


до наказу від _____ 2022 р. № _____

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра електропостачання ім. проф. В.М. Синькова

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор ННІ ЕАЕ

Коплун В.В.
" " _____ 2022 р.

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

Завідувач кафедри
Козирський В.В.

«РОЗГЛЯНУТО»
Гарант ОПП ОС «Магістр»
д.т.н., професор кафедри
електротехніки, електромеханіки
та електротехнологій

Заблудський М.М.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Системи Smart Metering

спеціальність 141 Електроенергетики, електротехніка і електромеханіка

освітня програма Електроенергетики, електротехніка і електромеханіка

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробник: доцент кафедри електропостачання, к.т.н., доцент Волошин С.М.
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2022 р.

1. Опис навчальної дисципліни

«Системи Smart Metering»

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітній ступінь		
Освітній ступінь	<i>Магістр</i>	
Спеціальність	<i>141 – «Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка»</i>	
Спеціалізація	<i>Електричні мережі; Електротехнічні системи електроспоживання</i>	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	<i>Вибіркова</i>	
Загальна кількість годин	<i>120</i>	
Кількість кредитів ECTS	<i>4</i>	
Кількість змістових модулів	<i>2</i>	
Форма контролю	<i>Екзамен</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	<i>2</i>	
Семестр	<i>3</i>	
Лекційні заняття	<i>10 год.</i>	
Практичні, семінарські заняття		
Лабораторні заняття	<i>20 год.</i>	
Самостійна робота	<i>90 год.</i>	
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	<i>3 год.</i>	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни «Системи Smart Metering» є отримання знань та практичних навичок з нормативного забезпечення, проектування, монтажу, налагодження та експлуатації обладнання автоматизованих систем обліку, контролю і управління електроспоживанням.

Фахівці в галузі електроенергетики повинні вміти самостійно ставити і вирішувати проектні та експлуатаційні завдання, які б сприяли раціональному використанню енергоресурсів, широкому впровадженню енергоефективного обладнання і енергоощадних електрифікованих технологій.

Предметом дисципліни «Системи Smart Metering» є нормативні основи, технічне та програмне забезпечення функціонування автоматизованих систем контролю і управління електроспоживанням.

Завданням вивчення дисципліни є підготовка студентів до самостійної інженерної діяльності з питань:

- нормативного забезпечення енергетичного обліку;
- проектування та монтажу систем контролю і управління електроспоживанням;
- налагодження та експлуатації автоматизованих систем;

У результаті вивчення дисципліни студент повинен:

знати:

- основні нормативні засади функціонування автоматизованих систем контролю та управління електроспоживанням;
- принципу проектування автоматизованих систем обліку, контролю та управління електроспоживанням;
- основне обладнання, що використовується в автоматизованих системах контролю та управління електроспоживанням;
- основні параметри та принципи роботи пристроїв та каналів передачі інформації в автоматизованих системах контролю та управління електроспоживанням;

вміти:

- розробляти структуру автоматизованої системи контролю та управління електроспоживанням;
- вибирати обладнання для автоматизованих систем контролю та управління електроспоживанням;
- проводити монтаж та налагодження автоматизованих систем контролю та управління електроспоживанням.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для повного терміну навчання денної форми навчання

Змістовний модуль 1.

Лекційне заняття 1. Законодавчі та нормативні засади метрології і метрологічної діяльності.

Анотація. Основні положення Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність». Стандарти в галузі метрології. Порядок проведення повірки законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації, та оформлення її результатів

Лекційне заняття 2. Нормативні засади обліку електричної енергії.

Анотація. Вимоги Кодексу комерційного обліку електроенергії. Вимоги Правил улаштування електроустановок до обліку електроенергії. Вимоги Правил будови електроустановок до приладів обліку електроенергії. Вимоги Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів щодо засобів обліку електричної енергії.

Лекційне заняття 3. Лічильники та системи обліку електричної енергії.

Анотація. Індукційні лічильники електричної енергії. Електронні та мікропроцесорні лічильники електричної енергії. Лічильники і системи обліку з передоплатою споживаної електроенергії. Портативні засоби обліку електричної енергії. Повірка лічильників електроенергії. Метрологічне забезпечення вимірювань з обліку електричної енергії.

