



Автоматизоване та автоматичне управління в енергосистемах

Силабус освітнього компоненту

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалавр)</i>
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	УПРАВЛІННЯ, ЗАХИСТ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕНЕРГОСИСТЕМ
Статус дисципліни	Цикл професійної підготовки. Нормативні компоненти освітньої програми
Форма навчання	Очна(денна)
Рік підготовки, семестр	IV курс, весняний семестр(для очної форми навчання), III курс, весняний семестр (для очної прискореної форми навчання)
Обсяг дисципліни	90 годин / 3 кредити ECTS (36 годин лекцій, 18 годин лабораторних робіт)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік / МКР / ДКР/ захист лабораторних робіт
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/ 1 лекція (2 години) 1 раз на тиждень; 1 лабораторна робота (2 години) 1 раз на 2 тижні.
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н. доц. Марченко Анатолій Андрійович, marchenko-fea@iit.kpi.ua Лабораторні: ас. Гулий Володимир Сергійович, hulyi-fea@iit.kpi.ua
Розміщення курсу	Google Classroom https://classroom.google.com/c/NTQwOTgxNzg1ODk1?cjc=lz5ylyg

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Автоматизоване та автоматичне управління в енергосистемах» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітня програма "Управління, захист та автоматизація енергосистем".

Метою навчальної дисципліни є формування у слухачів системи здатностей: K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; K14. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики; K16. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії; K21. Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах; K22. Здатність розуміти особливості функціонування обладнання електроенергетичних систем у сфері виробництва, перетворення, передачі, розподілу та споживання електричної енергії; K29. Здатність застосовувати сучасні

наукові підходи та експериментальну базу для проведення досліджень в галузі управління та автоматизації енергосистем;

Предмет навчальної дисципліни – режими роботи енергетичних об'єктів. Основні завдання диспетчерського управління. Методи та засоби керування нормальними режимами енергосистем та електричних мереж; методичних підходів до ліквідації основних аварійних режимів в енергосистемах, системо утворюючих та розподільних мережах; техніко-економічні обґрунтування інженерних рішень. Проведення досліджень і аналіз отриманих результатів із використанням сучасних інтелектуальних, інформаційних комп'ютерно-інтегрованих технологій

Програмні результати навчання, на формування та покращення яких спрямована дисципліна: ПР03. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. ПР12. Розуміти основні принципи і завдання технічної та екологічної безпеки об'єктів електротехніки та електромеханіки, враховувати їх при прийнятті рішень. ПР23. Знати і розуміти принципи роботи, теоретичні, методологічні основи створення і реалізації автоматизованих систем керування технологічними процесами, знати і розуміти особливості застосування різних засобів передачі інформації в електроенергетиці та особливості виконання розрахунків параметрів їх налаштування. ПР24. Вміти розробляти алгоритми вирішення задач в галузі управління, захисту та автоматизації енергосистем з використанням математичного апарату та сучасного програмного забезпечення.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти: теоретичною базою дисциплін «Вища математика», «Загальна фізика», «Теоретичні основи електротехніки», "Обчислювальна техніка та програмування", «Електричні машини» «Електрична частина станцій і підстанцій», «Електричні мережі та системи», «Перехідні процеси в електроенергетиці», «Промислова електроніка», "Теорія автоматичного управління". Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення дисципліни є необхідними для подальшого якісного виконання досліджень за темою атестаційної роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розподілено на 5 розділів, а саме:

1. **Вступ. Особливості електроенергетики як галузі**
2. **Національний енергетичний комплекс України.**
3. **Режими роботи енергетичних об'єктів та основні функції диспетчерського персоналу**
4. **Автоматизовані системи диспетчерського управління**
5. **Оперативне управління на електроенергетичних об'єктах**

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. План розвитку Об'єднаної енергетичної системи України на 2016-2025 роки
<https://de.com.ua/uploads/0/1704-%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BD%2016->

25%20%D0%B7%20%D0%B4%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D1%82%D0%BA%D0%B0%D0%BC%D0%B8.pdf

