



Автоматизація та керування електротехнічними та мехатронними системами

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий(магістр)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Освітня програма	<i>Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів 150 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит / розрахунково-графічна робота (РГР), модульна контрольна робота (МКР)</i>
Розклад занять	<i>Пт 08:30, Вт. 10:25.</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доцент, Торопов Антон Валерійович, тел. 066-736-54-53, email: toropovtosha@ukr.net</i> Практичні / Семінарські: <i>асистент, Торопова Лілія Володимирівна, тел. 050-633-76-20, email: liliaya@ukr.net</i>
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NjUzNTE1MjgwNjMz?cjc=qme2x6k

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

Ця дисципліна є продовженням знайомства студентів з автоматизацією технологічних процесів та основами побудови систем керування. Надаються основи побудови систем автоматизації технологічних процесів тоа електроенергетичних комплексів на базі комп'ютерних систем керування. Описуються основні вимоги до елементів системи автоматизації, обчислювальних пристроїв, алгоритмів керування та обробки цифрових сигналів від датчиків технологічних параметрів. Також надається опис технологічних вимог до вузлів автоматизації, а також вимог до рівня представлення інформації оперативному персоналу.

Програмні результати навчання:

Компетенції: (К19) Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем; (К22) Здатність до розробки засобів, способів і методів науки і техніки, спрямованих на автоматизацію діючих і створення нових автоматизованих та автоматичних технологій і виробництв.

Уміння: (ПР14) Опанувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах; (ПР17) Створювати інтелектуально - адаптивні системи автоматизованого керування і контролю технічного стану електромеханічним обладнанням на основі застосування програмовано-логічних контролерів.

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

Навчальна дисципліна «Автоматизація та керування електротехнічними та мехатронними системами» викладається на основі знань та умінь, одержаних студентами під час вивчення кредитних модулів на першому рівні освіти таких дисциплін як «Автоматизація технологічних процесів», «Фізика», «Автоматизація та сучасні технології», тощо.

Знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля «Автоматизація та керування електротехнічними та мехатронними системами», є необхідними для кожного фахівця даної спеціальності, які вирішують інженерні завдання у сфері автоматизації електротехнічних комплексів та мехатронних систем, а також та при виконанні магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Автоматизація та керування електротехнічними та мехатронними системами» складається з 3 розділів:

Розділ 1. Елементи систем автоматизації технологічних процесів.

Тема 1.1. Програмовані логічні контролери та їх використання в комп'ютерних системах керування електротехнічними кмплексами.

Тема 1.2. Засоби вводу/виводу та системи збору даних.

Розділ 2. Програмування комп'ютерних систем.

Тема 2.1. Текстові мови програмування за МЕК 61131-3.

Тема 2.2. Графічні мови програмування за МЕК 61131-3.

Розділ 3. Керування технологічними та електроенергетичними процесами.

Тема 3.1. ПІД – регулятори та їх варіації.

Тема 3.2. Системи візуалізації та контролю на основі промислових комп'ютерів.

Розділ 4. Промислові мережі.

Тема 4.1. Реалізація промислових мереж на фізичному рівні.

Тема 4.2. Протоколи передачі даних в системах автоматизації

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Автоматизація виробничих процесів: підручник. / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К.: Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
2. О.М. Пупена. Промислові мережі та інтеграційні технології: курс лекцій для студ. напряму 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання. — К.: НУХТ, 2011. — 67 с.
3. Гончаренко Б.М., Осадчий С.І., Віхрова Л.Г., Каліч В.М., Дідик О.К. Автоматизація виробничих процесів. — Кіровоград: Лисенко В.Ф., 2016 — 352 с
4. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник /Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. — К.: Аграрна освіта, 2010. — 557 с.

