Форма № Н-3.04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО
Навчально-науковий інститут електричної інженерії
та інформаційних технологій
Кафедра автоматизації та інформаційних систем

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Проректор з науково-педагогічної
та методичної роботи
________________ В. В. Костін
26 червня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Проєктування програмного забезпечення контролерних систем Siemens»

другого (магістерського) освітнього рівня
спеціальності
174 «Автоматизація, комп’ютерно-інтегровані технології та робототехніка»
освітньо-професійної програми
«Промислова автоматизація та системи керування»

КРЕМЕНЧУК 2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Проєктування програмного забезпечення контролерних систем Siemens» розроблена на основі освітньо-професійної програми «Промислова автоматизація та системи керування», підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

Робочу програму розробив:

професор каф. АІС, д. т. н. ____________ Ігор КОНОХ
(підпис) (Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні кафедри автоматизації та інформаційних систем освітньо-професійної програми «Промислова автоматизація та системи керування» спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»,

протокол № 11 від 24.06.2024

Гарант освітньо-професійної програми ____________ Ігор КОНОХ
(підпис) (Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Завідувач кафедри ____________ Анатолій ОКСАНИЧ
(підпис) (Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методичної ради інституту електричної інженерії та інформаційних технологій,

протокол № 9 від 25.06.2024

Голова науково-методичної ради ____________ Юрій ЗАЧЕПА
(підпис) (Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни
		Денна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»	Вибіркова
Модулів – 1	Спеціальність 174 «Автоматизація, комп’ютерно-інтегровані технології та робототехніка»	Рік підготовки
Змістових модулів – 2		1-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання___________ (КР, КП, РР, РГ, к/р)	Освітньо-професійна програма «Промислова автоматизація та системи керування»	Семестр
Загальна кількість годин – 150		2-й
		Лекції:
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2,5 самостійної роботи студента – 5	Освітній ступінь «Магістр»	24 год.
		Лабораторні роботи
		26 год.
		Самостійна робота
		100 год.
		Вид контролю
		диф. залік

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 50/100.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета навчальної дисципліни – формування у майбутніх спеціалістів знань з розв'язання типових задач промислової автоматизації на платформі сучасних програмованих логічних контролерів.

Завдання навчальної дисципліни:

Вивчення універсальних мов програмування промислових програмованих контролерів (ПЛК) (Ladder diagram, Function Block diagram стандарту МЕК 61131-3) для програмування систем автоматизованого керування різного призначення або промислових систем автоматизації із застосуванням середовища розробки Siemens TIA-Portal.

Навчальна дисципліна забезпечує формування таких **компетентностей.**

СК2. Здатність проєктувати та впроваджувати високонадійні системи автоматизації та їх прикладне програмне забезпечення, для реалізації функцій управління та опрацювання інформації, здійснювати захист прав інтелектуальної власності на нові проєктні та інженерні рішення.

СК7. Здатність застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для розв'язання складних задач і проблем автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

СК8. Здатність розробляти функціональну, технічну та інформаційну структуру комп'ютерно-інтегрованих систем управління організаційно-технологічними комплексами із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, програмно-технічних керуючих комплексів, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв та засобів людино-машинного інтерфейсу.

СК9. Здатність проводити ідентифікацію технологічних процесів та здійснювати прикладну розробку апаратних та програмних компонент систем автоматизації на основі методів інтелектуального та оптимального керування.

Навчальна дисципліна забезпечує отримання таких **програмних результатів**.

ПР09. Розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об’єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосовуванням мережевих та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом.

ПР10. Розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційно-технічними об’єктами, професійно володіти спеціальними програмними засобами.