2. <https://www.ukrenergo.energy.gov.ua/> - офіційний сайт Державного підприємства «Національна енергетична компанія "Укренерго"».
3. Галузевий керівний документ 34.35.108-2004. Керівні вказівки з протиаварійної автоматики енергосистем. Видання офіційне. - К.: ОЕП «ГРІФРЕ». - 2004. - 41 с.
4. Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила / – Київ : Індустрія, 2010, 608 с
5. Наказ, Правила, Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, від 30.01.2018 № 77, «Про затвердження Правил виконання оперативних перемикачів в електроустановках» <https://ips.ligazakon.net/document/RE31663?an=8&scop=170&fscop=246>
6. Яндульський О. С., Стелюк А. О., Лукаш М. П. Автоматичне регулювання частоти та перетоків активної потужності в енергосистемах/Під загальною редакцією д. т. н. ОС Яндульського //К.: НТУУ «КПІ. – 2010.
7. Яндульський О. С., Заболотний І. П., Кобозев В. П. Автоматичне регулювання в електричних системах. – Донецьк:Ноулідж, 2010. – 189с.
8. Черемісін М. М., Зубко В.М. Автоматизація обліку та управління електроспоживанням: Посібник для вищих навчальних закладів.— Харків: Факт, 2005.

Додаткові:

9. Автоматизоване та автоматичне управління в енергосистемах: комп'ютерний практикум. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми «Управління, захист та автоматизація енергосистем» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: А.А. Марченко, В.С. Гулий. - Електронні текстові дані (1 файл: 3,32 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 32с <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/>
10. Автоматизоване та автоматичне управління в енергосистемах: Розрахунок добового графіка навантаження та визначення резерву потужності в енергосистемі. Домашня контрольна робота. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми «Управління, захист та автоматизація енергосистем» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: А.А. Марченко, В.С. Гулий. - Електронні текстові дані (1 файл: 3,32 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 28 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/>
11. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів: Наказ Мінпаливенерго України від 25.07.2006 № 258 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z1143-06>.
12. Правила користування електричною енергією: Постанова Національної комісії з питань регулювання електроенергетики України від 31.07.1996 № 28 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0417-96>.
13. Про електроенергетику : Закон України від 16.10.1997 р. № 575/97-ВР // Відомості Верховної ради України, 1998. – № 1. – Ст. 1 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/575/97-вр>.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
	Розділ 1. Вступ. Особливості електроенергетики як галузі .

1	<p><i>Вступ. Особливості електроенергетики як галузі. Групи особливостей: технічні, технологічні, соціальні</i></p> <p><i>Літературні джерела: [1, 2, 4,7]</i></p>
<p>Розділ 2. Національний енергетичний комплекс України.</p>	
2.	<p><i>Основні характеристики енергооб'єднання. Організаційно-технологічна структура комплексу.</i></p> <p><i>Літературні джерела: [1-4, 6,7]</i></p>
3.	<p><i>Система управління енергокомплексом з позиції теорії управління.</i></p> <p><i>Літературні джерела: [6, 7]</i></p>
4.	<p><i>Основні вимоги до керуючого комплексу. Керованість ." Живучість " системи. Надійність.</i></p> <p><i>Літературні джерела: [2, 3]</i></p>
5.	<p><i>Формалізоване подання процесів управління.</i></p> <p><i>Літературні джерела: [3, 6,7]</i></p>
6.	<p><i>Вибір структури оперативного управління і варіанту використання технічних засобів управління. Центральний варіант, децентралізований варіант. змішаний варіант. Переваги та недоліки</i></p> <p><i>Літературні джерела: [2, 3]</i></p>
7.	<p><i>Способи реалізації керуючих впливів.</i></p> <p><i>Диспетчер як головна ланка системи управління</i></p> <p><i>Літературні джерела: [3, 7]</i></p>
8.	<p><i>Інформаційне забезпечення системи управління Обсяги сповіщувальної інформації. Обсяги інформації ПС 750/330 кВ. Обсяги інформації для підприємств електричних мереж (ПЕМ, РЕМ)</i></p> <p><i>Літературні джерела: [3,6, 7]</i></p>
<p>Розділ 3. Режим роботи енергетичних об'єктів та основні функції диспетчерського персоналу</p>	
9.	<p><i>Режими роботи енергетичних об'єктів. Основні завдання диспетчерського управління</i></p> <p><i>Літературні джерела: [2-4, 8]</i></p>
10.	<p><i>Нормальний режим (НР) роботи та його реалізації (ведення).</i></p> <p><i>Контроль технічного стану засобів управління і інформаційного забезпечення. Контроль збору і обробки оперативно-режимної інформації. Контроль режимно- технологічних параметрів</i></p> <p><i>Літературні джерела: [2-4, 8-11]</i></p>
11.	<p><i>Аварійні режими і комплекс заходів по відновленню нормального режиму. Основні причини аварійних режимів і їх класифікація. Характерні аварійні ситуації та порядок їх ліквідації.</i></p> <p><i>Літературні джерела: [2-4, 8-11]</i></p>
<p>Розділ 4. Автоматизовані системи диспетчерського управління</p>	
12.	<p><i>Автоматизовані системи - рівень району електричних мереж (РЕМ). Завдання і функції АСДУ</i></p> <p><i>Літературні джерела: [2, 3,6,7]</i></p>
13.	<p><i>Автоматизовані системи - рівень підприємства електромереж (ПЕМ) і облэнерго. Завдання і функції АСДУ.</i></p> <p><i>Літературні джерела: [2, 3,6,7]</i></p>
14.	<p><i>Автоматизовані системи – управління мережами 220-750 кВ. Завдання і основні функції</i></p>

