

СИЛАБУС КУРСУ

МОНІТОРИНГ ТА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМИ СИСТЕМАМИ



Ступінь вищої освіти – бакалавр

Галузь знань «Електрична інженерія»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітньо-професійна програма: «Енергетичний аудит»

Кількість кредитів ECTS –5

Рік навчання – 3, семестр – 6

Мова викладання – українська

Керівник курсу: Віталій КАМИШЛОВ

E-mail: v.kamyshlov@wunu.edu.ua

ОПИС ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення дисципліни є отримання знань та практичних навичок з моніторингу та керування електричними системами – виконання комплексу робіт з проектування, монтажу, налагодження та експлуатації енергетичного обладнання, методам управління енергетичними господарствами і технічними засобами енергетичних обстежень підприємств – енергетичного менеджменту та енергоаудиту.

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

Години (лек./прак.)	Тема	Результати навчання	Завдання
2 /2	Тема 1. Вступ до моніторингу та керування електричними системами.	Знати: основні поняття, структуру та завдання систем моніторингу та керування електричними системами, їх роль у забезпеченні надійності електропостачання. Вміти: визначати основні компоненти систем моніторингу та керування, розрізняти рівні ієрархії управління. Аналізувати: оцінювати сучасний стан та тенденції розвитку систем керування електричними мережами. Розуміти: принципи побудови автоматизованих систем диспетчерського керування (АСДК) та SCADA-систем. Розрізняти: виділяти особливості централізованого та розподіленого керування електричними системами. Застосовувати: використовувати базові знання для аналізу структури систем керування. Використовувати: впроваджувати сучасні	Тести, питання для обговорення, виконання практичних робіт.

		концепції Smart Grid у проектуванні систем керування.	
4 / 4	Тема 2. Засоби вимірювання та збору інформації в електричних системах.	Знати: типи вимірювальних трансформаторів струму та напруги, цифрових лічильників, давачів та їх характеристики. Вміти: обирати засоби вимірювання для конкретних задач моніторингу, визначати класи точності та похибки вимірювань. Аналізувати: оцінювати достовірність та точність вимірювальної інформації в електричних мережах. Розуміти: принципи роботи пристроїв синхронізованих векторних вимірювань (PMU) та їх роль у моніторингу. Розрізняти: виділяти переваги та недоліки аналогових і цифрових засобів вимірювання. Застосовувати: використовувати сучасні вимірювальні прилади для контролю параметрів режиму. Використовувати: впроваджувати системи телевимірювань та телесигналізації на об'єктах електроенергетики.	Тести, питання для обговорення, виконання практичних робіт.
4 / 4	Тема 3. Системи передачі даних та комунікаційні протоколи.	Знати: архітектуру комунікаційних мереж енергосистем, стандарти та протоколи передачі даних (IEC 61850, DNP3, Modbus). Вміти: проектувати комунікаційні мережі для систем моніторингу, налаштовувати протоколи обміну даними. Аналізувати: оцінювати пропускну здатність, надійність та захищеність каналів передачі даних. Розуміти: принципи побудови цифрових підстанцій та інтеграції інтелектуальних електронних пристроїв (IED). Розрізняти: виділяти особливості різних протоколів для задач реального часу та архівування. Застосовувати: використовувати стандарт IEC 61850 для організації обміну даними на підстанціях. Використовувати: впроваджувати сучасні телекомунікаційні технології в системах керування енергосистемами.	Тести, питання для обговорення, виконання практичних робіт.
4 / 4	Тема 4. SCADA-	Знати: архітектуру та функції SCADA-	Тести,

	системи та диспетчерське керування.	систем, принципи побудови автоматизованих робочих місць диспетчера. Вміти: працювати з інтерфейсами SCADA-систем, конфігурувати мнемосхеми та налаштовувати сигналізацію. Аналізувати: оцінювати ефективність диспетчерського керування, виявляти проблемні ситуації в режимі реального часу. Розуміти: взаємозв'язок між рівнями диспетчерського керування (підстанція – район – енергосистема). Розрізняти: виділяти функції збору даних, обробки інформації та формування керуючих впливів. Застосовувати: використовувати SCADA-системи для моніторингу та оперативного керування електричними мережами. Використовувати: впроваджувати сучасні SCADA-платформи для автоматизації диспетчерського керування.	питання для обговорення, виконання практичних робіт.
4 / 4	Тема 5. Оцінювання стану електричних систем.	Знати: методи оцінювання стану (State Estimation), алгоритми обробки телеметричної інформації та виявлення недостовірних даних. Вміти: виконувати розрахунки оцінювання стану електричної мережі, аналізувати результати та виявляти помилкові вимірювання. Аналізувати: оцінювати спостережуваність електричної мережі, визначати оптимальне розміщення засобів вимірювання. Розуміти: математичні основи методів оцінювання стану (метод найменших квадратів, зважений МНК). Розрізняти: виділяти особливості статичного та динамічного оцінювання стану енергосистем. Застосовувати: використовувати програмні засоби для оцінювання стану електричних мереж. Використовувати: впроваджувати алгоритми оцінювання стану в системах EMS (Energy Management System).	Тести, питання для обговорення, виконання практичних робіт.
4 / 4	Тема 6. Автоматичне регулювання частоти та потужності.	Знати: принципи первинного, вторинного та третинного регулювання частоти, структуру систем автоматичного	Тести, питання для обговорення,