Змістовний модуль 2.

Лекційне заняття 4. Автоматизовані системи комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ).

Анотація. Нормативні засади створення АСКОВЕ. Загальні принципи побудови і функціонування АСКОВЕ. Автоматизована система комплексного обліку енергоресурсів (АСКОЕ) NovaSyS. Комплекс засобів для автоматичного обліку і керування електроспоживанням Smart IMS. Автоматизована система комерційного обліку електроенергії «АЛЬТАИР». АСКОВЕ побутових споживачів.

Лекційне заняття 5. Регулювання електроспоживання.

Анотація. Загальні положення. Вимоги Кодексу комерційного обліку електроенергії щодо регулювання електроспоживання. Вимоги Правил роздрібного ринку електроенергії щодо режимів постачання електричної енергії та управління попитом. Регулювання режимів електроспоживання.

Структура навчальної дисципліни:

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							заочна форма						
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Змістовний модуль 1														
Лекція 1. Вступ. Законодавчі та нормативні засади метрології і метрологічної діяльності	1	12	2				10	12						12
Тема 2. Нормативні засади обліку електричної енергії	2	12	2				10	12	2					10
Тема 3. Лічильники та системи обліку електричної енергії	3	12	2				10	12	2					10
Лабораторна робота 1	4	12			2		10	12			2			10
Лабораторна робота 2	5	12			2		10	12						12
Разом за змістовним модулем 1	60		6		4		50	60	4		2			54
Змістовний модуль 2														
Лекція 4. Автоматизовані системи комерційного обліку електроенергії	6	12	2				10	12	2					10
Лекція 5. Регулювання електроспоживання	7	12	2				10	12						12
Лабораторна робота 3	8	12			2		10	12			2			10
Лабораторна робота 4	9	12			2		10	12						12
Лабораторна робота 5	10	12			2		10	12						12
Разом за змістовним модулем 2	60		4		6		50	60	2		2			56
Усього годин	120		10		10		100	120	6		4			110

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення багатофункціональних лічильників електроенергії	2
2	Вивчення комплектних пристроїв обліку електроенергії	2
3	Автоматизована система обліку електроенергії та управління електроспоживанням SMART IMS	2
4	Вивчення розумного лічильника електроенергії (енергомонітора) smart-MAC	2
5	Прилад для вимірювання показників якості електричної енергії і електроенергетичних величин «ЭНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ»	2

Лабораторна робота №1. Вивчення багатофункціональних лічильників електроенергії.

Багатофункціональні лічильники електроенергії МТХ 3; НІК 2303; EMS; NP-06. Функціональні можливості, будова, схеми увімкнення, комунікаційні інтерфейси лічильників. Перевірка лічильників на лабораторному стенді в передбачених виробниками режимах.

Лабораторна робота №2. Вивчення комплектних пристроїв обліку електроенергії.

Конструкція ящиків обліку електроенергії НІК DOT-3.1 і ЯУР (ЯУРП). Порядку встановлення, підключення та підготовки до роботи ящиків обліку електроенергії НІК DOT-3.1 і ЯУР (ЯУРП). Призначення та особливості використання перехідної випробувальної колодки КП-25.

Лабораторна робота №3. Автоматизована система обліку електроенергії та управління електроспоживанням SMART IMS.

Призначення та функції системи Smart IMS. Будова і принципи роботи системи Smart IMS. Дослідження роботи системи Smart IMS у різних режимах.

Лабораторна робота №4. Вивчення розумного лічильника електроенергії (енергомонітора) smart-МАС.

Принципу роботи та особливості конструкції розумних лічильників електроенергії (енергомоніторів) smart-МАС. Порядок встановлення, підключення та підготовки до роботи розумних лічильників електроенергії (енергомоніторів) smart-МАС. Перевірка роботи енергомонітора smart-МАС D101 разом із ноутбуком (телефоном) та отримання інформації на дашборді.

Лабораторна робота №5. Прилад для вимірювання показників якості електричної енергії і електроенергетичних величин «ЕНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ».

