіт (2 контрольні роботи) та екзаменаційного тестування.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль		Рейтинг з навчальної роботи $R_{НР}$	Рейтинг з додаткової роботи $R_{ДР}$	Рейтинг штрафний $R_{ШТР}$	Підсумкова атестація (екзамен чи залік)	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2					
0-100	0-100	0-70	0-20	0-5	0-30	0-100

Оцінювання студента відбувається згідно з вимог «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» від 20.02.2015 р. протокол № 6 (табл. 1).

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	відмінно	Зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Критерії оцінювання за модулями

Вид діяльності	Максимальна кількість балів	З урахуванням ваги модуля
Модуль 1 (35 %)		
Навчальна робота		
Лабораторна робота № 1	8	2,8
Лабораторна робота № 2	8	2,8
Лабораторна робота № 3	8	2,8
Лабораторна робота № 4	8	2,8
Лабораторна робота № 5	8	2,8
Лабораторна робота № 6	8	2,8
Лабораторна робота № 7	8	2,8
Лабораторна робота № 8	8	2,8
Лабораторна робота № 9	8	2,8
Лабораторна робота № 10	8	2,8
Самостійна робота № 1	Зараховано	Зараховано
Самостійна робота № 2	Зараховано	Зараховано
Самостійна робота № 3	Зараховано	Зараховано
Модульний тест 1	20	7
Всього за модуль 1	100	35
Модуль 2 (35%)		
Лабораторна робота № 11	15	5,25
Лабораторна робота № 12	15	5,25
Лабораторна робота № 13	15	5,25
Лабораторна робота № 14	15	5,25

Лабораторна робота № 15	15	5,25
Самостійна робота № 4	Зараховано	Зараховано
Самостійна робота № 5	Зараховано	Зараховано
Модульний тест 2	25	8,75
Всього за модуль 2	100	35
Підсумкова атестація (30 %)		
Підсумковий тест	100	30
Всього за курс	300	100

Критерії оцінювання лабораторної роботи	**Кількість балів**
Завдання виконане правильно та оформлено відповідно стандартних вимог (наявні титульна сторінка, зміст, порядок виконання, результати, висновки; матеріал роботи відформатований)	15
Завдання виконане правильно, але оформлено без дотримання стандартних вимог (відсутні титульна сторінка, зміст, порядок виконання, результати, висновки; матеріал роботи відформатований)	13
Завдання виконане з помилкою допущеною у графічній частині та оформлено відповідно стандартних вимог (наявні титульна сторінка, зміст, порядок виконання, результати, висновки; матеріал роботи відформатований)	10
Завдання виконане з помилкою допущеною у графічній частині, але оформлено без дотримання стандартних вимог (відсутні титульна сторінка, зміст, порядок виконання, результати, висновки; матеріал роботи відформатований)	8
Завдання виконане з помилкою у розрахунку	6

та оформлено відповідно стандартних вимог (наявні титульна сторінка, зміст, порядок виконання, результати, висновки; матеріал роботи відформатований)	
Завдання виконане з помилкою у розрахунку, але оформлено без дотримання стандартних вимог (відсутні титульна сторінка, зміст, порядок виконання, результати, висновки; матеріал роботи відформатований)	4
Завдання виконане з помилками у розрахунку та графічній частині	0
Максимальна кількість балів, яку може отримати студент виконавши лабораторну роботу	15

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $\mathbf{R_{ДИС}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $\mathbf{R_{НР}}$ (до 70 балів): $\mathbf{R_{ДИС} = R_{НР} + R_{АТ}}$.

10. Рекомендована література

1.Поліщук Є. С. Електричні вимірювання електричних та неелектричних величин / Є. С. Поліщук. – К. : Вища шк., 1998. – 352 с.

2. Душина Е. М. Основы метрологии и электрический, измерения / Е. М. Душина. – Л. : Энергоатомиздат, 1997. – 480 с.

3. Резніченко Т. П. Контрольно-вимірювальні прилади. Лабораторний практикум / Резніченко Т. П., Рубан О. В. Щелочинін Я. Б. – К. : НАУ, 2006 – 130 с.

4. Панфилов В. А. Электрические измерения / В. А. Панфилов. – М. : ACADEMA, 2006.

5. Шляндин В. М. Цифровые измерительные устройства / В. М. Шляндин. М. : Высш. шк., 1991.

6. Закон України ″Про метрологію та метрологічну діяльність″.

7. ДСТУ 2681 – 94 Метрологія, Терміни та визначення К., Держстандарт України, 1994.

8. ДСТУ 2682 – 94 Метрологічне забезпечення, Основні положення К., Держстандарт України, 1998.

9. ДСТУ 2708 – 94 Повірка засобів вимірювань, Організація і порядок проведення К., Держстандарту України, 1998

10. ДСТУ 3215 – 95 Метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки, Організація та порядок проведення К., Держстандарт України, 1998.

11. Інформаційні ресурси.