ПР13. Розробляти прикладні апаратні та програмні компоненти систем автоматизації на основі ідентифікації технологічних процесів та оптимізації керування, представляти результати розробки у вигляді технічної документації.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен

знати:

– особливості побудови й функціонування ПЛК;

– архітектуру керуючих програм;

– програмні конструкції й оператори;

– інсталяцію та робота в середовищі Siemens TIA-Portal;

– завдання конфігурації контролерних систем;

– методи синтезу керуючих алгоритмів для дискретного керування;

– принципи побудови процедур регулювання безперервних технологічних параметрів;

– організацію графічного інтерфейсу оператора для систем промислової автоматизації;

уміти:

– розгортати середовище розробки, працювати в середовищі Siemens TIA-Portal;

– розробляти структуру програмного проєкту;

– створювати вихідний код керуючих процедур на мовах LAD та FBD для ПЛК серії Simatic S7;

– створювати і програмно організовувати необхідну конфігурацію активних компонентів;

– задавати параметри промислової мережі;

– розробляти та відлагоджувати програмний код для дискретного керування технологічними процесами;

– створювати і налаштовувати регулятори для керування безперервними (аналоговими) технологічними параметрами;

– працювати з HMI-пристроями, створювати програми для організації графічного інтерфейсу оператора;

– практичні застосовувати методи відлагодження керуючих програм.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1 (семестр 2)

Змістовий модуль 1

Тема 1. Архітектурні особливості сучасних систем автоматизації

1.1. Рівні керування в АСУТП, склад і функціональні задачі окремих компонент.

1.2. Архітектура програмованих логічних контролерів, організація взаємодії ПЛК з іншими компонентами систем промислової автоматизації.

1.3. Стандарт мов програмування IEK (MEK)-61131.

1.4. Взаємодія ПЛК зі SCADA-пристроями, основні мережеві технології в АСУТП.

Тема 2. Середовище розробки програм Siemens TIA-Portal

2.1. Інсталяція середовища TIA-Portal, набір компонентів та інсталяція ліцензійних ключів.

2.2. Приклад створення програмного проєкту для контролера Simatic S7-1200 і панелі оператора KTP 700, конфігурація контролерної системи.

2.3. Склад програмного проєкту в середовищі TIA-Portal, основні інструментальні засоби.

2.4. Типі даних. Адресація змінних.

2.5. Завдання тегів програми. Таблиці тегів. Збереження стану змінних в енергонезалежної пам’яті.

2.6. Службові байти.

Тема 3. Основні оператори

3.1. Елементарні бітові операції. Створення і робота з тригерами. Вивід сигналів.

3.2. Алгебраїчні операції. Оператори пересилання і порівняння.

3.3. Робота з таймерами.

3.4. Робота з лічильниками.

Тема 4. Методи синтезу керуючого програмного забезпечення

4.1. Автомати з пам’яттю. Синтез керуючих автоматів за методами циклових графів

4.2. Синтез керуючих автоматів за допомогою таблиць переходів.

4.3. Практичні аспекти реалізації керуючих автоматів в ПЛК.

Тема 5. Програмні блоки

5.1. Організаційний блок Main. Створення і призначення нових організаційних блоків.

5.2. Створення функцій та функціональних блоків.

5.3. Глобальні блоки даних.

Змістовий модуль 2

Тема 6. Програмні блоки. Розвинуте використання

6.1. Екземпляри блоків. Можливість повторного використання блоків.

6.2. Локальні змінні. Локальні області даних.

6.3. Завдання вхідних і вихідних параметрів для підпрограм. Інтерфейси програмних блоків, варіанти передавання параметрів в/із блоків.

Тема 7. Створення графічного інтерфейсу і робота з HMI-пристроєм

7.1. Додавання HMI-пристрою в проєкт. Встановлення зв'язку (Connection) між ПЛК та HMI-пристроєм.

7.2. Використання стандартних і бібліотечних елементів графічного інтерфейсу. Створення окремих екранів.

7.3. Налаштування відображення елементів, анімація.

7.4. Використання активних елементів і кнопок.

7.5. Організація розмежованого доступу до окремих екранів.

