

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету _____ ФІТ

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи мехатроніки та робототехніки

Назва дисципліни

Галузь знань – G Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність – G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

Рівень вищої освіти – Перший (бакалаврський)

Освітньо-професійна програма – Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

Обсяг дисципліни – 5 кредитів ЄКТС, **Шифр дисципліни** – ОФП.04

Мова навчання – українська

Статус дисципліни: обов'язкова (фахової підготовки)

Факультет – Інформаційних технологій

Кафедра – Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Форма здобуття освіти	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин						Курсовий проект	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
					Аудиторні заняття					Самостійна робота, у т.ч. ІРС			Залік	Іспит
			Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття					
Д	1	2	5	150	50	16	34			100				+
Разом ДФН			5	150	50	16	34			100				1

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» за спеціальністю G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

Робоча програма складена

Підпис автора

канд. техн. наук, доц., Денис МАКАРИШКІН

Науковий ступінь, вчене звання, Ім'я, ПРІЗВИЩЕ автора

Схвалена на засіданні кафедри Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Протокол від 01.09 2025 № 1.

Зав. кафедри

Підпис

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Робоча програма розглянута та схвалена вченою радою факультету інформаційних технологій

Голова вченої ради факультету

Підпис

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Хмельницький 2025

ЛІСТ ПОГОДЖЕННЯ

Посада	Назва кафедри	Підпис	Ім'я, ПРІЗВИЩЕ
Зав. кафедри	<u>Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки</u>		<u>Людмила КОРЕЦЬКА</u>
Гарант ОП	<u>Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка</u>		<u>Юрій ФОРКУН</u>

3. Пояснювальна записка

Дисципліна «Основи мехатроніки та робототехніки» є однією із дисциплін фахової підготовки і займає провідне місце у підготовці здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, очної (денної) (далі – денної) форми здобуття вищої освіти, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» в межах спеціальності G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка».

Пререквізити – Програмування (ОФП.01), Фізика (ОЗП.02).

Постреквізити – Робототехніка та штучний інтелект (ОФП.06).

Відповідно до освітньої програми дисципліна сприяє забезпеченню:

компетентностей: здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів галузі (ІК); здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел (ЗК.05); здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації та робототехніки на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та робототехніки і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та робототехніки і системи керування (ФК.05); здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації та робототехніки (ФК.09); здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації та робототехніки (ФК.09); здатність здійснювати аналіз, вибір, обґрунтування та налагодження автоматизованих та інтелектуальних робототехнічних систем на основі їх технічних характеристик, принципів їх роботи, вимог до комп'ютерно-інтегрованих систем управління, а також використовувати методи та алгоритми штучного інтелекту і комп'ютерний зір в робототехніці (УК.01); здатність інтегрувати інформаційні технології при проектуванні систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки (УК.02); здатність інтегрувати новітні технології, сучасні методи створення інтернет-ресурсів і мови програмування для розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехнічних систем (УК.03).

програмних результатів навчання: вміти застосовувати сучасні інформаційні технології та мати навички розробляти алгоритми та комп'ютерні програми з використанням мов високого рівня та технологій об'єктно-орієнтованого програмування, створювати бази даних та використовувати інтернет-ресурси (ПРН03); знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та робототехніки і вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та робототехніки і експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та робототехніки і систем керування (ПРН08); застосовувати робототехнічні системи, інтелектуальну робототехніку, обґрунтовувати їх вибір на основі аналізу їх роботи, властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до комп'ютерно-інтегрованих систем управління; здійснювати налагодження робототехнічних систем, а також використовувати методи та алгоритми штучного інтелекту і комп'ютерний зір в робототехніці (ПРН15); застосовувати інтегровані знання програмно-технічних засобів та інформаційних технологій систем автоматизації, комп'ютерних систем керування та робототехніки для вирішення технічних задач спеціальності (ПРН16); використовувати інтеграцію новітніх технологій, методів створення інтернет-ресурсів та програмування для розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення при розв'язування задач проектування і використання систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехнічних систем (ПРН17).

Мета дисципліни. Формування у здобувачів вищої освіти базових системних інтегрованих теоретичних знань і практичних навичок для розуміння та розробки програмно-апаратного забезпечення мехатронних систем та роботів.

