



АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	I курс магістратури, весняний семестр
Обсяг дисципліни	180 годин / 6 кредитів ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен/МКР
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н. Волянський Роман Сергійович, 0674985064 Лабораторні роботи: к.т.н. Волянський Роман Сергійович, 0674985064
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NjlyMjQ0NDg4NDMy?cjc=7s7zlr2

Програма навчальної дисципліни

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

Силабус навчальної дисципліни «Інтегровані системи автоматизації» складено відповідно до освітньої програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» підготовки магістрів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Метою навчальної дисципліни є поглиблення у студентів наступних здатностей: (ЗК1) Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, (ЗК2) Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій, (ЗК5) Здатність приймати обґрунтовані рішення, (ЗК8) Здатність працювати автономно та в команді, (ФК9) Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем, (ФК12) Здатність розв'язувати задачі автоматизації технічних систем з використанням інтегрованих технологій, мережевих інтерфейсів та систем автоматизованого проектування.

Предмет навчальної дисципліни – проектування розподілених систем автоматизації, включаючи розробку графічних інтерфейсів для віддаленого моніторингу і керування, та інтеграції окремих елементів та підсистем за допомогою промислових мереж.

Програмні результати навчання, на покращення яких спрямована дисципліна:

(PH03) Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах, (PH06) Здійснювати пошук джерел ресурсної підтримки для додаткового навчання, наукової та інноваційної діяльності, (PH12) Демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил та стандартів в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, (PH14) Опанувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах, (PH17) Проектувати системи автоматизації з використанням сучасного програмного забезпечення, передових технологій мережевого зв'язку та інтелектуальних панелей.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти освітніми компонентами «Синтез логічних схем», «Системи автоматизації-1» та «Системи автоматизації-2», «Теорія автоматичного керування», «Автоматизація електромеханічних систем», «Елементи автоматизованого електроприводу» і «Керування та автоматизація технічних систем».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Основи АСУТП

- Тема 1.1. Основні поняття АСУТП
- Тема 1.2. Функції та склад АСУТП
- Тема 1.3. Класифікація АСУТП
- Тема 1.4. Структура АСУТП
- Тема 1.5. Розподілені АСУТП
- Тема 1.6. Вибір засобів автоматизації
- Тема 1.7. Вибір виконавчих органів автоматизації
- Тема 1.8. Вибір вимірюючих пристроїв

Розділ 2. Розробка проектів АСУТП

- Тема 2.1 Основні поняття SCADA
- Тема 2.2. Характеристики сучасних SCADA-систем
- Тема 2.3 Взаємодія програмного забезпечення АСУТП з фізичними пристроями.
- Тема 2.4. Вимоги до оформлення функціональних схем
- Тема 2.5. Умовні графічні позначення приладів та засобів автоматизації
- Тема 2.6. Буквені позначення величин та функціональних ознак приводів
- Тема 2.7. Схеми з'єднань та підключень
- Тема 2.8. Візуалізація технологічного процесу
- Тема 2.9. Принципи проектування операторського інтерфейсу
- Тема 2.10. Особливості проектування АСУТП в SCADA системах
- Тема 2.11. Створення вхідних та вихідних каналів

Розділ 3. Керування координатами технологічних процесів

- Тема 3.1. Регулювання координат САР в АСУТП

Тема 3.2. Модифікації ПІД – регуляторів

Тема 3.3. Регулятор з формуючим фільтром для сигналу установки

Тема 3.4 Регулятори відношень

Тема 3.5 Використання еталонних моделей для задач керування

Тема 3.6 Оптимізація параметрів АСУТП

Тема 3.7 Керування та оптимізація в багатоканальних АСУТП

Тема 3.8 Розвиток систем керування технологічними об'єктами

4. Навчальні матеріали та ресурси

● Основна література

1. Ельперін І.В. Промислові контролери: Навч. Посіб. – К: Нухт. – 2003. – 320с.
2. Король С.В. Програмовані логічні контролери-2: Методичні вказівки до курсового проекту. [Електронне видання] – 44 с.
3. http://iadt.siemens.ru/assets/files/infocenter/catalogs_and_brochures/as/catalogs/ST70/02_LOGO_2013_ru.pdf
4. http://iadt.siemens.ru/assets/files/infocenter/catalogs_and_brochures/as/catalogs/ST70/03_S7-200_2013_r.pdf
5. http://iadt.siemens.ru/assets/files/infocenter/catalogs_and_brochures/as/catalogs/ST70/05_S7-300_2013_ru_small.pdf
6. http://iadt.siemens.ru/assets/files/infocenter/catalogs_and_brochures/as/catalogs/ST70/06_S7-400_2013_ru.pdf
7. Programmable controllers: theory and implementation/L.A. Bryan, E.A. Bryan. Second edition. – 1997. – 1035p. ISBN 0-944107-32-X.
8. Hugh Jack. Automating Manufacturing Systems with PLCs. Version 4.7. – 2005. – 845p.