Тема 8. Побудова промислових регуляторів

8.1. Види регуляторів.

8.2. Стандартні блоки ПІД-регуляторів в TIA-Portal. Призначення входів і виходів.

8.3. Налаштування і тестування якості роботи регуляторів.

Тема 9. Просунуте програмування

9.1. Символьна адресація.

9.2. Робота з масивами, тип даних ARRAY, доступ до елементів за допомогою непрямої адресації.

9.3. Тип даних STRUCT.

9.4. Організація циклів FOR, REPEAT, WHILE.

9.5. Робота з перериваннями.

Тема 10. Розв'язання прикладних задач керування. Відлагодження керуючих програм

10.1. Створення емулятора технологічного об'єкту.

10.2. Реалізація керуючих процедур за індивідуальними завданням. Відлагодження програм за допомогою інструментальних засобів TIA-Portal.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		л.	л. р.	с. р.		л.	л. р.	с. р.
Модуль 1 (семестр 2)								
Змістовий модуль 1								
Тема 1. Архітектурні особливості сучасних систем автоматизації	8	2	–	6	–	–	–	–
Тема 2. Середовище розробки програм Siemens TIA-Portal	10	2	4	4	–	–	–	–
Тема 3. Основні оператори	10	2	4	4	–	–	–	–
Тема 4. Методи синтезу керуючого програмного забезпечення	10	2	–	8	–	–	–	–
Тема 5. Програмні блоки	10	2	2	6	–	–	–	–
Тест за змістовим модулем 1	2	–	–	2	–	–	–	–
Змістовий модуль 2								
Тема 6. Програмні блоки. Розвинуте використання	10	2	4	4	–	–	–	–
Тема 7. Створення графічного інтерфейсу і робота з HMI-пристроєм	10	4	2	4	–	–	–	–
Тема 8. Побудова промислових регуляторів	10	2	2	6	–	–	–	–
Тема 9. Просунуте програмування	20	2	4	14	–	–	–	–
Тема 10. Розв’язання прикладних задач керування. Відлагодження керуючих програм	20	4	4	12	–	–	–	–
Тест за змістовим модулем 2	2	–	–	2	–	–	–	–
Підсумковий тест	2	–	–	2	–	–	–	–
Індивідуальне завдання	16	–	–	16	–	–	–	–
ІНДЗ	–	–	–	–	–	–	–	–
Семестровий контроль: диф. залік	–	–	–	–	–	–	–	–
Усього годин за модулем 1	**150**	**24**	**26**	**100**	**150**	–	–	–

5. Теми лабораторних занять

№ пор.	Назва теми	Кількість годин	
		дфн	зфн
	Модуль 1		
1	Інсталяція програмного середовища TIA-Portal	4	–
2	Створення програмного проєкту в середовищі TIA-Portal	2	–
3	Запуск і відлагодження програм в середовищі TIA-Portal	4	–
4	Реалізація простих задач керування за допомогою тригерів на мовах LADDER-Diagram, Functional Block Diagram і візуалізація засобам HMI-пристроїв	4	–
5	Прикладне використання основних програмних конструкцій на мовах LADDER-Diagram, Functional Block Diagram	4	–
6	Програмування регуляторів безперервних величин. Організація переривань часу	4	–
7	Створення процедур на мові STL. Відносна адресація і робота з масивами	2	–
8	Реалізація рутинних програм. Організація журналів подій й нештатних ситуацій	2	–
	Усього годин	**26**	–

6. Самостійна робота

№ пор.	Назва теми	Кількість годин	
		дфн	зфн
	Модуль 1		
1	Тема 1. Поняття про науково-дослідні роботи, їх місце в проєктної діяльності технологічними процесами	9	–
2	Тема 2. Напрями та способи збільшення ефективності технологічних процесів засобами автоматизації	9	–
3	Тема 3. Документальне оформлення початку науково-дослідної та проєктної діяльності	9	–

