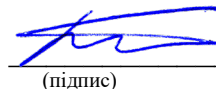


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра теоретичної механіки, машинознавства та
роботомеханічних систем (№ 202)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Керівник проектної групи



(підпис)

Олег БАРАНОВ
(ініціали та прізвище)

«30» серпня 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
АПАРАТНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СУЧАСНОГО
РОБОТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА**
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 131 «Прикладна механіка»
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Роботомеханічні системи та комплекси»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2023 рік

Робоча програма «Апаратне та програмне забезпечення сучасного роботизованого виробництва» для студентів за спеціальністю 131 «Прикладна механіка» та освітньою програмою «Роботомеханічні системи та комплекси»

“ 20 ” червня 2023 року – 11 с.

Розробник: Сисоєв Ю.О., професор кафедри теоретичної механіки, машино-
знавства та роботомеханічних систем, д.т.н., с.н.с.

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри теоретичної механіки,
машинознавства та роботомеханічних систем

(назва кафедри)

Протокол № 10 від «30» червня 2023 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор

(наукова ступінь та вчене звання)



(підпис)

О.О. Баранов

(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 6	<p>Галузь знань 13 «Механічна інженерія» (шифр та найменування)</p> <p>Спеціальність 131 «Прикладна механіка» (код та найменування)</p> <p>Освітня програма «Роботомеханічні системи та комплекси» (найменування)</p> <p>Рівень вищої освіти: другий (магістерський)</p>	Обов'язкова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2023/2024
Індивідуальне завдання «Розробка СК пневмоавтоматом» (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 96/84		2-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 96 самостійної роботи студента – 84		Лекції¹⁾
		32 годин
		Практичні, семінарські¹⁾
		32 годин
		Лабораторні¹⁾
	32 годин	
	Самостійна робота	
84 годин		
Вид контролю	іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:
 $96/84 = 1,14$.

¹⁾ Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: засвоєння положень щодо послідовності автоматизації, правил монтажу, налагодження та програмування сучасних модулів автоматизації та роботизації виробництва.

Завдання: формування уявлень о сучасних модульних засобах автоматизації, як на базі програмованих логічних контролерів (ПЛК), так і на базі стойки ЧПК; вивчення технічних засобів та методів керування автоматизованим технологічним обладнанням (ТО) сучасного підприємства: принципи дії та програмування приладів керування ТО, їх інтеграція у розподілені системи керування за допомогою цифрових промислових мереж (ЦПМ).

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

1) Загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність виявляти, ставити та вирішувати інженерно-технічні та науково-прикладні проблеми.

ЗК2. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК3. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК4. Здатність розробляти проекти та управляти ними.

ЗК5. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК7. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

2) Фахові компетентності спеціальності (ФК):

ФК1. Здатність застосовувати відповідні методи і ресурси сучасної інженерії для знаходження оптимальних рішень широкого кола інженерних задач із застосуванням сучасних підходів, методів прогнозування, інформаційних технологій та з урахуванням наявних обмежень за умов неповної інформації та суперечливих вимог.

ФК2. Здатність описати, класифікувати та змодельовати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні теорій та практик механічної інженерії, а також знаннях суміжних наук.

ФК4. Здатність зрозуміло і недвозначно доносити власні висновки, знання та пояснення до фахівців і нефахівців, зокрема і в процесі викладацької діяльності.

Програмні результати навчання:

РН1. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування, аналізу і дослідження конструкцій роботів, машин та/або процесів в галузі роботизації машинобудування та суміжних галузях знань.

РН2. Розробляти і ставити на виробництво нові види роботів, зокрема виконувати дослідно-конструкторські роботи та/або розробляти технологічне забезпечення процесу їх виготовлення.

РН8. Оволодівати сучасними знаннями, технологіями, інструментами і методами у галузі роботизації, зокрема через самостійне опрацювання фахової літератури, участь у науково-технічних та освітніх заходах.

Міждисциплінарні зв'язки: вивчення курсу «Апаратне та програмне забезпечення сучасного роботизованого виробництва» базується на загальних знаннях з таких дисциплін як «Конструювання промислових роботів» і «Проектування робототехнічних систем та комплексів» та є базою для написання кваліфікаційної роботи.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Програмований логічний контролер

Тема 1. Вступ.

Мета лекції: постановка завдання автоматизації сучасного виробництва.

Системи автоматики, їх роль та місце у сучасному механічному виробництві. Принципи побудови систем автоматичного управління. (Eshby, добудова/спрощення). Фундаментальні принципи керування. Загальні положення теорії керування. Принцип розімкненого керування. Принцип компенсації. Регулювання за зворотнім зв'язком. Промислові мережеві цифрові системи автоматичного керування (ЦПМ). Загальні принципи роботи мережевих систем керування розподіленим виробництвом. Функції та структура інтегрованого програмного середовища «Wonderware Suite». Історія розвитку та структура мережевих систем керування розподіленим ТО. Види автоматичного управління. Стабілізація. Програмне управління. Екстремальне та оптимальне управління. Зворотній зв'язок та його дія на систему керування. Види зворотного зв'язку. Вплив зворотного зв'язку на сталість об'єкту керування. Пропорційна, інтегруюча та диференційна ланки та їх моделювання. Аперіодична, коливальна та консервативна ланки другого порядку та їх моделювання.