Допоміжна література

1. John Karl-Heinz, Tiegelkamp M. IEC 61131-3: Programming Industrial Automation Systems. Concepts and Programming Languages, Requirements for Programming Systems, Decision-Making Tools. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2001
9. Lewis R.W., Programming industrial control systems using IEC 1131-3/ Revised ed. The Institution of Electrical Engineers. London, United Kingdom, 1998.
10. Monari P.D., Bonfatti F., Sampieri U., IEC 1131-3: Programming methodology. Software engineering methods for industrial automated systems., CJ International, France, 1999.
11. User Manual for PLC Programming with CoDeSys 2.2, 3S — Smart Software Solutions GmbH. Kempten, 2002.
12. IEC DIS 1131-3 Programmable Controllers — Programming Languages, Draft International Standard, International Electrotechnical Commission. February, 14. 1992.
13. Steven W. Smith, The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing., California Technical Publishing, 1997.
14. Structuring Program Development with IEC 61131-3. Eelco van der Wai, Managing Director PLCopen (www.plcopen.org).
15. MULTIPROG wt Manual, English release 2.0, 1998, Klopfer und Wiege Software GmbH.

16. Bernd Pelzer, *Realtime Extensions for Windows NT: ProConOS NT — Realtime Software PLC on Windows NT*. Klopper und Wiege Software GmbH.
17. *OpenPCS Programming System Short Introduction, Version 4.0 English, 2000, Infoteam Software GmbH*.
18. *SoftControl V2.3 PLC Programming System, Help, Softing GmbH*.
19. *iCon-L Open Programming System for Industry Automation V3.0, Help, MPS&AT / ProSign GmbH*.
20. *Programming with STEP 7 V5.0, Release 02, 1999, Siemens AG*.
21. *Working with STEP 7 V5.0, Release 02, 1999, Siemens AG*.
22. G. Frey, L. Litz (Eds.). *Formal Methods in PLC Programming IEEE SMC 2000, Nashville, TN, 8-11 October 2000*.
23. Konrad Etschberger, *Controllor Area Network. Basics, Protocols, Chips and Applications*, IXXAT Press. Germany, 2001.
24. С.В. Король *Програмовані логічні контролери-1: Методичні вказівки до лабораторних робіт* – К.: НТУУ «КПІ», 2011, – 68 с.

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)
1.	Тема 1.1. Основні поняття АСУТП Основні питання: задачі, які вирішують рівні управління підприємством MES, ERP та OLAP; рівні управління підприємством та виробничими зонами.
2.	Тема 1.2. Функції та склад АСУТП Основні питання: функції АСУТП та її режими роботи; види забезпечення АСУТП.
3.	Тема 1.3. Класифікація АСУТП Основні питання: види класифікацій АСУТП
4.	Тема 1.4. Структура АСУТП Основні питання: складові АСУТП, рівні АСУТП.
5.	Тема 1.5. Розподілені АСУТП Основні питання: переваги та недоліки АСУТП, рівні АСУТП та їх реалізація в SCADA.
6.	Тема 1.6. Вибір засобів автоматизації Основні питання: вибір апаратної та програмної частин
7.	Тема 1.7. Вибір виконавчих органів автоматизації Основні питання: типи, види та характеристики виконавчих механізмів
8.	Тема 1.8. Вибір вимірюючих пристроїв Основні питання: типи, види та характеристики вимірюючих пристроїв
9.	Тема 2.1 Основні поняття SCADA Основні питання: призначення окремих елементів проекту
10.	Тема 2.2. Характеристики сучасних SCADA-систем Основні питання: складові SCADA-систем, основні функції середовища для розробки проекту АСУТП, мови програмування в SCADA-системах
11.	Тема 2.3 Взаємодія програмного забезпечення АСУТП з фізичними пристроями.