4	Тема 4. Фактичне проведення науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт при створенні систем автоматизації	10	–
5	Тема 5. Апроксимація динамічних процесів типовими динамічними ланками	10	–
	Тест за змістовим модулем 1	2	–
6	Тема 6. Ідентифікація динамічних процесів за допомогою сучасних програмних технологій	10	–
7	Тема 7. Просунуті методи автоматичного керування технологічними процесами	9	–
8	Тема 8. Реалізація спостерігачів стану та предикторів	7	–
9	Тема 9. Оформлення звітів, проєктних пропозицій та проєктних рішень	7	–
	Тест за змістовим модулем 2	2	–
	Підсумковий тест	2	–
	Індивідуальне завдання	14	–
10	Усього забезпечення аудиторних занять *	100	–
11	Забезпечення науково-дослідного індивідуального завдання	–	–
12	Забезпечення семестрового контролю: диф. залік	–	–
	Усього годин	**100**	–

Примітка:

* − кількість годин самостійної роботи відведених на підготовку до лекцій, лабораторних занять та ін. види аудиторної роботи.

7. Методи навчання

Лекції, бесіди, ілюстрації та демонстрації при усному викладенні; методи закріплення матеріалу та відповіді на питання, лабораторні заняття.

8. Методи контролю

Тестування, усне опитування, реферати, захист лабораторних робіт, індивідуальні завдання, диф. залік.

9. Розподіл балів, що отримують студенти

Зміст роботи	**Бали**
Модуль 1 (семестр 2)	
Робота над лекційним матеріалом (конспект, опитування)	
Тема 1. Архітектурні особливості сучасних систем автоматизації	1
Тема 2. Середовище розробки програм Siemens TIA-Portal	1
Тема 3. Основні оператори	1
Тема 4. Методи синтезу керуючого програмного забезпечення	1
Тема 5. Програмні блоки	1
Тема 6. Програмні блоки. Розвинуте використання	1
Тема 7. Створення графічного інтерфейсу і робота з HMI-пристроєм	1
Тема 8. Побудова промислових регуляторів	1
Тема 9. Просунуте програмування	1
Тема 10. Розв’язання прикладних задач керування. Відлагодження керуючих програм	1
Виконання лабораторних робіт і захист звітів	
ЛР 1 (Тема 1, Тема 2) Інсталяція програмного середовища TIA-Portal	4
ЛР 2 (Тема 3) Створення програмного проєкту в середовищі TIA-Portal	4
ЛР 3 (Тема 4, Тема 5) Запуск і відлагодження програм в середовищі TIA-Portal	4
ЛР 4 (Тема 6) Реалізація простих задач керування за допомогою тригерів на мовах LADDER-Diagram, Functional Block Diagram і візуалізація засобам HMI-пристроїв	4
ЛР 5 (Тема 7) Прикладне використання основних програмних конструкцій на мовах LADDER-Diagram, Functional Block Diagram	4
ЛР 6 (Тема 8) Програмування регуляторів безперервних величин. Організація переривань часу	4
ЛР 7 (Тема 9) Створення процедур на мові STL. Відносна адресація і робота з масивами	4
ЛР 8 (Тема 10) Реалізація рутинних програм. Організація журналів подій й нештатних ситуацій	4
Контроль	
Тест за змістовим модулем 1	10
Тест за змістовим модулем 2	10
Підсумковий тест	10
Індивідуальне завдання	28
Диф. залік	–
Усього балів	**100**