Допоміжна література:

5. Елементи автоматизованого електропривода: Навчальний посібник/ А.П. Калінов, В.О. Мельников. — Кременчук: Видавництво ПП Щербатих О.В. 2014-276с.
6. Комп'ютерне управління технологічними процесами, експериментом, обладнанням. Методичні вказівки до розрахунково-графічної роботи [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня магістра за освітньою програмою «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів» / А. В. Торопов, А. В. Босак, Л. В. Торопова ; КПП ім. Ігоря Сікорського. — Електронні текстові дані (1 файл: 3,14 Мбайт). — Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2022. — 44 с. — Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47788>
7. Комп'ютерне управління технологічними процесами, експериментом, обладнанням. Методичні вказівки до практичних занять [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня магістра за освітньою програмою «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів» / А. В. Торопов, А. В. Босак, Л. В. Торопова ; КПП ім. Ігоря Сікорського. — Електронні текстові дані (1 файл: 5,42 Мбайт). — Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2022. — 90 с. — Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47784>

Літературу, бібліографія якої подана із посиланням, можна знайти в інтернеті. Літературу, бібліографія якої не містить посилання, можна знайти в бібліотеці КПП ім. Ігоря Сікорського. Обов'язковим для прочитання є окремі розділи базової літератури [1]-[4]. Розділи базової літератури, що є обов'язковими для прочитання, а також зв'язок цих ресурсів з конкретними темами дисципліни наводиться нижче, в методиці опанування навчальної дисципліни. Усі інші літературні джерела є факультативними, з ними рекомендується ознайомитись.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Застосовуються стратегії активного навчання, які визначаються такими методами та технологіями: методи проблемного навчання (дослідницький метод); особистісно-орієнтовані технології, засновані на таких формах і методах навчання як візуалізація та інформаційнокомунікаційні технології, зокрема електронні презентації для лекційних занять. Викладання проводиться у формі лекцій та практичних занять. При виконанні розрахункової роботи застосовується проблемно-пошуковий метод.

№ з/п	Зміст навчальної роботи
1-2	Лекція 1. Контролери для систем автоматизації процесів. Література: [1,3]. Лекція 2. Вибір контролерів для систем автоматизації. Характеристики. Література: [1,2].
3-4	Лекція 3. Пристрої збору даних. Література: [4,6].

	Лекція 4. Пристрої вводу/виводу. Підключення дискретних входів/виходів. Література: [5].
5-6	Лекція 5. Пристрої вводу/виводу. Підключення аналогових входів/виходів. Література: [3]. Лекція 6. Спеціалізовані функціональні модулі. Обробка високошвидкісних сигналів. Обробка тензометричних датчиків. Модулі керування позиціонуванням. Література: [3,6].
7-8	Лекція 7. Основні мови програмування контролерів. Мова структурованого тексту. Мова переліку інструкцій. Література: [1,2]. Лекція 8. Мова функціональних блоків. Мова релейних діаграм. Література: [1,2]. Модульна контрольна робота (частина №1).
9-10	Лекція 9. Методи синтезу систем керування електроенергетичними комплексами. Література: [2,3]. Лекція 10. Модифікації ПІД – регуляторів для технологічних процесів. Література: [4].
11-12	Лекція 11. Алгоритми та візуалізація технологічних процесів на основі графів переходу. Література: [1,2]. Лекція 12. Комп'ютери як елементи систем автоматизації. Вимоги до візуалізації. Література: [2,7].
13-14	Лекція 13. Промисловий інтерфейс RS232 із передачею даних напругою. Література: [2,4]. Лекція 14. Промисловий інтерфейс RS422 із передачею даних диференційною напругою. Література: [2,7].
15-16	Лекція 15. Промисловий інтерфейс RS485 із передачею даних по шині. Література: [2,7]. Лекція 16. Промисловий інтерфейс «Струмова петля 20mA». Література: [2,5].
17-18	Лекція 18. Протокол Modbus. Відмінність між ASCII та RTU версіями. Література: [3,6]. Модульна контрольна робота (частина №2).

Практичні заняття:

№ з/п	Зміст навчальної роботи
Практичне заняття №1	Синтез алгоритмів керування електроприводом плазморізальної машини методом тактового розподільника
Практичне заняття №2	Синтез алгоритму відпрацювання поляризованого реле методом графів переходів
Практичне заняття №3	Синтез системи керування температурою із позиційним регулятором
Практичне заняття №4	Налаштування цифрової фільтрації вимірювань аналогового сигналу
Практичне заняття №5	Побудова та використання користувачьких бібліотек.
Практичне заняття №6	Реалізація системи автоматичного вводу резерву на базі програмованого логічного контролера
Практичне заняття №7	Робота із цільовими файлами. Перетворення даних.
Практичне заняття №8	Візуалізація технологічного процесу керування рівнем.
Практичне заняття №9	Емуляція технологічних процесів та тестування працездатності алгоритмів.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента передбачає:
підготовку до аудиторних занять – 54 год;
підготовку до модульної контрольної роботи – 2 год;
виконання РГР – 10 год;
підготовку до іспиту – 30 год.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

