



КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ УСТАНОВОК

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Освітня програма	<i>Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси (Electrotechnical Devices and Electrotechnological Complexes)</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>7 кредитів</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	<i>час і місце проведення аудиторних викладені на сайті http://roz.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н., проф. Островерхов Микола Якович, E-mail: n.ostroverkhov@hotmail.com, тел.: 050-2541067 Лабораторні: д.т.н., проф. Островерхов Микола Якович, E-mail: n.ostroverkhov@hotmail.com, тел.: 050-2541067</i>
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни «Комп'ютерні засоби автоматизації електротехнологічних установок» складено відповідно до освітньо-професійної програми «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси» 2022 р. підготовки бакалавра спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

***Мета навчальної дисципліни** – формування у здобувачів вищої освіти наступних програмних компетенцій: K11: Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР); K13: Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг; K15: Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу; K19: Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування; K20: Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці; K22: Здатність розробляти проекти автоматизованих систем керування технологічними процесами на базі мікропроцесорної техніки; K23: Здатність використовувати методи сучасної теорії керування складними об'єктами, оцінювання стану та їх параметрів, адаптивного настроювання параметрів цифрових регуляторів для створення автоматизованих систем керування технологічними процесами на основі мікропроцесорних контролерів; K24: Здатність*

вирішувати задачі задоволення потреб виробництва в електроенергії різних видів та параметрів, а також для ефективного керування її розподіленням та підвищенням енергоефективності за допомогою пристроїв силової електроніки та перетворювальної техніки.

Предмет навчальної дисципліни – комп'ютерні засоби автоматизації технологічних установок та комплексів.

Програмні результати навчання:

ПРО5. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПРО7. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

ПРО8. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

ПРО18. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

ПРО20. Знати і розуміти принципи роботи автоматизованих систем керування технологічними процесами.

ПРО22. Вміти працювати із загальним програмним забезпеченням автоматизованих систем керування технологічними процесами.

ПРО23. Знати і розуміти фізичну основу та архітектуру мікропроцесорів, методологію проектування пристроїв на основі мікропроцесорів.

ПРО27. Знати і вміти працювати зі спеціалізованим програмним забезпеченням для аналізу методом скінченних елементів, розв'язування та імітації для різноманітних фізичних, електричних та механічних додатків.

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

Місце дисципліни визначається структурно-логічною схемою освітньої програми. Для успішного засвоєння матеріалу дисципліни здобувач вищої освіти повинен оволодіти матеріалом наступних дисциплін: «Системи автоматичного керування технологічними комплексами», «Комп'ютерно-інтегровані технології в електроенергетиці». Компетенції, знання, уміння та досвід, одержані в процесі вивчення дисципліни, є необхідними для подальшого застосування у дипломному проектуванні та при проходженні переддипломної практики.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розділено на 5 розділів:

Розділ 1. Основи автоматизації електротехнологічних установок та процесів.

Розділ 2. Промислові мережі та інтерфейси.

Розділ 3. Керування координатами технологічного процесу.

Розділ 4. Розробка проектів автоматизованих систем керування електротехнологічними комплексами.

Розділ 5. Індустрія 4.0.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Автоматизація виробничих процесів: Підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. – Вид. 2-ге, виправлене.- К.: Ліра-К, 2015. – 378 с.
2. Островерхов М. Я. Комп'ютерні засоби автоматизації електротехнологічних установок. Конспект лекцій: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси»

- спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / М. Я. Островерхов ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 222 с.
- Островерхов М. Я. Комп'ютерні засоби автоматизації електротехнологічних установок. Лабораторний практикум: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / М. Я. Островерхов ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 209 с.
 - Пупена О.М. Розроблення людино-машинних інтерфейсів та систем збирання даних з використанням програмних засобів SCADA/HMI: Посібник. – К.: Ліра-К, 2020. – 594 с.
 - Пістун Є. П., Стасюк І. Д. Основи автоматики та автоматизації. Навчальний посібник. Друге видання, змінене і доповнене. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. – 336 с

Допоміжна література:

- Клаус Шваб. Четверта промислова революція: як до неї готуватися (переклад). Національний університет біоресурсів і природокористування України. Архів оригіналу за 8 жовтня 2016.
- Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: Навч. посібник. – К.: Видавництво ЛіраК, 2017. – 344 с.
- Основи побудови автоматизованих систем управління: Навчальний посібник / І.А. Пількевич, К.В. Молодецька, І.І. Сугоняк, Н.М. Лобанчикова. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2014. – 178 с.