	<i>Основні питання: використання DDE, OLE, COM, DCOM, OPC, СУБД.</i>
12.	Тема 2.4. Вимоги до оформлення функціональних схем <i>Основні питання: правила оформлення схем, умовні позначення елементів функціональних схем</i>
13.	Тема 2.5. Умовні графічні позначення приладів та засобів автоматизації <i>Основні питання: позначення датчиків, виконавчих механізмів, елементів сигналізації</i>
14.	Тема 2.6. Буквені позначення величин та функціональних ознак приводів <i>Основні питання: основні та додаткові позначення елементів</i>
15.	Тема 2.7. Схеми з'єднань та підключень <i>Основні питання: принципові та монтажні електричні, гідравлічні, пневматичні, механічні та інші схеми</i>
16.	Тема 2.8. Візуалізація технологічного процесу <i>Основні питання: поняття про мнемосхеми та правила їх створення.</i>
17.	Тема 2.9. Принципи проектування операторського інтерфейсу <i>Основні питання: вимоги до створення операторського інтерфейсу.</i>
18.	Тема 2.10. Особливості проектування АСУТП в SCADA системах <i>Основні питання: створення проекту в SCADA системах</i>
19.	Тема 2.11. Створення вхідних та вихідних каналів <i>Основні питання: визначення атрибутів каналу</i>
20.	Тема 3.1. Регулювання координат САР в АСУТП <i>Основні питання: стандартні вбудовані регулятори</i>
21.	Тема 3.2. Модифікації ПІД - регуляторів <i>Основні питання: математичний опис та структурна реалізація модифікованих ПІД-регуляторів.</i>
22.	Тема 3.3. Регулятор з формуючим фільтром для сигналу установки <i>Основні питання: призначення контролерів верхнього рівня автоматизації. Особливості контролерів верхнього рівня.</i>
23.	Тема 3.4 Регулятори відношень <i>Основні питання: призначення, математичний опис та реалізація регуляторів відношень</i>
24.	Тема 3.5 Використання еталонних моделей для задач керування <i>Основні питання: побудова еталонних моделей промислових процесів, створення MPC-регуляторів.</i>
25.	Тема 3.6 Оптимізація параметрів АСУТП <i>Основні питання: задачі оптимізації, оптимізація за продуктивністю, оптимізація використання ресурсів, оптимізація технологічних процесів</i>
26.	Тема 3.7 Керування та оптимізація в багатоканальних АСУТП <i>Основні питання: побудова інформаційних моделей розподілених систем, розробка багатоканальних регуляторів</i>
27.	Тема 3.8 Розвиток систем керування технологічними об'єктами <i>Основні питання: індустриальні кібер-фізичні системи, їх створення та використання</i>

Лабораторні роботи

<i>№ з/п</i>	<i>Назва теми заняття та перелік основних питань</i>
1	Лабораторна робота № 1. Створення проекту системи автоматизації

	Основні питання заняття: засвоєння послідовності створення, запуску та налагодження проекту системи автоматизації
2	Лабораторна робота №2. Програмування логічних функцій Основні питання заняття: засвоєння методики програмування логічних функцій мовою FBD.
3	Лабораторна робота №3. Реалізація одноконтурної системи автоматичного регулювання. Основні питання заняття: освоїти методику програмування мовою FBD одноконтурної системи автоматичного регулювання за допомогою SCADA-систем
4	Лабораторна робота №4. Створення статичних та динамічних зображень Основні питання заняття: ознайомлення з принципами розробки та налаштування елементів мнемосхем.
	Лабораторна робота № 5. Програмування на мовах ST та FBD Основні питання заняття: ознайомлення з принципами реалізації елементів АСУТП на мовах ST та FBD
	Лабораторна робота № 6. Програмування на мовах IL та SFC сновні питання заняття: ознайомлення з принципами реалізації елементів АСУТП на мовах IL та SFC

- **Самостійна робота студента**

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до лабораторних робіт	1
2	Підготовка до МКР	10
3	Підготовка до екзамену	6

6. Контрольні роботи

Метою контрольних робіт є закріплення та перевірка теоретичних знань із кредитного модуля, набуття студентами практичних навичок самостійного вирішення задач.

Одна модульна контрольна робота (МКР) проводиться на лекції. Кожен студент отримує індивідуальне завдання, на яке відповідає в письмовій формі. МКР проводиться перед другою атестацією і присвячена принципам передачі даних через промислові мережі.