		регулювання частоти та потужності (АРЧП). Вміти: розраховувати параметри регуляторів частоти, аналізувати перехідні процеси при змінах навантаження. Аналізувати: оцінювати якість регулювання частоти та перетоків потужності в об'єднаних енергосистемах. Розуміти: взаємозв'язок між балансом потужності та частотою в енергосистемі, роль регулювальних електростанцій. Розрізняти: виділяти функції регуляторів швидкості турбін та центральних регуляторів енергосистеми. Застосовувати: використовувати знання для налаштування систем АРЧП та аналізу їх роботи. Використовувати: впроваджувати сучасні алгоритми автоматичного регулювання генерації (AGC).	виконання практичних робіт.
4 / 4	Тема 7. Автоматичне регулювання напруги та реактивної потужності.	Знати: принципи та засоби регулювання напруги в електричних мережах, системи автоматичного регулювання збудження (АРЗ) генераторів. Вміти: розраховувати уставки регуляторів напруги, визначати зони регулювання та координувати роботу регулюючих пристроїв. Аналізувати: оцінювати рівні напруги у вузлах мережі, виявляти проблеми з реактивною потужністю. Розуміти: взаємозв'язок між реактивною потужністю та напругою, роль компенсуючих пристроїв (БСК, СТК, СТАТКОМ). Розрізняти: виділяти особливості регулювання напруги на різних рівнях електричної мережі. Застосовувати: використовувати засоби регулювання напруги для забезпечення нормативних рівнів у споживачів. Використовувати: впроваджувати системи Volt/VAR оптимізації в розподільних мережах.	Тести, питання для обговорення, виконання практичних робіт.
4 / 4	Тема 8. Протиаварійна автоматика та	Знати: структуру та функції протиаварійної автоматики (ПА), принципи роботи автоматики ліквідації асинхронного режиму	Тести, питання для обговорення,

	системи захисту.	(АЛАР), АЧР, АПВ. Вміти: розраховувати уставки пристроїв ПА, аналізувати роботу автоматики при аварійних збуреннях. Аналізувати: оцінювати ефективність протиаварійних заходів, моделювати аварійні ситуації. Розуміти: принципи координації релейного захисту та протиаварійної автоматики для забезпечення стійкості енергосистеми. Розрізняти: виділяти функції локальної та централізованої протиаварійної автоматики. Застосовувати: використовувати сучасні мікропроцесорні пристрої ПА для захисту енергосистем. Використовувати: впроваджувати системи широкозонного моніторингу та керування (WAMS/WACS) для підвищення стійкості.	виконання практичних робіт.
--	------------------	---	-----------------------------