Інформаційні ресурси

- [ELAKPI: Кафедра теоретичної електротехніки \(ТОЕ\)](#)
- Хартія «Індустрія 4.0 в Україні», <https://appau.org.ua/publications/hartiya-industriya-4-0-vukrayini/>
- [Світові тенденції Індустрії 4.0 на 2021 та їх вплив на Україну, Індустрія 4.0 в Україні, 7 січня 2021](#)
- Енциклопедія фізики та техніки: <http://femto.com.ua/>
- Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського: <http://www.nbuv.gov.ua/>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Загальний методичний підхід до викладання навчальної дисципліни визначається як комунікативно-когнітивний та професійно орієнтований, згідно з яким у центрі освітнього процесу знаходиться аспірант – суб'єкт навчання і майбутній науковець.

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Розділ 1. Основи автоматизації електротехнологічних установок та процесів Тема 1.1. Основні поняття АСУ Поняття "автоматизація". Піраміда керування ходом виробничого процесу. OLAP, ERP, MES, SCADA. АСУП, АСУ ТП та ТОУ.
2	Тема 1.2. Функції та склад АСУ ТП Задачі АСУ ТП. Керуюча та інформаційна функція АСУ ТП. Різниця між САК та АСУ. Технічне, програмне, інформаційне, організаційне забезпечення та операторський персонал.
3	Тема 1.3. Класифікація АСУ ТП П'ять класифікаційних ознак. Види АСУ ТП за класифікаційними ознаками.
4	Тема 1.4. Структура АСУ ТП Рівні АСУ ТП та їх опис. Рівень датчиків та виконавчих пристроїв.

	<i>Технологічний рівень. Диспетчерський рівень.</i>
5	<i>Тема 1.5. Характеристики сучасних SCADA-систем Поняття "SCADA-системи". Задачі SCADA-систем. Склад SCADA-систем. Основні характеристики SCADA-систем. Редактори, тривоги та події, тренди, програмування, звіти SCADA-систем.</i>
6	<i>Тема 1.6. Взаємодія програмного забезпечення АСУ ТП з фізичними пристроями Методи DDE, OLE, COM, DCOM, OPC. Набір специфікацій OPC. Приклади взаємодії через OPC-сервер.</i>
7	<i>Розділ 2. Промислові мережі та інтерфейси</i> <i>Тема 2.1. Основні поняття промислових мереж Класифікація промислових мереж. Види мереж. Взаємодія пристроїв в мережі. Топологія мереж. Основні параметри мереж.</i>
8	<i>Тема 2.2. Мережева модель OSI Структура моделі OSI та опис її рівнів: прикладний, представлення, сеансовий, транспортний, мережевий, канальний, фізичний.</i>
9	<i>Тема 2.3. Основні інтерфейси RS-485, RS-422, RS-232, струмова петля. Функціональні схеми та принцип роботи.</i>
10	<i>Тема 2.4. Промислові мережі рівня датчиків та виконавчих пристроїв ASI, 1-Wire, HART. Функціональні схеми та принцип роботи. Основні характеристики, переваги та недоліки.</i>
11	<i>Тема 2.5. Промислові мережі рівня контролерів CAN, Profibus-DP, Profibus-FMS, Profibus-PA. Основні характеристики, переваги та недоліки.</i>
12	<i>Тема 2.5. Промислові мережі рівня контролерів Modbus, Modbus Plus, Modbus TCP. Основні характеристики, переваги та недоліки.</i>
13	<i>Тема 2.6. Промислові мережі операторського рівня Промисловий Ethernet, Profinet. Основні характеристики, переваги та недоліки.</i>
14	<i>Тема 2.7. Безпроводні промислові мережі Bluetooth, Zigbee, Wi-Fi. Методи передачі. Основні характеристики, переваги та недоліки.</i>
15	<i>Тема 2.8. Обладнання та кабелі мережі Перетворювачі інтерфейсів, комунікатори, міжмережеві шлюзи, маршрутизатори, мости, мультиплексори, міжмережеві екрани, мережеві адаптери, модеми. Полоси пропускання ліній зв'язку. Кабель вита пара, коаксіальний кабель, волоконно-оптичний кабель: основні характеристики.</i>
16	<i>Розділ 3. Керування координатами технологічного процесу</i> <i>Тема 3.1. Ідентифікація моделей об'єктів керування технологічних процесів Моделі об'єктів керування. Вибір тестових сигналів. Ідентифікація в розімкнутому та замкненому контурі керування.</i>
17	<i>Тема 3.2. Класичні закони керування та їх модифікації Класичний ПІД-регулятор. Модифікації ПІД-регулятора.</i>
18	<i>Тема 3.2. Класичні закони керування та їх модифікації Регулятор з ваговими коефіцієнтами. Регулятор з формуючим фільтром. Регулятор відношень. Регулятор для систем з транспортною затримкою.</i>
19	<i>Тема 3.2. Класичні закони керування та їх модифікації Особливості реальних регуляторів: помилка диференціювання та шуми, інтегральне насичення, скорочення нулів та полюсів, без ударне переключення режимів, дискретна форма регуляторів.</i>
20	<i>Тема 3.2. Класичні закони керування та їх модифікації Розрахунок параметрів та налаштування регуляторів: вибір параметрів регуляторів, ручне налаштування, табличне керування Огляд комерційних регуляторів.</i>