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за 100-бальною шкалою	Оцінка в ECTS	Значення оцінки ECTS	Критерії оцінювання	Рівень компетентності	Оцінка за національною шкалою (іспит, диф. залік)
90–100	A	відмінно	Студент виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно здобувати знання, без допомоги викладача знаходить та опрацьовує необхідну інформацію, вміє використовувати набуті знання і вміння для прийняття рішень у нестандартних ситуаціях, переконливо аргументує відповіді, самостійно розкриває власні обдарування і нахили	Високий (творчий)	відмінно
82–89	B	дуже добре	Студент вільно володіє вивченим обсягом матеріалу, застосовує його на практиці, вільно розв’язує вправи і задачі у стандартних ситуаціях, самостійно виправляє допущені помилки, кількість яких незначна	Достатній (конструк-тивно-варіативний)	добре
74–81	C	добре	Студент вміє зіставляти, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача; в цілому самостійно застосовувати її на практиці; контролювати власну діяльність; виправляти помилки, серед яких є суттєві, добирати аргументи для підтвердження думок		
64–73	D	задовільно	Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень; з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих	Середній (репродук-тивний)	задовільно
60–63	E	достатньо	Студент володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні		
35–59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання семестрового контролю	Студент володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу	Низький (рецептивно-продук-тивний)	незадовільно
1–34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням залікового кредиту	Студент володіє матеріалом на рівні елементарного розпізнання і відтворення окремих фактів, елементів, об’єктів		

10. Методичне забезпечення

1. Силабус з навчальної дисципліни «Проєктування програмного забезпечення контролерних систем Siemens» для студентів денної форми навчання зі спеціальності 174 – «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» освітньо-професійної програми «Промислова автоматизація та системи керування» освітнього ступеня «Магістр». Кременчук, 2024. 3 с.

2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Проєктування програмного забезпечення контролерних систем Siemens» для студентів денної форми навчання зі спеціальності 174 – «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» освітньо-професійної програми «Промислова автоматизація та системи керування» освітнього ступеня «Магістр». Кременчук: РВВ КрНУ, 2024. 60 с.

3. Методичні вказівки щодо самостійної роботи з навчальної дисципліни «Проєктування програмного забезпечення контролерних систем Siemens» для студентів денної форми навчання зі спеціальності 174 – «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» освітньо-професійної програми «Промислова автоматизація та системи керування» освітнього ступеня «Магістр». Кременчук: РВВ КрНУ, 2024. 20 с.

11. Рекомендована література

Основна

1. Оксанич А.П., Конох І.С., Арсеньєв Ю. А. Промислові автоматизовані системи: інструментальні засоби та управління техпроцесами: підручник. Кременчук: ПП Щербатих О. В., 2017. 543 с.

2. Настанова по програмуванню S7-1200/S7-1500 STEP 7 (TIA Portal) и STEP 7 Safety в TIA Portal. Базова системна настанова 11/2015.

3. Neal Babcock Beginner's Guide to PLC Programming How to Program a PLC, modernmediaonline.com, 2008, Modern Media.

Додаткова

4. Кучерук В. Ю., Поджаренко В. О., Кулаков П. І. Програмування логічних контролерів SCHNEIDER ELECTRIC: навчальний посібник. Вінниця, ВДТУ 2002.

5. Куцик А. С., Місюренко В. О. Автоматизовані системи керування на програмованих логічних контролерах: навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. 200 с.

6. Невлюдов І. Ш., Новоселов С. П., Сичова О. В. Технологія програмування промислових контролерів в інтегрованому середовищі Codesys: навчальний посібник. Харків, 2019. URL: http://publish.nure.ua/catalog/download/55/32/141?inline=1 (дата звернення 12.05.2024)

7. Hugh Jack Automating Manufacturing Systems with PLCs (Version 4.5, April 16, 2004).

Інформаційні ресурси

8. SIMATIC Controller. URL: https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc.html (дата звернення 12.05.2024)

9. PLC Programming with SIMATIC STEP7. URL: https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/tia-portal/software/step7-tia-portal.html (дата звернення 12.05.2024)

10. Siemens S7-1500: First Time Wiring and Programming URL: https://www.youtube.com/watch?v=YiVKUT1mkoA (дата звернення 12.05.2024)