	системи. Літературні джерела: [2, 3,6,7]
	Розділ 5. Оперативне управління на електроенергетичних об'єктах
15.	Оперативне управління -введення-виведення силового електрообладнання. Комутаційні операції на лініях електропередачі. Літературні джерела: [2,3,5,8]
16.	Оперативне управління -введення-виведення силового електрообладнання. Включення (відключення) силових трансформаторів. Оперативні перемикання на збірних шинах підстанцій.. Літературні джерела: [2,3,5,8]
17.	Оперативні дії персоналу в НР. Включення фідера 10 кВ на підстанції. Відключення одного з трансформаторів на підстанції. Включити транзитну лінію 110 кВ що перебуває в підпорядкуванні одного РЕМ після ремонту. Літературні джерела: [2,3,5,8]
18.	Оперативні дії диспетчерського персоналу в аварійних ситуаціях (рівень ПЕМ, РЕМ). МКР Літературні джерела: [2,3,5,8]

Практичні заняття
(відсутні)

Лабораторні заняття

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Засвоєння сервісних можливостей програмного забезпечення Power Factory Літературні джерела: [9]	6
2	Складання у програмному забезпеченні комутаційних схем підстанцій. Режими електростанцій з урахуванням обмежувальної характеристики. Контроль режимів роботи підстанцій (перетоки потужності, значення напруги та кутів) Літературні джерела: [9]	6
3	Аналіз ремонтних та післяаварійних режимів в електричних мережах 330-110 кВ Літературні джерела: [9]	6
	ЗАГАЛОМ	18

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять Літературні джерела: [1-3, 6, 7]	12
2	Підготовка до МКР Літературні джерела: [4]	5
3	Підготовка до ДКР « Розрахунок добового графіка навантаження та визначення резерву потужності в енергосистемі» Літературні джерела: [3-5, 10]	5
4	Підготовка до заліку	14

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- *правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях;*
- *правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та лабораторних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;*
- *правила захисту індивідуальних завдань: захист розрахункової роботи з дисципліни здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли студент не погоджується із нарахованими балами за результатами перевірки ДКР (за умови дотримання календарного плану виконання ДКР);*
- *правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь у факультетських та інститутських олімпіадах та наукових конференціях. Штрафні бали нараховують за несвоєчасне виконання студентом лабораторних робіт та ДКР.*
- *політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасне виконання ДКР та лабораторних робіт передбачає нарахування штрафних балів. Якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання результатів МКР не передбачено;*
- *політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Автоматизоване та автоматичне управління в енергосистемах»*
- *при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц. мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.*

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

Поточний контроль: МКР, ДКР. захист лабораторних робіт.

Календарний контроль: провадиться один раз в семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за домашню контрольну роботу, виконані та захищені всі лабораторні роботи, семестровий рейтинг більше 40 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- виконання та захист лабораторних робіт;
- виконання домашньої контрольної роботи (ДКР);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).

Виконання та захист лабораторних робіт	ДКР	МКР	Rc	R
21	39	40	100	100

Виконання та захист лабораторних робіт

Ваговий бал – 7.