Предмет дисципліни. Базовий комплекс принципів, методів та технологій системного проектування мехатронних систем і роботів, а також фундаментальні підходи до розробки їхнього програмного забезпечення та апаратного керування, що базуються на інтегрованому застосуванні та алгоритмізації процесів керування.

Завдання дисципліни. Формування у здобувачів вищої освіти: базових системних знань про архітектуру мехатронних систем та принцип дії їхніх механічних, електронних і програмних компонентів; базових навичок програмування та алгоритмізації процесів керування для моделювання руху та розробки логіки функціонування роботів; базового практичного вміння підключення сенсорів/актуаторів та налагодження програмно-апаратного керування з використанням мікроконтролерних систем; здатність до інтегрованої реалізації базових робототехнічних завдань шляхом поєднання програмного та апаратного забезпечення.

Результати навчання. Після вивчення дисципліни здобувач вищої освіти повинен: *вміти* розрізняти основні типи мехатронних систем та роботів і пояснювати їхню архітектуру; *знати* як описувати інженерні принципи руху та основні кінематичні і базові динамічні характеристики роботів; *бути здатним* ідентифікувати та пояснювати принцип дії основних електронних компонентів, що використовуються в робототехніці; *знати* основні етапи алгоритмізації та програмування для розробки логіки керування робототехнічними процесами; *мати базові навички програмувати* мовою високого рівня Python для програмно-інтегрованого керування роботами, включаючи моделювання кінематики і динаміки, обробку сенсорних даних з подальшим їх збереженням в базу даних і розробку простих інтерфейсів (GUI/Web); *розробляти* базові програми для мікроконтролерних систем на C/C++ для безпосереднього керування приводами; *реалізовувати* інтегровані програмно-апаратні рішення для виконання базових робототехнічних завдань.

4. Структура залікових кредитів дисципліни

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:		
	лекції	лабораторні	СРС
	<i>Перший семестр</i>		
Розділ 1. Програмування на Python і вступ в мехатроніку та робототехніку	2	4	12
Розділ 2. Програмування на Python та основні положення інженерної механіки для мехатроніки і робототехніки	2	6	16
Розділ 3. Програмування на Python та комп'ютерні і мікропроцесорні системи керування.	2	4	12
Розділ 4. Програмування на Python та основні сенсори мехатронних модулів та систем і роботів.	2	4	12
Розділ 5. Програмування на Python та актуатори мехатронних модулів та систем і роботів.	2	4	12
Розділ 6. Програмування на Python та мехатронні модулі.	2	4	12
Розділ 7. Мехатронні системи і роботи.	2	4	12
Розділ 8. Мобільні роботи та дрони.	2	4	12
Разом:	16	34	100