1. http://www.kmu.gov.ua - Кабінет Міністрів України.
2. http://www.portal.rada.gov.ua– Верховна Рада України.
3. http://www.google.com.ua - пошуковий сайт.
4. http://www.meta.ua - пошуковий сайт.
5. http://nubip.edu.ua/ - головна сторінка НУБіП України.

6. http://nubip.edu.ua/node/1376 - кафедра автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І.Мартиненка.
7. http://elibrary.nubip.edu.ua – електронна наукова бібліотека НУБіП України.
8. http://energ.nauu.kiev.ua/ - навчально-інформаційний портал ННІ енергетики і автоматики
9. http://www.nbuv.gov.ua/ - національна бібліотека України імені В.І. Вернадського, Київ.
10. http://ntbu.ru/ - Государственная научно-техническая библиотека Украины.

12. Перелік чинних стандартів, необхідних при вивченні дисципліни

Табл. - 1.1. Електротехніка. Загальні положення

ДСТУ 2267-93	Вироби електротехнічні. Терміни та визначення
ДСТУ 2313-93	Електроприводи. Терміни та визначення
ДСТУ 2465-94	Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до магнітних полів частоти мережі. Технічні вимоги і методи випробувань
ДСТУ 2625-94	Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до загасаючого змінного магнітного поля. Технічні вимоги і методи випробувань
ДСТУ 2626-94	Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до імпульсного магнітного поля. Технічні вимоги і методи випробуваньІ
ДСТУ 2793-94	Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до потужних електромагнітних завад. Загальні положення
ДСТУ 2794-94	Сумісність технічних засобів електромагнітна. Знак відповідності. Форма, розміри та технічні вимоги
ДСТУ 2815-94	Електричні й магнітні кола та пристрої. Терміни та визначення
ДСТУ 3120-95	Електротехніка. Літерні позначення основних величин
ДСТУ 2843-94	Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення
ДСТУ 2993-95 (ГОСТ 2933-93) ДСТУ 3122-95	Апарати електричні низьковольтні. Методи випробувань Установки для компенсації реактивної потужності конденсаторні. Терміни та визначення
ДСТУ 3343-96	Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до електромагнітних полів від високовольтних ліній електропередавання. Технічні вимоги і методи випробувань
ДСТУ 3344-96	Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до розрядів статичної електрики від транспортних засобів. Технічні вимоги і методи випробувань
ДСТУ 3466-96	Якість електричної енергії. Терміни та визначення
ДСТУ 3494-96 (ГОСТ 27803-97)	Електроприводи регульовані для верстатобудування та робототехніки. Загальні технічні вимоги

ДСТУ 3593-97	Сумісність технічних засобів електромагнітна. Джерела електроживлення. Методи випробування на кондуктивні радіозавади
ДСТУ 3680-98 (ГОСТ 30586- 98)	Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до дії грозових розрядів. Методи захисту
ДСТУ 3681-98 (ГОСТ 30585-98)	Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до дії грозових розрядів. Технічні вимоги та методи випробувань

Табл. - 1.2. Електротехніка (Словники)

ДСТУ 2267-93	Вироби електротехнічні. Терміни та визначення
ДСТУ 2286-93	Машини електричні обертові. Терміни та визначення
ДСТУ 2290-93	Контакти електричні.Терміни та визначення.
ДСТУ 2304-93	Апарати комунікаційні електричні.Вимикачі перемикачі.Терміни та визначення
ДСТУ 2310-93	Джерела струму електрохімічні. Терміни та визначення
ДСТУ 2313-93	Електроприводи. Терміни та визначення
ДСТУ 2372-94	Джерела вторинного електроживлення. Терміни та визначення
ДСТУ 2648-94	Ізолятори електротехнічні. Терміни та визначення
ДСТУ 2725-94	Матеріали магнітні. Терміни та визначення
ДСТУ 2790-94	Системи електропостачальні номінальною напругою понад 1000 В: джерела мережі перетворювчі та споживачі електричної енергії. Терміни та визначення
ДСТУ 2791-94	Системи електропостачальні номінальною напругою понад 1000 В: джерела мережі перетворювчі та споживачі електричної енергії. Терміни та визначення
ДСТУ 2815-94	Електричні й магнітні кола та пристрої. Терміни та визначення
ДСТУ 2843-94	Електротехніка.Основні поняття. Терміни та визначення
ДСТУ 2847-94	Перетворювачі електроенергії напівпровідникові. Терміни та визначення
ДСТУ 2848-94	Апарати електричні комутаційні .Основні поняття. Терміни та визначення
ДСТУ 2936-94	Реле електричні. Терміни та визначення
ДСТУ 2976-95	Трансформатори струму та напруги. Терміни та визначення
ДСТУ 3680-98(ГОСТ 30586-98)	Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до дії грозових розрядів. Методи захисту
ДСТУ 3681-98 (ГОСТ 30585- 98)	Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до дії грозових розрядів. Технічні вимоги та методи випробувань