21	<i>Тема 3.3. Інтелектуальне керування в АСУ ТП Нечітка логіка в ПДД-регуляторах. Штучні нейронні мережі.</i>
22	<i>Тема 3.3. Інтелектуальне керування в АСУ ТП Генетичні алгоритми.</i>
23	<i>Розділ 4. Розробка проектів автоматизованих систем керування електротехнологічними комплексами</i> <i>Тема 4.1. Розробка функціональних схем автоматизації технологічних процесів Вимоги до оформлення функціональних схем автоматизації. Умовні графічні позначення приладів та засобів автоматизації. Буквені позначення. Приклади функціональних схем автоматизації.</i>
24	<i>Тема 4.1. Розробка функціональних схем автоматизації технологічних процесів Візуалізація технологічного процесу. Принципи проектування операторського інтерфейсу.</i>
25	<i>Тема 4.2. Особливості проектування АСУ ТП в SCADA Основні поняття SCADA.</i>
26	<i>Тема 4.2. Особливості проектування АСУ ТП в SCADA Види каналів та їх структура: FLOAT, HEX16, HEX32; DOUBLE FLOAT, TIME, EVENT, CALL. Вбудовані мови програмування для реалізації алгоритмів: Техно ST, Техно SFC, Техно FBD, Техно LD, Техно IL.</i>
27	<i>Тема 4.2. Особливості проектування АСУ ТП в SCADA Технологія розробки проекту: створення структури проекту в навігаторі, конфігурування або розробка структурних складових, конфігурування інформаційних потоків.</i>
28	<i>Тема 4.2. Особливості проектування АСУ ТП в SCADA Технологія розробки проекту: вибір апаратних засобів, створення вузлів та їх конфігурування, розподілення каналів по вузлам та конфігурування інтерфейсів, експортування вузлів та наборів файлів для запуску під керуванням моніторів.</i>
29	<i>Розділ 5. Індустрія 4.0</i> <i>Тема 5.1. Основні характеристики «Індустрія 4.0» Термінологія та основні характеристики Індустрії 4.0. Головні фактори впливу на Індустрію 4.0.</i>
30	<i>Тема 5.2. Структурні елементи «Індустрія 4.0» Ринки цільових індустрій.</i>
31	<i>Тема 5.2. Структурні елементи «Індустрія 4.0» Цільові інноватори.</i>
32	<i>Тема 5.3. Аналіз розвитку «Індустрія 4.0» в країнах світу Індустрія 4.0 у країнах ЄС.</i>
33	<i>Тема 5.3. Аналіз розвитку «Індустрія 4.0» в країнах світу Індустрія 4.0 у країнах СНД та інших країнах.</i>
34	<i>Тема 5.4. Стратегія розвитку «Індустрія 4.0» в Україні Головні стратегічні ініціативи та напрями розвитку Індустрії 4.0.</i>
35	<i>Тема 5.4. Стратегія розвитку «Індустрія 4.0» в Україні Позиціонування України в глобальному світі.</i>
36	<i>Тема 5.4. Стратегія розвитку «Індустрія 4.0» в Україні Деталізація окремих положень стратегії.</i>