Тема 2. Програмований логічний контролер (ПЛК).

Мета лекції: вивчення принципової організації ПЛК та методів автоматизації промислових систем на їх основа.

Структура та принцип дії ПЛК. Різновиди ПЛК. Принципи обробки інформації у ПЛК. Інтерфейси обміну даними з периферійними пристроями та ТО. Методи надання даних в ІВС. Кодування даних. А/Ц та Ц/А перетворення даних.

Тема 3. Програмування ПЛК за стандартом МЕК 61131-3

Мета лекції: вивчення базових методів та мов програмування ПЛК.

Програмування ПЛК мовою FBD (Funktional Block Diagram). Базові принципи програмування мовою FBD. Базові функціональні блоки мови FBD та їх властивості. Лінгвістичні засоби надання інтерфейсних сполучень. Методи вирішення систем алгебраїчних рівнянь мовою FBD. Програмування ПЛК мовами LD (Ladder Diagram) та ST (Structured Text). Базові принципи програмування мовою LD. Базові лінгвістичні конструкції мови ST та приклади їх застосування. Методи надання змінних та констант у лексику мови ST. Порівняльні характеристики мовних засобів програмування ПЛК. Використання входів ПЛК та їх специфікація. Для повторення та самостійного вивчення. Алгоритмічні мови, «С», AHDL (ALTERA). Мова VHDL, як спосіб надання цифрових пристроїв. Види інформації та методи її перетворення та відображення у системах керування. Інформаційні масиви, типи сигналів та методи їх кодування. Телеметричні канали завадостійкої передачі даних.

Змістовий модуль 2. Системи керування

Тема 4. SCADA-системи автоматизованого проектування СК.

Мета лекції: вивчення методів керування розподіленим виробництвом.

Загальні поняття та технічні характеристики SCADA-систем. СК розподіленим ТО. САПР «MASTERSCADA». Мережеві інтерфейси. Open Platform Communication (OPC) сервер. Призначення та характеристики OPC сервера. Налаштування OPC-сервера MASTER-SCADA фірми INSAT. Переваги та недоліки мережевих систем керування розподіленим ТО. Структура інформаційно-вимірювальної системи. Інформаційні масиви, типи сигналів та методи їх кодування. Телеметричні канали заводостійкої передачі даних. Датчики та первинні вимірювальні перетворювачі інформації. Типи вимірювальних перетворювачів (ВП). ВП прямої дії та ВП з компенсацією. Мостовий логотричний ВП. Вторинне перетворення інформації.

Тема 5. Системи групового керування технологічним обладнанням.

Мета лекції: вивчення методів розробки систем групового керування обладнанням

Електричний привод ПР на базі ДПС. Математична модель виконавчої системи робота маніпулятора. Розуміння складної робототехнічної системи (СРС). Модель СРС. Кінцевий автомат, як модель об'єкту керування. Групове керування обладнанням (ГКО). Групове керування СРС. Алгоритми диспетчеризації групового керування технологічним процесом. Методи управління автоматичним обладнанням. ПІД-регулювання. Цифровий та мікропроцесорний регулятор. Методи пропорційного управління об'єктами промислової автоматики. Релейний, частотно-імпульсний та широтно-імпульсний регулятори.

Тема 6. Системи керування електричними приводами.

Мета лекції: вивчення методів налаштування СК для використання типових силових електричних приводів.

Двигун постійного струму (ДПС). Система пуску та гальмування. Асинхронний двигун (АД). Режими керування АД. Шаговий двигун (ШД) та методи керування ШД.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Програмований логічний контролер					
Тема 1. Вступ.	24	4	4	4	0
Тема 2. Програмований логічний контролер (ПЛК).	24	6	4	4	10
Тема 3. Програмування ПЛК за стандартом ДСТУ EN 61131-2:2017.	44	6	6	8	10
Модульний контроль 1	–	–	2	–	–
Разом за змістовим модулем 1	92	16	16	16	20
Змістовий модуль 2. Системи керування					
Тема 4. SCADA-системи автоматизованого проектування СК.	37	6	6	6	20
Тема 5. Системи групового керування технологічним обладнанням.	39	4	4	6	20
Тема 6. Системи керування електричними приводами.	2	6	4	4	14
Модульний контроль 2	–	–	2	–	–
Разом за змістовим модулем 2	78	16	16	16	54
Індивідуальне завдання	10	–	–	–	10
Усього	180	32	32	32	84