На момент проведення кожного заняття, як лекційного, так і практичного, у студента на пристрої, з якого він працює, має бути встановлено додаток Zoom (у випадку дистанційного навчання), а також відкрито курс «Автоматизація та керування електротехнічними та мехатронними системами» на платформі «Google Classroom» (код доступу до курсу надається студентам на першому занятті згідно з розкладом). Силабус; лекційний матеріал; завдання до кожного практичного заняття; варіанти модульної контрольної роботи; тести, які потрібно виконати за лекціями; методичні рекомендації до виконання практичних робіт та розрахунково-графічної роботи; варіанти залікової контрольної роботи розміщено на платформі «Google Classroom» та у системі «Електронний Кампус КПІ».

Під час проходження курсу «Автоматизація та керування електротехнічними та мехатронними системами» студенти зобов'язані дотримуватись загальних моральних принципів та правил етичної поведінки, зазначених у Кодексі честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Дедлайни виконання кожного завдання зазначено у курсі «Автоматизація та керування електротехнічними та мехатронними системами» на платформі «Google Classroom». Присутність здобувачів вищої освіти на практичних заняттях є обов'язковою. Пропущені з поважних причин заняття мають бути відпрацьовані.

Усі без виключення студенти зобов'язані дотримуватись вимог Положення про систему запобігання академічному плагіату в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

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

Поточний контроль: МКР (розділена на 2 частини, кожна частина МКР проводиться перед календарним контролем на лекційному занятті на другій напівпарі у присутності викладача, 20 балів), РГР (40 балів). Кожна частина МКР виконується у вигляді відповіді на два теоретичні запитання з лекційного матеріалу першої і другої половини семестру, відповідно. По закінченню заняття робота над МКР закінчується і не підлягає переписуванню. Кожна питання з МКР оцінюється в 5 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 5 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 4 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 3 бали;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Вимоги до написання РГР надаються у вигляді методичних рекомендацій і розміщуються на платформі «Google Classroom» та у системі «Електронний Кампус КПІ». РГР оцінюється в 50 балів за такими критеріями:

– «відмінно» – повністю виконана робота (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 38 – 40 балів;

– «добре» – в роботі містяться певні неточності (не менше 75 % потрібної інформації), надані обґрунтування недостатньо повні – 34–37 балів;

– «задовільно» – в роботі містяться суттєві неточності (не менше 60 % потрібної інформації), робота виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить значні помилки – 30– 33 бали;

– «незадовільно» – запропонований в роботі алгоритм є непрацездатним або містяться грубі неточності у розробленій електричній схемі – 0 балів. Вимоги до написання РГР надаються у вигляді методичних рекомендацій і розміщуються на платформі «Google Classroom» та у системі «Електронний Кампус КПІ».

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умовою позитивного першого та другого календарного контролів є отримання не менше 50 % максимально можливого на момент відповідного календарного контролю рейтингу.

Семестровий контроль: : іспит.

Умови допуску до семестрового контролю: виконана і зарахована РГР

$RC(\max) = 20 + 40 = 60$ балів

$RC(\min) = 0 + 30 = 30$ балів

На іспиті студенти виконують письмову контрольну роботу. Екзаменаційна робота оцінюється у 39 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з трьох теоретичних запитань з переліку, що наданий у додатку до силабусу. Кожне запитання оцінюється в 13 балів (в разі отримання 39 балів за кожне запитання, до оцінки додається 1 бал) за такими критеріями: – «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 13 балів; – «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 11 – 12 балів; – «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 10 балів; – «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Сума балів за МКР, РГР та за екзаменаційну роботу переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею. Екзаменаційна робота оцінюється у 39 балів, як і для очної форми навчання. Критерії оцінювання наведено вище.