Принцип роботи та особливості конструкції приладу «ЕНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ». Порядок роботи з приладом «ЕНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ» у передбачених виробником режимах. Можливості спеціалізованого програмного забезпечення приладу «ЕНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ» щодо розрахунку і реєстрації статистичних даних по показниках якості електричної енергії. Можливості спеціалізованого програмного забезпечення приладу «ЕНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ» щодо розрахунку і реєстрації параметрів електричної мережі

5. Контрольні питання для визначення рівня засвоєння знань студентами.

1. Яке призначення 1-фазних лічильників електроенергії МТХ?
2. Які вимоги дозволяють реалізувати лічильники МТХ при роботі в складі автоматизованих систем комерційного обліку електричної енергії (АСКОЕ)?
3. Назвіть функціональні характеристики 1-фазних лічильників електроенергії МТХ 1.
4. Яку інформацію здатні накопичувати, зберігати і передавати 1-фазні лічильники електроенергії МТХ 1?
5. Якими є номінальний і максимальний струм 1-фазних лічильників електроенергії МТХ 1?
6. Які комунікаційні інтерфейси мають 1-фазні лічильники електроенергії МТХ 1?
7. Що входить до складу системи обліку електроенергії MATRIX АММ?
8. Які датчики струму і напруги застосовуються в 1-фазних лічильниках електроенергії МТХ 1?
9. Які функції контролера у складі лічильників електроенергії МТХ?
10. Що собою являє Power Line - модем (PLC модем) і які його функціональні можливості?
11. Яке призначення і функціональні можливості радіомодуля у складі лічильників електроенергії МТХ?
12. Для чого призначена енергонезалежна пам'ять у складі лічильників електроенергії МТХ?
13. Які особливості імпульсної світлодіодної індикації у складі лічильників електроенергії МТХ?
14. Для чого призначена схема вимірювання диференціального струму (опція) у складі 1-фазних лічильників електроенергії МТХ 1?
15. Як функціонує вимикаюче реле у складі 1-фазних лічильників електроенергії МТХ 1?
16. Яке призначення годинника реального часу у складі лічильників електроенергії МТХ?
17. Яке призначення 3-фазних лічильників електроенергії МТХ 3 (НІК 2303; EMS)?
18. Яка сфера застосування 3-фазних лічильників електроенергії МТХ 3(НІК 2303; EMS)?
19. Які виходи мають 3-фазні лічильники електроенергії МТХ 3 (НІК 2303; EMS; NP-06) для роботи у складі АСКОЕ ?
20. Які особливості конструкції і роботи вузла керування(увімкнення/вимкнення) навантаження 3-фазних лічильників електроенергії МТХ 3(НІК 2303; EMS; NP-06)?
21. Вимірювання, запис і зберігання у внутрішній незалежній пам'яті, індикацію на РКІ і виведення по інтерфейсних каналах яких величин по

- кожному виду і напрямку обліку електроенергії забезпечують 3-фазні лічильники МТХ 3(НІК 2303; EMS; NP-06)?
22. Інформацію про які електричні величини вхідних сигналів лічильники МТХ 3(НІК 2303; EMS; NP-06) виводять на РКІ і по інтерфейсних каналах ?
 23. З чого складається тарифікаційна таблиця лічильників 3-фазних лічильників електроенергії МТХ 3(НІК 2303; EMS)? ?
 24. Якими є вимоги Кодексу обліку електричної енергії щодо влаштування вузла обліку електричної енергії?
 25. Якими є рівні напруги, як характеристика точки комерційного обліку електричної енергії (ТКО)?
 26. Вимірювання, реєстрацію, зберігання та відображення значень яких величин мають забезпечувати лічильники електроенергії в електроустановках напругою $U_n < 1$ кВ?
 27. Чи можуть застосовуватися в ТКО лічильники з вимірюванням окремих показників якості електричної енергії?
 28. Яким чином пломбуються засоби вимірювальної техніки і зокрема лічильники електричної енергії?
 29. Якими є вимоги ПУЕ щодо встановлення лічильників електричної енергії?
 30. Як пропонують ПУЕ передбачати автоматизацію обліку електричної енергії?
 31. Які особливості використання ящика для лічильників електроенергії DOT.1?
 32. Яке призначення ящиків обліку з рубильником типу ЯУР і ЯУРП?
 33. Як має виконуватися розділення проводу PEN на робочий нульовий провідник N і захисний нульовий провідник PE у ящиках(щитах, шафах) обліку електричної енергії?
 34. Яке призначення перехідної випробувальної колодки КП-25 до лічильника електричної енергії?
 35. Яке призначення енергомонітора smart-МАС D101?
 36. Які параметри вимірює енергомонітор smart-МАС D101?
 37. Яке призначення керованого виходу енергомонітора smart-МАС D101 та як здійснюється управління ним?
 38. Про що може сигналізувати індикатор стану енергомонітора smart-МАС D101?
 39. З якими трансформаторами струму може поставлятися енергомонітор smart-МАС D101?
 40. Які межі вимірювання струму, напруги і температури забезпечуються енергомонітором smart-МАС D101?
 41. Яке призначення сервісу smart-МАС Дашборд?
 42. Чи є умовою роботи наявність на місці його встановлення Wi Fi мережі?
 43. Яке призначення приладу «ЭНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ»?
 44. У яких варіантах виконань випускається прилад «ЭНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ»?