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Кириленко О.В., Блінов І.В., Танкевич С.Є. Автоматизовані системи керування режимами електроенергетичних систем: навч. посібник / О.В. Кириленко, І.В. Блінов, С.Є. Танкевич. К.: НТУУ «КПІ», 2014. 220 с.
2. Стогній Б.С., Кириленко О.В., Праховник А.В. та ін. Еволюція інтелектуальних електричних мереж та їхні перспективи в Україні / Б.С. Стогній, О.В. Кириленко, А.В. Праховник та ін. // Технічна електродинаміка. 2012. № 5. С. 52–67.
3. Буткевич О.Ф., Чижевський В.В. Оцінювання стану електроенергетичних систем: навч. посібник / О.Ф. Буткевич, В.В. Чижевський. К.: ІЕД НАНУ, 2010. 155 с.
4. Сиченко В.Г., Босий Д.О., Косарєв Є.М. SCADA-системи в електроенергетиці: навч. посібник / В.Г. Сиченко, Д.О. Босий, Є.М. Косарєв. – Дніпро: ДНУЗТ, 2018. 150 с.
5. Рогальський Б.С. Автоматизовані системи керування електропостачанням: підручник / Б.С. Рогальський. Вінниця: ВНТУ, 2008. 230 с.
6. Кириленко О.В., Павловський В.В., Лук'яненко Л.М. Технічні аспекти впровадження джерел розподіленої генерації в електричних мережах / О.В. Кириленко, В.В. Павловський, Л.М. Лук'яненко // Технічна електродинаміка. 2011. № 1. С. 46–51.
7. Денисюк С.П., Базюк Т.М. Принципи організації Smart Grid систем та їх впровадження в електричних мережах України / С.П. Денисюк, Т.М. Базюк // Енергетика: економіка, технології, екологія. 2013. № 2. С. 62–69.
8. СОУ-Н МЕВ 40.1-00100227-68:2012. Стійкість енергосистем. Керівні вказівки. – К.: Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, 2012. 29 с.
9. Wood A.J., Wollenberg B.F. Power Generation, Operation and Control / A.J. Wood, B.F. Wollenberg. – 3rd ed. – Wiley, 2013. 656 p.
10. Kundur P., Balu N.J., Lauby M.G. Power System Stability and Control / P. Kundur, N.J. Balu, M.G. Lauby. – McGraw-Hill, 1994. 1176 p.

11. Phadke A.G., Thorp J.S. Synchronized Phasor Measurements and Their Applications / A.G. Phadke, J.S. Thorp. – 2nd ed. – Springer, 2017. 270 p.
12. IEC 61850. Communication networks and systems for power utility automation. International Electrotechnical Commission.
13. Machowski J., Bialek J., Bumby J. Power System Dynamics: Stability and Control / J. Machowski, J. Bialek, J. Bumby. – 2nd ed. – Wiley, 2008. 658 p.
14. Grigsby L.L. Power System Stability and Control / L.L. Grigsby. – 3rd ed. – CRC Press, 2012. – 480 p.
15. Glover J.D., Sarma M.S., Overbye T.J. Power System Analysis and Design / J.D. Glover, M.S. Sarma, T.J. Overbye. – 6th ed. – Cengage Learning, 2017. 880 p.

ПОЛІТИКА ОЦІНЮВАННЯ ТА ВІДВІДУВАННЯ:

Політика щодо дедлайнів і перескладання. Для виконання усіх видів завдань студентами і проведення контрольних заходів встановлюються конкретні терміни. Перескладання модулів проводиться в установленому порядку.

Політика щодо академічної доброчесності. Списування під час проведення контрольних заходів заборонені. Під час контрольного заходу студент може користуватися лише дозволеними допоміжними матеріалами або засобами, йому забороняється в будь-якій формі обмінюватися інформацією з іншими студентами, використовувати, розповсюджувати, збирати варіанти контрольних завдань.

Політика щодо відвідування. За об'єктивних причин (наприклад, карантин, воєнний стан, хвороба, закордонне стажування тощо) навчання може відбуватись в дистанційній формі за погодженням із керівником курсу з дозволу дирекції інституту.

ПОЛІТИКА ЩОДО ВИЗНАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Відповідно до «Положення про визнання в Західноукраїнському національному університеті результатів попереднього навчання» (https://www.wunu.edu.ua/pdf/pologenya/Polozhennya_ruzult_poper_navch.pdf) здобувачам вищої освіти може бути зараховано результати навчання (неформальної/інформальної освіти, академічної мобільності тощо) на підставі підтвердних документів (сертифікати, довідки, документи про підвищення кваліфікації тощо). Рішення про зарахування здобувачу результатів (певного освітнього компонента в цілому, або ж окремого виду навчальної роботи за таким освітнім компонентом) приймається уповноваженою Комісією з визнання результатів навчання за процедурою, визначеною вищезазначеним положенням.

Оцінювання:

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Модуль 1		Модуль 2	Модуль 3
40 %	40 %	5%	15%
Поточне оцінювання	Модульний контроль	Тренінг	Самостійна робота
Середній бал за результатами поточного оцінювання за всіма темами курсу	Письмова робота за всіма темами курсу	Оцінка за виконане завдання	Оцінка за виконане завдання

ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ:

За шкалою Університету	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90–100	Відмінно	A (відмінно)
85–89	Добре	B (дуже добре)
75–84		C (добре)
65–74	Задовільно	D (задовільно)
60–64		E (достатньо)
35–59	Незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1–34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)