Лабораторні роботи

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (тривалість лабораторної роботи складає 4 години)
1	Створення проекту системи автоматизації в SCADA
2	Запуск та налагодження проекту системи автоматизації з функцією керування в SCADA
3	Програмування логічних функцій в SCADA

4	Створення проекту одноконтурної системи автоматичного регулювання в SCADA
5	Запуск та налагодження проекту одноконтурної автоматичного регулювання в SCADA
6	Створення статичних та динамічних зображень в SCADA
7	Програмування на мовах Техно ST та Техно FBD в SCADA
8	Програмування на мовах Техно IL та Техно SFC в SCADA
9	Створення звіту тривоги та СПАД архіву в SCADA

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота є основним засобом засвоєння навчального матеріалу у вільний від навчальних занять час і включає:

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	66
2	Підготовка до екзамену	36

Політика та контроль

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 лабораторних 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;
- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» (<https://kpi.ua/code>) 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;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах 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: модульна контрольна робота, опитування за темою заняття.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог Силабусу.

Семестровий контроль: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: зарахування лабораторних робіт.

На першому занятті студенти ознайомлюються із рейтинговою системою оцінювання (PCO) дисципліни, яка побудована на основі «Положення про систему оцінювання результатів навчання», https://document.kpi.ua/files/2020_1-273.pdf

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, які він отримує за:

- 1) 36 лекцій;
- 2) 9 лабораторних робіт;
- 3) модульну контрольну роботу;
- 4) відповідь на екзамені.

Система рейтингових балів

1) Лекції. Ваговий коефіцієнт дорівнює 1. Максимальна кількість балів за всі 36 лекцій становить $1 \times 36 = 36$ балів. Нарахування балів за одну лекцію:

- повний конспект лекції 1
- неповний конспект лекції 0,5

2) Лабораторні роботи. Ваговий коефіцієнт дорівнює 2. Максимальна кількість балів за всі 9 робіт становить $2 \times 9 = 18$ балів. Нарахування балів за одне заняття:

- правильне оформлення протоколу та вчасний захист роботи 2
- правильне оформлення протоколу та невчасний захист роботи 1

3) Модульна контрольна робота (МКР). Ваговий коефіцієнт дорівнює 4. Максимальна кількість балів за роботу становить $1 \times 4 = 4$ бали. Нарахування балів за відповіді на екзамені:

- повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) 38 42
- достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації або незначні неточності) 32 37
- неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації та деякі помилки) 25 31
- незадовільна відповідь (менше 60 % потрібної інформації) 0

4) Відповідь на екзамені. Ваговий коефіцієнт дорівнює 42. Максимальна кількість балів за екзамен становить $42 \times 1 = 42$ бали. Нарахування балів за відповіді на екзамені:

- повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) 4
- достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації або незначні неточності) 3
- неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації та деякі помилки) 2
- незадовільна відповідь (менше 60 % потрібної інформації) 0

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
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у НАКАЗІ № 7-177 від 01.10.2020 р. «ПРО ЗАТВЕРДЖЕННЯ ПОЛОЖЕННЯ ПРО ВИЗНАННЯ В КПІ ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ, НАБУТИХ У НЕФОРМАЛЬНІЙ/ІНФОРМАЛЬНІЙ ОСВІТІ».

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено завідувачем кафедри теоретичної електротехніки, д.т.н., проф. Островерховим М.Я.

Ухвалено кафедрою теоретичної електротехніки (протокол № 10 від 24.05.20232 р.)

Погоджено Методичною комісією ФЕА (протокол № 10 від 22.06.2023 р.)