Політика та контроль

6. 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 практичних 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 дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явиться на МКР (без поважної причини), 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 «Моделювання електромеханічних систем»;

- 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.

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

Поточний контроль: тестування, МКР, захист лабораторних робіт та РГР.

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

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: виконані та захищені лабораторні роботи, семестровий рейтинг більше 30 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Менше 30	Не допущено

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

- тестування по кожному лекційному заняттю;
- виконання завдань до практичних занять;
- виконання та захист розрахунково-графічної роботи;
- виконання модульних контрольних робіт (МКР).

Тестування по лекціям	Лабораторні заняття	МКР	Екзамен
13,5	24	22.5	40

Тестування по матеріалам лекційних занять

Ваговий бал 1. Максимальна кількість балів за тестування – 0.5 бала * 27 лекцій = 13.5 балів.

Нарахування балів за одну лекцію:

- Вірна відповідь на контрольні питання — 0.5 бали;
- Частково-вірна відповідь – 0.2 бали;
- Невірна відповідь – 0 балів;

Лабораторні заняття

Ваговий бал. Усі лабораторні роботи мають ваговий бал 4. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи складає 4 бали * 6 робіт = 24 бал.

На лабораторних роботах студенти перевіряють працездатність написаних програм або схем відповідно до завдання. Для допуску до поточної лабораторної роботи необхідно мати Протокол, оформлений відповідно до норм оформлення технічної документації, який має містити всі необхідні пункти, відповідно до Методичних вказівок. Також для допуску до лабораторної роботи (окрім 1-ї) необхідно захистити попередню. Студенти, що не захистили попередню лабораторну роботу можуть бути не допущені до виконання наступної. Лабораторні роботи виконуються бригадою.

Критерії оцінювання лабораторних робіт:

- повне і вчасне виконання роботи – 2 бали;
- неповне виконання роботи – 1 балів;
- невиконання роботи – 0 балів;
- вчасний захист роботи на наступному занятті з повними відповідями на запитання (до 3-х запитань) – 2 бали;
- вчасний захист роботи на наступному занятті з неповними відповідями на запитання (до 3-х запитань) – 1 бали;
- невчасний захист роботи з повними відповідями на запитання – 1 бал;
- невчасний захист роботи та незадовільні відповіді на запитання – 0 балів.

Модульна контрольна робота

Ваговий бал за МКР – 22.5.

Критерії оцінювання

- повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) 22.5
- достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації) 17-21
- неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації) 13-16
- незадовільна відповідь (менше 60 % потрібної інформації) 1-12
- невиконання без поважних причин 0

На модульній контрольній роботі студент має надати розгорнуті письмові відповіді на 2 питання. Кожне з питань оцінюється від 0 до 6 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.

Додаткові (бонусні) бали

Рейтинговою системою оцінювання передбачені додаткові бали за виконання додаткових завдань. Один студент не може отримати більше ніж 20 бонусних балів у семестрі. Бонусні бали можуть бути отримані за такі види робіт: «Додаткові лекції» та «Завдання до лекцій».

Додаткові лекції. Самостійна робота студентів передбачає 4 додаткових лекцій, які студенти повинні опрацювати та законспектувати. За опрацювання однієї лекції вигляді у конспекту нараховується 0,5 бали. Максимальна кількість балів, що можна отримати за опрацювання додаткових лекцій складає 2 бали.

Завдання до лекцій. Студенти, за бажанням, можуть надати законспектовані матеріали лекційних занять. Кількість балів за 1 законспектовану лекцію складає 0,5. Максимальна кількість балів, які студенти можуть отримати за конспектування лекційних матеріалів складає 9.

Форма семестрового контролю – екзамен

Максимальна сума балів за роботу у семестрі складає 60. Необхідною умовою допуску до екзамену виконані та захищені лабораторні роботи, семестровий рейтинг має бути не менше 30 балів.

Екзамен передбачає надання відповідей на два теоретичних питання, кожна з яких оцінюється у 10 балів.

Критерії оцінювання відповідей

- відповідь надана у повному обсязі – 10 балів;
- відповідь є частково-повною – 5-9 балів;
- відповідь є неповною - 1-4 балів;
- відповідь не надана – 0 балів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА, к.т.н. Волянським Р.С.

Ухвалено кафедрою автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА (протокол № 11 від 21.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 22.06.2022)