



Автоматизоване та автоматичне управління в енергосистемах

Силабус освітнього компоненту

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалавр)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>УПРАВЛІННЯ, ЗАХИСТ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕНЕРГОСИСТЕМ</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркові освітні компоненти з міжфакультетського/факультетського/кафедрального Ф-Каталогів</i>
Форма навчання	<i>Заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>IV курс, весняний семестр (для 4 р.н.), III курс, весняний семестр (для 3 р.н.)</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин / 4 кредити ECTS (8 годин лекцій, 6 годин лабораторних робіт)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / МКР / ДКР/ захист лабораторних робіт</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н. доц. Марченко Анатолій Андрійович, marchenko-fea@ill.kpi.ua Лабораторні: ас. Гулий Володимир Сергійович, hulyi-fea@ill.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom https:// https://classroom.google.com/c/NTQwOTgxNzg1ODk1?cjc=lz5ylyg</i>

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 закріплення у слухачів системи компетенцій: ФК 2. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням апарату вищої математики, загальної фізики та теоретичної електротехніки. ФК 4. Здатність вирішувати практичні задачі, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики. ФК 10. Усвідомлення необхідності підвищення енергоефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування. ФК 12. Готовність до надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах. ФК 15. Здатність застосовувати положення теорії автоматичного керування для вирішення практичних задач у галузі управління, захисту та автоматизації енергосистем. ФК 17. Здатність розуміти математичні підходи до принципів автоматичного регулювання в енергетичних системах, особливості функціонування пристроїв регулювання. ФК 29. Здатність виконувати інженерні розрахунки та вирішувати проектно-

конструкторські завдання в галузі електротехніки, електричних мереж та електроенергетичних систем із застосуванням сучасних спеціалізованих програмних комплексів.

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: **Знання.** ЗН 16. Основних положень теорії автоматичного керування у застосуванні до задач у галузі управління, захисту та автоматизації енергосистем. ЗН 18. Особливостей застосування різних способів регулювання параметрів режимів електричних мереж та електроенергетичних систем. ЗН 27. Способів моделювання та розрахунку параметрів об'єктів та процесів в електричних мережах та електроенергетичних системах за допомогою математичного апарату. **Уміння.** УМ 11. Визначати параметри систем автоматичного керування електро-енергетичним обладнанням. УМ 22. Створювати математичні моделі електроенергетичного обладнання та визначати режимні параметри процесів, які мають місце в електричних мережах та електроенергетичних системах в перехідних та ustalених режимах, за допомогою математичного апарату

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». 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	Вступ. Особливості електроенергетики як галузі. Групи особливостей: технічні, технологічні , соціальні

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

	Розділ 5. Оперативне управління на електроенергетичних об'єктах
3.	Оперативне управління -введення-виведення силового електрообладнання. Комутаційні операції на лініях електропередачі. Літературні джерела: [2,3,5,8]
3.	Оперативне управління -введення-виведення силового електрообладнання. Включення (відключення) силових трансформаторів. Оперативні перемикання на збірних шинах підстанцій.. Літературні джерела: [2,3,5,8]
3.	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]
4.	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]	2
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]	2
3	Аналіз ремонтних та післяаварійних режимів в електричних мережах 330-110 кВ Літературні джерела: [9]	2
	ЗАГАЛОМ	6

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять Літературні джерела: [1-3, 6, 7]	82
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
	ВСЬОГО	106

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 0,4Rc, 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 № 8 від 26.05.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № 10 від 16.06.2022 р.)

¹Методичною радою університету– для загальноуніверситетських дисциплін.