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розробка системи RFID-ідентифікації матеріального потоку.	4
2	Дослідження навантажувальної характеристики ПМ MASM-200.	4
3	Мова програмування Ladder Diagram.	4
4	Синтез алгоритмів та програми керування засобами упорядкування технологічного середовища мовою FBD.	4
5	Оцінка якості лінійних систем автоматичного регулювання LOC.	4
6	Визначення передаточної характеристики технічної системи CD.	4
7	Моделювання заводостійкого інтерфейсу телеметричного каналу НЕМ.	8
	Разом за семестр	32

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Системи керування промисловими роботами маніпуляторами.	8
2	Розробка системи керування пневматичним автоматом RGR.	12
3	Визначення передаточної характеристики технічної системи CD.	4
4	SCADA-системи та їх використання у сучасному виробництві.	4
5	Оцінка якості лінійних систем автоматичного регулювання LOC.	4
	Разом за семестр	32

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Фундаментальні принципи керування.	18
2	Програмований логічний контролер.	18
3	GX DEVELOPER. Система програмування та документація.	8
4	SCADA-системи та їх використання у сучасному виробництві.	27
5	Системи керування промисловими роботами маніпуляторами.	9
6	Розробка системи керування пневматичним автоматом.	10
	Разом	84

9. Індивідуальні завдання

«Розробка системи керування пневматичним автоматом». Завдання передбачає розробку системи керування пневматичним технологічним обладнанням автоматизованої ділянки механічного виробництва із застосуванням програмованого логічного контролера (ПЛК) у середовищі «Owen Logic» фірми «OWEN» мовою FBD, або у середовищі «GX IEC Developer» фірми MITSUBISHI. Завдання передбачає розробку алгоритмічного та програмного забезпечення системи керування та його відпрацювання у інтегральному середовищі розробки програмного забезпечення.

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, лабораторних робіт, індивідуальні консультації (за необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Виконання та захист практичних та лабораторних робіт, виконання та захист РГР, письмовий модульний контроль, поточний фінальний контроль у вигляді підсумку балів за семестр, семестровий контроль (іспит).

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного контролю та за наявності допуску до контролю у вигляді письмового іспиту. При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

12.1 Розподіл балів, які отримують студенти впродовж семестру (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання та захист практичних робіт	0...3	4	0...12
Виконання та захист лабораторних робіт	0...3	2	0...6
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Змістовний модуль 2			
Виконання та захист практичних робіт	0...3	3	0...9
Виконання та захист лабораторних робіт	0...3	3	0...9
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Розрахункова робота	0...24	1	0...24
Всього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного контролю та за наявності допуску до контролю у вигляді письмового іспиту (комплексне завдання, що містить 2 теоретичних питання, які оцінюються до 30 балів та одне практичне завдання, що оцінюється до 40 балів). При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Складові білету семестрового іспиту	Бали за одне завдання	Кількість завдань	Сумарна кількість балів
Теоретичне запитання	0...30	1	0...30
Тестове завдання: вибрати варіанти правильних відповідей	0...10	3	0...30
Задача	0...40	1	0...40
Всього за семестровий іспит			0...100

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- принципи організації модульної системи керування на базі ПЛК;
- стандарт програмування ПЛК ДСТУ EN 61131-2:2017 та всі його мови;
- методи керування розподіленими системами автоматики.

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:

- застосовувати сенсорні засоби ідентифікації параметрів ТП;

- розробляти алгоритмічне забезпечення до мікропроцесорних систем керування пристроями автоматики механічного виробництва;
- проектувати програми керування технологічних контролерів (ПЛК) для вирішення задач автоматизації технологічного обладнання.

12.3. Якісні критерії оцінювання

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь, необхідний для подальшого навчання та роботи за фахом. Справлятися з завданнями та відпрацювати всі практичні роботи, та володіючи необхідними знаннями для усунення помилок, що виникли при його виконанні та здати модульне тестування.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, успішно захистити індивідуальне завдання, виконати всі практичні завдання в обумовлений викладачем строк, здати модульну роботу у вигляді тестів. Виявити системний характер знань по дисципліні.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно», та правильно виконати всі практичні завдання. Досконально знати всі теми та уміти застосовувати отримані знання та навички. Мати всебічне, систематичне та глибоке знання матеріалу та вміти вільно виконувати завдання, проявляти творчі здібності в розумінні, та використанні матеріалів дисципліни.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Kaddour Najim. Advanced Process Identification & Control. CRC Press, 2001, 632p.

14. Рекомендована література

Базова література.

1. Vissim web site <http://www.vissim.com/>
2. M. Sam Fadali. Digital Control Engineering: Analysis and Design. Academic Press. 2009, 496p

Довідкова література.

1. Wolfgang Altmann. Practical Process Control for Engineers and Technicians. Newnes An imprint of Elsevier Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP. 2005

2. Матеріали із сайтів <http://siemens.com/entry/cc/en/>,
<http://www.siemens.com/answers/en/>

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри <http://k202.tilda.ws/>

Сайт дисципліни <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=8676>