Максимальна кількість балів на всіх лабораторних заняттях – 7 балів * 3 = 21бал.

Критерії оцінювання

- студент не набрав необхідну кількість балів для позитивної оцінки, або не виконав лабораторну роботу протокол не представлений – повертається на доопрацювання або відпрацювання у відведені навчальним графіком терміни - 0 балів.
- виконання лабораторної роботи, самостійне виконання обчислень, моделювання, оформлення протоколу досліджень, відповідь на питання до захисту надана з суттєвими помилками – 4,2 бали;
- виконання лабораторної роботи, самостійне виконання обчислень, моделювання, оформлення протоколу досліджень, відповідь на питання до захисту надана з несуттєвими помилками – 4,3 – 5,6 балів;
- виконання лабораторної роботи, самостійне виконання обчислень, моделювання, оформлення протоколу досліджень, відповідь на питання до захисту має неточності – 5,7 – 6,9 балів;
- виконання лабораторної роботи, самостійне виконання обчислень, моделювання, оформлення протоколу досліджень, повна відповідь на питання за темою лабораторної роботи – 7 балів.

За невчасну подачу звіту нараховуються -0,2 штрафні бали за кожен тиждень затримки.

Індивідуальне семестрове завдання (ДКР)

Згідно з робочою навчальною програмою кожен студент виконує домашню контрольну роботу. Максимальна кількість балів за виконання ДКР – 39.

Критерії оцінювання

- повне, точне і вчасне виконання, повна відповідь на питання за темою домашньої контрольної роботи – 39 балів;
- є окремі несуттєві помилки – 35...38 балів;
- робота неповна, є окремі суттєві помилки – 24...34 балів;

- робота виконана невірно – 0 балів;
- на виконання ДКР відводять 8 тижнів з моменту видачі завдання; здача ДКР після встановленого терміну передбачає нарахування штрафного балу -0,5 за кожен тиждень понад встановлений термін.

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота складається з одного теоретичного запитання та практичного завдання.

Ваговий бал теоретичне запитання – 16.

Ваговий бал практичного завдання – 24.

Максимальний бал за МКР – 40.

Критерії оцінювання

- правильні (відповідь на питання / вирішення завдання) – 100% від кількості балів за завдання;
- часткові (відповідь на питання / вирішення завдання), наявність незначних помилок – 60-95% від кількості балів за задачу;
- часткове розв'язання задачі, наявність значних помилок – 10-55% від кількості балів за завдання;
- відсутність відповіді – 0 балів.

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

Форма семестрового контролю – залік

Максимальна сума балів складає 100. Необхідною умовою допуску до заліку є зарахування ДКР_МКР, виконання та захисту лабораторних робіт, рейтингова оцінка за семестр не менше 0,4Rс, що дорівнює 40 балів.

Рейтинг $R_c \geq 0,6 * R$, або 60 балів – зараховується автоматично, тобто для отримання заліку з кредитного модулю «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів, а також виконані умови допуску до заліку. Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити свою оцінку в системі ECTS, виконують залікову контрольну роботу. Завдання аналогічні до МКР по правилам МКР, і ця оцінка враховується замість оцінки по МКР. **Заохочувальні бали** (до 5) можуть бути нараховані за допомогу у розвитку дисципліни.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Завдання на ДКР

Метою виконання домашньої контрольної роботи студентами є закріплення лекційного матеріалу. Робота призначена розвинути вміння розрахувати добовий графік навантаження та визначити резерв потужності в енергосистемі, виходячи з її вихідних режимних умов. Для запропонованих параметрів графіка навантаження та складу генеруючого обладнання відповідно до індивідуального варіанту необхідно розрахувати добовий графік навантаження та визначити резерв потужності в енергосистемі

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

На семестровий контроль виносяться всі теми з переліку лекційних занять. Теоретичне запитання лекційного курсу, а також практичне завдання, пов'язане з комутаційними перемиканнями схем підстанцій в нормальному та аварійних режимах.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус)

*складено доцентом кафедри автоматизації енергосистем,
к.т.н. Марченко А. А.*

*Ухвалено кафедрою автоматизації енергосистем ФЕА (протокол № 11
від 26.06.2023 р.)*

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол №10 від 23.06.2023р.)