5. Програма навчальної дисципліни

5.1 Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
<i>Перший семестр</i>		
1	Програмування на Python і вступ в мехатроніку та робототехніку. Вступ у Python, установка VS Code, інструкції та структура програми. Введення, вивід та типи даних у Python. Оператори розгалуження, цикли, списки та рядки у Python.. Загальні поняття про мехатроніку та робототехніку. Базові визначення та основні напрямки розвитку мехатроніки та робототехніки. Структура та класифікація мехатронних систем. Системи керування мехатронними та робототехнічними системами. Особливості постановки задач керування мехатронними системами. Принципи побудови систем інтелектуального керування в мехатроніці. Особливості керування множинною мехатронних об'єктів та роботів. Літ.: [1-10]	2
2	Програмування на Python та основні положення інженерної механіки для мехатроніки і робототехніки. Кортежі, множини, словники, функції, робота з файлами у Python. Модулі та пакети у Python. Побудова графіків в Python. Основні положення теоретичної механіки для мехатроніки та робототехніки. Основні положення матеріалознавства для мехатроніки та робототехніки. Основні положення опору матеріалів для мехатроніки та робототехніки. Основні положення теорії механізмів і машин для мехатроніки та робототехніки. Основні положення деталей машин та конструювання для мехатроніки та робототехніки. Літ.: [1-7, 11-18]	2
3	Програмування на Python та комп'ютерні і мікропроцесорні системи керування. Об'єктно-орієнтоване програмування на Python. Загальні відомості про комп'ютерні та мікропроцесорні системи. Архітектура комп'ютерів та мікропроцесорних систем. Універсальні мікропроцесори. Мікроконтролери. Вбудовані системи. Мікрокомп'ютери. ПЛК. Цифрові сигнальні процесори. ПЛІС. Платформа Arduino та одноплатний комп'ютер Raspberry Pi. Arduino IDE. Програмування платформи Arduino. Операційна система Raspberry Pi OS. Thonny IDE. Програмування мікрокомп'ютера Raspberry Pi. Літ.: [1-7, 19-22]	2
4	Програмування на Python та основні сенсори мехатронних модулів та систем і роботів. Графічний інтерфейс користувача в Python. Подійно-орієнтоване програмування. Інструменти для створення графічного інтерфейсу користувача. Модуль стандартної бібліотеки tkinter. Фреймворк PyQt. Датчики положення та руху. Датчики відстані та орієнтації. Датчики сили та тиску. Датчики температури та середовища. Датчики спеціального призначення. Програмування Arduino на Python у VS Code. Літ.: [1-7, 23-31]	2
5	Програмування на Python та актуатори мехатронних модулів та систем і роботів. Модуль tkinter. Клас Tk. Основні віджети та упаковщики. Прив'язка подій. Розширенні можливості tkinter: модуль ttk. Електроприводи. Пневмоприводи. Магнітні та соленоїдні приводи. П'єзоелектричні приводи. Приводи SMA. Гібридні та комбіновані приводи. Адаптивні або біонічні приводи. Літ.: [1-9, 19-22, 25-30]	2
6	Програмування на Python та мехатронні модулі. Фреймворк PyQt. Складові модулі мехатронних та робототехнічних систем. Систематика мехатронних модулів. Модулі руху. Мехатронні модулі руху. Інтелектуальні мехатронні модулі руху. Мехатронні органи відчуття. Передавальні механізми та перетворювачі руху. Напрямні. Кріплення. Робочі органи. Гальмівні пристрої та механізми. Силові перетворювачі. Способи зберігання даних. Бази даних. Доступ до бази даних SQLite з Python. Способи аналізу масивів даних. Драйвера мехатронних модулів. Літ.: [1-9, 19-22, 28-31]	2
7	Мехатронні системи і роботи. Взаємодія з інтернетом. Розробка Веб-додатків. Методи побудови мехатронних модулів та систем. Визначення та класифікація роботів. Будова та конструкція роботів. Маніпулятори. Захватні прилади. Просторовий опис та перетворення. Кінематика та динаміка роботів. Програмування робота Dobot. Веб-інтерфейс на Arduino. Літ.: [1-7, 19-22, 23-31]	2
8	Мобільні роботи та дрони. Основи мобільної та автономної робототехніки. Класифікація мобільних роботів. Наземні роботи. Безпілотні літальні апарати. Теорія дронів. Будова та конструкція дронів. Підводні роботи. Планування рухом. Керування рухом. Навігація та локалізація роботів і дронів. Зберігання та обробка даних. Проектування та безпека мобільних роботів і дронів. Теорія дронів. Програмування дронів. Літ.: [1-7, 32-37]	2
Разом:		16

5.2 Зміст лабораторних занять

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
<i>Перший семестр</i>		
1	Вивчення процедурного програмування на мові Python та архітектури мехатронної системи на прикладі робота-маніпулятора Dobot	4
2	Вивчення побудови графіків у Python та інтегроване моделювання і візуалізація основ інженерної механіки	4
3	Вивчення об'єктно-орієнтоване програмування на мові Python та ознайомлення з програмуванням плати Arduino і мікрокомп'ютера Raspberry Pi	4
4	Вивчення основних датчиків роботів та програмування Arduino на Python у середовищі VS Code	4
5	Вивчення електроприводів роботів та створення графічного інтерфейсу для їх моніторингу і керування використовуючи платформу Arduino	4
6	Інтегроване моделювання мехатронних модулів з графічним інтерфейсом та базою даних	4
7	Програмування на Python робота Dobot та проектування кінематичної схеми і динамічної моделі робота з Веб-інтерфейсом	4
8	Проектування та програмування мобільного робота на Arduino з веб-інтерфейсом та GUI на PyQt	4
9	Узагальнююче заняття	2
	Разом	34

5.3 Зміст самостійної (у т.ч. індивідуальної) роботи здобувача вищої освіти

Самостійна робота студентів усіх форм здобуття освіти полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу з відповідних джерел інформації, підготовці до виконання і захисту лабораторних робіт, контрольної роботи. Крім цього до послуг студентів сторінка навчальної дисципліни у Модульному середовищі для навчання, де розміщені Робоча програма дисципліни та необхідні документи з її навчально-методичного забезпечення.