45. Які допустимі значення фазних і лінійних напруг на вимірювальних входах приладу «ЭНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ»?
46. Для виконання яких робіт може застосовуватися прилад «ЭНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ»?
47. Назвіть варіанти електроживлення «ЭНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ» .
48. Які масштабні перетворювачі напруги і струму застосовуються під час вимірювань приладом «ЭНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ»?
49. В електромережах яких типів дозволяє проводити вимірювання прилад «ЭНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ»?
50. На якому принципі базується робота приладу «ЭНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ»?
51. Які результати вимірювання виводяться на рідкокристалічний дисплей приладу «ЭНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ»?
52. Де здійснюється архівування результатів вимірювань приладом «ЭНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ»?
53. Як здійснюється обмін даними між приладом «ЭНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ» і персональним комп'ютером (ноутбуком)?
54. Яка система паролів застосована в приладі «ЭНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ»?
55. Що входить до складу блоку масштабних перетворювачів (БМП) приладу «ЭНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ»?
56. Що являє собою плата АЦП приладу «ЭНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ»?
57. Яке призначення плати процесора приладу «ЭНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ»?
58. Назвіть призначення клавіш мембранної клавіатури приладу «ЭНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ».
59. За допомогою чого гальванічно розв'язані кола струму в приладі «ЭНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ»?
60. Якими є пункти головного меню приладу «ЭНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ»?
61. Якими є пункти меню «ИЗМЕРЕНИЯ» приладу «ЭНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ»?
62. Що вимірюється і відображається на дисплеї приладу «ЭНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ» в режимі «Углы»?
63. Що відображається на екрані дисплею приладу «ЭНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ» в режимі «Гармоники»?
64. Що відображається на екрані дисплею приладу «ЭНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ» в режимі «Форма сигнала»?
65. Що відображається на екрані дисплею приладу «ЭНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ» в режимі «Усреднение»?
66. В чому полягають особливості вимірювання приладом «ЭНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ» в режимі «Энергия»?
67. Що відображається на екрані дисплею приладу «ЭНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ» при вимірюванні енергії наростаючим підсумком?
68. Доступ до яких процесів відкривається при виборі пункту головного меню «Регистрация и ПКЭ» приладу «ЭНЕРГОТЕСТЕР ПКЭ»?

Приклад екзаменаційного білету

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ			
ОС «Магістр» спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка»	Кафедра електропостачання ім. проф. В.М.Синькова 2020-2021 навч. рік	ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №1 з дисципліни "АСКУЕ"	ЗАТВЕРДЖУЮ Зав. кафедри _____ Козирський В.В.. (підпис) "___" _____ 2020 р.
<i>Екзаменаційні запитання</i> (максимальна оцінка 10 балів за відповідь на кожне запитання)			
1. Завдання АСКУЕ як вимірювальної системи			
2. Основні складові інтелектуального лічильника електроенергії			
<i>Тестові завдання різних типів</i> (максимальна оцінка 10 балів за відповіді на тестові завдання)			
Тестування з використанням ресурсу електронного навчального курсу			

6. Методи навчання

Пояснювально-ілюстративний, метод демонстраційних прикладів, методи парної та групової роботи (табл. 1)