Для заочної форми навчання

Поточний контроль: МКР (проводиться безпосередньо на лекційному занятті, у присутності викладача, 20 балів), РГР (40 балів). МКР виконується у вигляді відповіді на чотири теоретичних запитання з лекційного матеріалу. Структура РГР і питань МКР, вимоги до них та критерії оцінювання аналогічні як і для очної форми навчання і наведені вище.

Семестровий контроль: іспит. Умови допуску до семестрового контролю: виконана і зарахована РГР. Студенти, які виконали умови допуску до іспиту, виконують екзаменаційну роботу.

Сума балів за МКР, РГР та за екзаменаційну роботу переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею. Екзаменаційна робота оцінюється у 39 балів, як і для очної форми навчання. Критерії оцінювання наведено вище.

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)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль, наведено у додатку до силабусу.

Здобувач вищої освіти має можливість пройти онлайн курс(и) за однією або декількома темами, передбаченими робочою програмою навчальної дисципліни. Онлайн курс здобувач може обрати самостійно або за рекомендацією викладача, наприклад курс «From Wire to PLC , A Bootcamp In Industrial Automation» на платформі Udey. 1 год прослуханого курсу оцінюється у 0,83 бали. Максимальна кількість годин, яка може бути зарахована за результатами неформальної освіти, становить 12 год, відповідно максимальна кількість балів за такі результати становить – 10 балів.

Рекомендації щодо виконання індивідуального семестрового завдання

Вивчення кредитного модуля «Автоматизація та керування електротехнічними та мехатронними системами» передбачає виконання студентами розрахунково – графічної роботи.

1. Здійснити проектування системи автоматизації , згідно з номером завдання, для системи автоматичного вводу резерву.
2. Підібрати обладнання, що дозволяє вирішити необхідну задачу автоматизації.
3. Розробити програму реакції за попередженнями та тривогами згідно вимог до вискоефективних систем НМІ.
4. Розробити інтерфейс взаємодії з оператором в програмному середовищі Codesys згідно вимог систем візуалізації і контролю.
5. Зробити висновки по роботі і описати переваги запропонованого рішення.

Зміст розрахунково – графічної роботи.

1. Вступ.
2. Опис алгоритму роботи автоматизованої системи керування вводом резервного електроживлення.
3. Опис екрану візуалізації технологічного процесу.
4. Опис обладнання, що використовуватиметься при вирішенні задачі.
5. Висновки з роботи.
6. Файл з програмою алгоритму автоматизації (на гнучкому носії, на диску, на USB Flash накопичувачі), що працює в режимі емуляції).

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: доцент кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів, к.т.н., Торопов Антон Валерійович

Ухвалено кафедрою автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів. Протокол №17 від 31.05.23.

Погоджено: Методичною комісією ННІЕЕ (протокол №9 від 22.06.23.)

Додаток до силябусу освітнього компонента курсу «Автоматизація та керування електротехнічними та мехатронними системами».

Перелік завдань, що виносяться на семестровий контроль.

1. Поясніть вимоги до контролерів керування ехнологічними процесами.
2. Сформулюйте основні характеристики, за якими здійснюється вибір контролерів для керування електротехнічними комплексами.
3. Накресліть схеми підключення дискретних датчиків із типовими сигналами до систем збору даних.
4. Накресліть схеми підключення виконавчих механізмів із типовими сигналами до комп'ютерних пристроїв керування.
5. Накресліть схеми підключення аналогових датчиків із типовими сигналами до систем збору даних.
6. Надайте розширений перелік вимог до високоефективного інтерфейсу системи з оператором.
7. Надайте та поясніть особливості використання кольорів для відображення інформації.
8. Надайте структуру розподілення інформації за рівнями представлення для операторів.
9. Дайте порівняльну характеристику різних форм реалізації ПД – регуляторів.
10. Назвіть переваги ПД – регуляторів із розширеним функціоналом.
11. Сформулюйте основні характеристики та принципи роботи інтерфейсу RS-422.
12. Сформулюйте основи передачі даних за допомогою протоколу Modbus ASCII.
13. Сформулюйте основні характеристики та принципи роботи інтерфейсу «Current loop».
14. Сформулюйте основні характеристики та принципи роботи інтерфейсу RS485.
15. Сформулюйте основи передачі даних за допомогою протоколу Modbus RTU.
16. Сформулюйте основні характеристики та принципи роботи інтерфейсу RS232.