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Кількість годин
<i>Перший семестр</i>		
1	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №1.	6
2	Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №1.	6
3	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №2.	8
4	Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №2.	8
5	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №3.	6
6	Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №3.	6
7	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №4.	6
8	Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №4.	6
9	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №5.	6
10	Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №5.	6
11	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №6.	6
12	Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №6. Підготовка до контрольної роботи.	6
13	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №7.	6
14	Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №7.	6
15	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №8.	6
16	Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №8.	6
	Разом:	100

6. Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій та методів навчання, зокрема: лекції (з використанням методів візуалізації, проблемного й інтерактивного навчання, мотиваційних прийомів, інформаційно-комунікаційних технологій); лабораторні заняття (з використанням методів комп'ютерного моделювання, методів проєктної діяльності, тренінгових вправ, аналіз проблемних ситуацій, пояснення, дискусія); самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання та захисту лабораторних робіт, поточного контролю), з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій.

7. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час аудиторних лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком освітнього процесу, в т.ч. з використанням Модульного середовища для навчання. При цьому використовуються такі методи поточного контролю:

- усне опитування перед допуском до лабораторного заняття;
- оцінювання результатів захисту лабораторних робіт;
- контрольна робота.

При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати як поточного контролю, так і підсумкового контролю, який проводиться з усього матеріалу дисципліни за білетами, попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри. Здобувач вищої освіти, який набрав з будь-якого виду навчальної роботи, суму балів нижчу за 60 відсотків від максимального балу, **не допускається** до семестрового контролю, поки не виконає обсяг роботи, передбачений Робочою програмою. Здобувач вищої освіти, який набрав позитивний середньозважений бал (60 відсотків і більше від максимального балу) з усіх видів поточного контролю і не склав іспит, вважається таким, який **має** академічну заборгованість. Ліквідація академічної заборгованості із семестрового контролю здійснюється у період екзаменаційної сесії або за графіком, встановленим деканатом відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ».

8. Політика дисципліни

Політика навчальної дисципліни загалом визначається системою вимог до здобувача вищої освіти, що передбачені чинними положеннями Університету про організацію і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу. Зокрема, проходження інструктажу з техніки безпеки; відвідування занять з дисципліни є обов'язковим. За об'єктивних причин (підтверджених документально) теоретичне навчання за погодженням із лектором може відбуватись в он-лайн режимі. Успішне опанування дисципліни і формування фахових компетентностей і програмних результатів навчання передбачає необхідність підготовки до лабораторного заняття (вивчення теоретичного матеріалу з теми роботи, попередню підготовку протоколу роботи, підготовку до усного опитування для допуску до заняття (наведені у Методичних рекомендаціях до лабораторних занять)), активно працювати на занятті, якісно підготувати звіт, захистити результати виконаної роботи, брати участь у дискусіях щодо прийнятих конструктивних рішень при виконанні здобувачами лабораторних робіт.

Здобувачі вищої освіти мають дотримуватися встановлених термінів виконання всіх видів навчальної роботи відповідно до робочої програми навчальної дисципліни. Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті. Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний відпрацювати у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі. Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється за результатами тестування.

Здобувач вищої освіти, виконуючи самостійну роботу з дисципліни, має дотримуватися політики доброчесності (заборонені списування, плагіат (в т.ч. із використанням мобільних девайсів)). У разі виявлення порушення політики академічної доброчесності в будь-яких видах навчальної роботи здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку і має повторно виконати завдання з відповідної теми (виду роботи), що передбачені робочою програмою. Будь-які форми порушення академічної доброчесності **не допускаються**.

9. Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». При поточному оцінюванні виконаної здобувачем роботи з кожної структурної одиниці і отриманих ним результатів викладач виставляє йому певну кількість балів із встановлених Робочою програмою для цього виду роботи. При цьому кожна структурна одиниця навчальної роботи може бути зарахована, якщо здобувач набрав не менше 60 відсотків (мінімальний рівень для позитивної оцінки) від максимально можливої суми балів, призначеної структурній одиниці.

При оцінюванні результатів навчання здобувачів вищої освіти з будь-якого виду навчальної роботи (структурної одиниці) рекомендується використовувати наведені нижче узагальнені критерії:

Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти

Оцінка та рівень досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей	Узагальнений зміст критерія оцінювання
Відмінно (високий)	Здобувач вищої освіти глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає логічний виклад відповіді мовою викладання (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними приладами та інструментами, прикладними програмами. Здобувач не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки, демонструє практичні навички з вирішення фахових завдань. При відповіді допустив дві–три несуттєві <i>похибки</i> .
Добре (середній)	Здобувач вищої освіти виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання правил, закономірностей тощо. Відповідь здобувача вищої освіти будується на основі самостійного мислення. Здобувач вищої освіти у відповіді допустив дві–три <i>несуттєві помилки</i> .
Задовільно (достатній)	Здобувач вищої освіти виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь здобувача вищої освіти будується на рівні репродуктивного мислення, здобувач вищої освіти має слабкі знання структури навчальної дисципліни, допускає неточності і <i>суттєві помилки</i> у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим, набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно (недостатній)	Здобувач вищої освіти виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка «незадовільно» виставляється здобувачеві вищої освіти, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення навчальної дисципліни.

Структурування дисципліни за видами навчальної роботи і оцінювання результатів навчання студентів денної форми здобуття освіти у семестрі

Аудиторна робота								Контрольні заходи	Семестровий контроль	
Лабораторні роботи №:								Контрольна робота:	Іспит	Разом балів
1	2	3	4	5	6	7	8	КР		
Кількість балів за вид навчальної роботи (мінімум-максимум)										60-100*
3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	12-20	24-40	
24-40								12-20	24-40	

Примітки: *За набрану з будь-якого виду навчальної роботи з дисципліни кількість балів, нижче встановленого мінімуму, здобувач отримує незадовільну оцінку і має її перездати у встановлений викладачем (деканом) термін. Інституційна оцінка встановлюється відповідно до таблиці «Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС».

Оцінювання результатів захисту лабораторної роботи

Виконана й оформлена відповідно до встановлених Методичними рекомендаціями вимог лабораторна робота комплексно оцінюється викладачем при її захисті з урахуванням таких критеріїв: самостійність та правильність виконання; повнота відповіді та знання методики розробки сайту, наявність правильно оформленого звіту до лабораторної роботи.

Результат виконання і захисту здобувачем вищої освіти кожної лабораторної роботи оцінюється відповідно до таблиці Критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти.

У випадку виявлення здобувачем рівня знань, нижчого ніж 60 відсотків від максимального балу, встановленого Робочою програмою для кожної структурної одиниці, лабораторна робота йому *не зараховується* і для її захисту він має детальніше опрацювати матеріал з теми роботи, методику її виконання, виправити грубі помилки та повторно вийти на її захист у призначений для цього викладачем час.

Оцінювання результатів контрольної роботи

Контрольна робота передбачає виконання трьох теоретичних та двох практичних завдань. При оцінюванні контрольної роботи враховуються: повнота відповіді та якість виконання. Кожне завдання оцінюється 4 балами, загальна сума балів на позитивну оцінку становить від 12 до 20.

Розподіл балів при оцінюванні завдань контрольної роботи

Кількість правильних відповідей	1	2	3	4	5
Відсоток правильних відповідей	20	40	60	80	100
Кількість отриманих балів	4	8	12	16	20

При отриманні негативної оцінки контрольну роботу слід перездати до терміну **наступного** контролю.

На контрольну роботу відводиться 80 хвилин. Здобувач вищої освіти проходить контрольну роботу письмово, записуючи правильні відповіді на листку. При отриманні негативної оцінки контрольну роботу слід перездати до терміну **наступного** контролю.