Таблиця 1

Класифікація методів навчання

Засади	Групи методів	
	Найменування	Характеристики
1. Джерело знань: слово образ досвід	Словесні, наочні, практичні	
2. Етапи навчання	Підготовка до вивчення нового матеріалу, вивчення нового матеріалу, закріплення вправ, контроль і оцінка	
3. Спосіб педагогічного керівництва	Пояснення педагога, самостійна робота	Керівництво: безпосереднє; опосередковане; в режимі on line
4. Логіка навчання	Індуктивні, дедуктивні, аналітичні, синтетичні	
5. Дидактичні цілі	Організація навчальної діяльності, стимулювання і релаксація, контроль і оцінювання, рефлексія	
6. Характер пізнавальної діяльності	Пояснювально- ілюстративні («готові знання»), репродуктивні, проблемного викладу, частково-пошукові, дослідницькі	Репродуктивні Продуктивні

7. Форми контролю

Кожна з форм контролю має особливості й залежить від мети, змісту та характеру навчання. У процесі навчання дисципліни використовуються наступні форми контролю:

- поточний контроль: усне опитування (індивідуальне, фронтальне, групове), комп'ютерне тестування, виконання практичних завдань згідно програми;
- підсумковий контроль: тестування, два теоретичних питання.

8. Розподіл балів, які отримують студенти

Оцінювання студента відбувається згідно положенням «Про екзамени та заліки у НУБіП України» від 27.02.2019 р. протокол № 7.

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів):

$$R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{ат.}}$$

Розподіл оціночних балів за виконання різних видів навчальної діяльності з кожного модуля та «вага» кожного модуля у загальній рейтинговій оцінці наведено в табл. 2

Таблиця 2

Таблиця розподілу оціночних балів у загальній рейтинговій оцінці

Вид навчальної діяльності	Розподіл оціночних балів	«Вага» кожного модуля у загальній рейтинговій оцінці, %
Навчальна робота	70	70
Модуль 1	100	35
Лабораторна робота 1	20	
Лабораторна робота 2	20	
Самостійна робота 1	30	
Тест до модуля 1	30	
Модуль 2	100	35
Лабораторна робота 3	15	
Лабораторна робота 4	20	
Лабораторна робота 5	15	
Самостійна робота 2	20	
Тест до модуля 2	30	
Підсумкова атестація	30	30

Співвідношення між рейтингом здобувача вищої освіти і національними оцінками

Рейтинг здобувача вищої освіти, балів	Оцінка національна за результатом складання екзамену
90 - 100	відмінно
74 - 89	добре
60 - 73	задовільно
0 - 59	незадовільно

9. Методичне забезпечення

Електронний навчальний курс, розроблений та сертифікований на базі платформи LMS Moodle, розміщений на навчальному порталі НУБіП України за адресою: <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=222>

10. Рекомендована література

– основна:

- 1 Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність», Верховна Рада України; Закон від 05.06.2014 № 1314-VII
- 2 Кодекс комерційного обліку електричної енергії. ЗАТВЕРДЖЕНО Постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг 14 березня 2018 року N 311
- 3 Правила улаштування електроустановок. – Видання офіційне. Міненерговугілля України. - Х.: Видавництво «Форт», 2017. – 760 с.
- 4 ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

– допоміжна:

1. Многофункциональные счетчики электрической энергии однофазные типа МТХ1. Техническое описание и руководство по эксплуатации.
http://www.teletec.com.ua/upload/file/mth1_to_i_re.pdf
2. Счетчики электрической энергии многофункциональные типа МТХ 3 Исполнения МТХ 3G05.xB.xxx-xx МТХ 3G05.xC.xxx-xx МТХ 3G05.xD.xxx-xx Руководство по эксплуатации СКАР.466559.004 РЭ.
http://teletec.com.ua/upload/file/mth_3g_re.pdf
3. <https://support.smart-mac.com/communities/1/topics/25-gde-mozhno-skachat-instruktsiyu>
4. <https://dash.smart-mac.com>
5. <https://support.smart-mac.com/knowledge-bases/2/articles/36-ustanovka-na-windows-android-i-ios>

11. Інформаційні ресурси

<http://electrolibrary.info>,

<http://eksstroy.com>,

<http://www.electric-find.com>,
<http://www.electricsmarts.com>,
<http://www.schneider-electric.ua>,
<http://teletec.com.ua>,
<https://matrixamm.ua>.