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС визначається в автоматизованому режимі після внесення викладачем результатів оцінювання у балах з усіх видів навчальної роботи до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені нижче у таблиці «Співвідношення».

Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю (іспит)

Освітня програма передбачає підсумковий семестровий контроль з дисципліни у формі іспиту, завданням якого є системне й об'єктивне оцінювання як теоретичної, так і практичної підготовки здобувача з навчальної дисципліни. Складання іспиту відбувається за попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри білетами. Відповідно до цього в екзаменаційному білеті пропонується поєднання питань як теоретичного, так і практичного характеру.

Таблиця – Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю здобувачів денної форми навчання (40 балів для підсумкового контролю)

Види завдань	Для кожного окремого виду завдань		
	Мінімальний (достатній) бал (задовільно)	Потенційні позитивні бали* (середній бал) (добре)	Максимальний (високий) бал (відмінно)
Теоретичне питання № 1	7	8	10
Теоретичне питання № 2	7	8	10
Практичне завдання	10	15	20
Разом:	24	31	40

Примітка. *Позитивний бал за іспит, відмінний від мінімального (24 бали) та максимального (40 балів), знаходиться в межах 25-39 балів та розраховується як сума балів за усі структурні елементи (завдання) іспиту.

Для кожного окремого виду завдань підсумкового семестрового контролю застосовуються критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти, наведені вище (Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти).

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС визначається в автоматизованому режимі після внесення викладачем результатів оцінювання у балах з усіх видів навчальної роботи до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені нижче у таблиці «Співвідношення».

Семестровий іспит виставляється, якщо загальна сума балів, яку набрав студент з дисципліни за результатами поточного контролю, знаходиться у межах від 60 до 100 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «відмінно/добре/задовільно», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом сумі балів відповідно до таблиці Співвідношення.

Таблиця – Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Рейтингова шкала балів	Інституційна оцінка (рівень досягнення здобувачем вищої освіти запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни)	
		Залік	Іспит/диференційований залік
A	90-100	Зараховано	Відмінно/Excellent – високий рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни, що свідчить про безумовну готовність здобувача до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
B	83-89		Добре/Good – середній (максимально достатній) рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
C	73-82		Задовільно/Satisfactory – Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати навчання з навчальної дисципліни
D	66-72		
E	60-65		
FX	40-59	Незараховано	Незадовільно/Fail – Низка запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни відсутня. Рівень набутих результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
F	0-39		Незадовільно/Fail – Результати навчання відсутні

10. Питання для самоконтролю результатів навчання

1. Загальні відомості про Python. Области застосування та перспективи.
2. Установка VS Code. Доступ до документації Python.
3. Інструкції та структура програми в Python.
4. Введення даних у Python.
5. Вивід у Python.
6. Типи даних у Python.
7. Базовий синтаксис. Змінні та операції у Python.
8. Оператори розгалуження Python.
9. Цикли Python.
10. Списки Python.
11. Рядки у Python.
12. Загальні поняття про мехатроніку та робототехніку.
13. Базові визначення мехатроніки та робототехніки.
14. Основні напрямки розвитку мехатроніки та робототехніки.
15. Структура мехатронних систем.
16. Класифікація мехатронних систем.
17. Системи керування мехатронними та робототехнічними системами.
18. Особливості постановки задач керування мехатронними системами.
19. Принципи побудови систем інтелектуального керування в мехатроніці.
20. Особливості керування множинною мехатронних об'єктів та роботів.
21. Огляд компонентів та принципів роботи робота-маніпулятора Dobot.
22. Основи програмування робота-маніпулятора Dobot.
23. Загальні положення щодо програмування робота-маніпулятора Dobot на Python.
24. Кортежі у Python.
25. Множини у Python.
26. Словники у Python.
27. Функції у Python.
28. Робота з файлами у Python.
29. Модулі та пакети у Python.
30. Побудова графіків у Python.
31. Основні положення теоретичної механіки.
32. Основні положення матеріалознавства.
33. Основні положення опору матеріалів.
34. Основні положення теорії механізмів і машин.
35. Основні положення деталей машин та конструювання.
36. Об'єктно-орієнтоване програмування на Python.
37. Загальні відомості про комп'ютери.
38. Загальні відомості про мікропроцесорні системи.
39. Архітектура комп'ютерів.
40. Архітектура мікропроцесорних систем.

41. Універсальні мікропроцесори.
42. Мікроконтролери.
43. Вбудовані системи.
44. Мікрокомп'ютери.
45. ПЛК.
46. Цифрові сигнальні процесори.
47. ПЛІС.
48. Платформа Arduino.
49. Одноплатний комп'ютер Raspberry Pi.
50. Arduino IDE.
51. Програмування платформи Arduino на C++.
52. Операційна система Raspberry Pi OS.
53. Thonny IDE.
54. Програмування мікрокомп'ютера Raspberry Pi на Python.
55. Основи програмування класів на Python.
56. Створення екземплярів класу на Python.
57. Конструктор та деструктор класу Python.
58. Інкапсуляція у Python.
59. Наслідування у Python.
60. Поліморфізм у Python.
61. Композиція у Python.
62. Додаткові можливості класів у Python.
63. Абстрактні методи та декоратори класів у Python.
64. Графічний інтерфейс користувача в Python.
65. Подійно-орієнтоване програмування.
66. Інструменти для створення графічного інтерфейсу користувача.
67. Модуль стандартної бібліотеки tkinter.
68. Фреймворк PyQt.
69. Датчики положення та руху.
70. Датчики відстані та орієнтації.
71. Датчики сили та тиску.
72. Датчики температури та середовища.
73. Датчики спеціального призначення.
74. Програмування Arduino на Python у VS Code.
75. Модуль tkinter.
76. Клас Tk.
77. Основні віджети та упаковщики.
78. Прив'язка подій.
79. Розширенні можливості tkinter: модуль ttk.
80. Електроприводи.
81. Пневмоприводи.
82. Магнітні та соленоїдні приводи.
83. П'єзоелектричні приводи.
84. Приводи SMA.
85. Гібридні та комбіновані приводи.
86. Адаптивні або біонічні приводи.
87. Фреймворк PyQt.
88. Складові модулі мехатронних та робототехнічних систем.
89. Систематика мехатронних модулів.
90. Модулі руху.
91. Мехатронні модулі руху.
92. Інтелектуальні мехатронні модулі руху.
93. Мехатронні органи відчуття.
94. Передавальні механізми та перетворювачі руху.
95. Напрявні.
96. Кріплення.
97. Робочі органи.
98. Гальмівні пристрої та механізми.
99. Силкові перетворювачі.
100. Способи зберігання даних.
101. Бази даних.
102. Доступ до бази даних SQLite з Python.
103. Способи аналізу масивів даних.
104. Драйвера мехатронних модулів.
105. Взаємодія з інтернетом.
106. Розробка Веб-додатків.
107. Методи побудови мехатронних модулів та систем.

108. Визначення та класифікація роботів.
109. Будова та конструкція роботів.
110. Маніпулятори.
111. Захватні прилади.
112. Просторовий опис та перетворення.
113. Кінематика роботів.
114. Динаміка роботів.
115. Програмування робота Dobot.
116. Веб-інтерфейс на Arduino.
117. Основи мобільної робототехніки.
118. Класифікація мобільних роботів.
119. Наземні роботи.
120. Автономні роботи.
121. Безпілотні літальні апарати.
122. Теорія дронів.
123. Особливості літальної робототехніки.
124. Підводні роботи.
125. Планування рухом.
126. Керування рухом.
127. Навігація та локалізація роботів і дронів.
128. Зберігання та обробка даних.
129. Проектування та безпека мобільних роботів і дронів.
130. Будова та конструкція дронів.
131. Програмування дронів.

11. Матеріально-технічне та програмне забезпечення дисципліни (за потреби)

Інформаційна та комп'ютерна підтримка: ПК, планшет, смартфон або інший мобільний пристрій, проектор. Програмне забезпечення: програми Visual Studio Code або аналогічні, браузер, доступ до мережі Інтернет, робота з презентаціями.

Вивчення навчальної дисципліни не потребує використання спеціального програмного прикладного забезпечення, крім загальноновживаних програм і операційних систем.

12. Рекомендована література:

1. Є. А. Чичкарьов, О. В. Зінченко, С. В. Сльченко. Прикладне програмування на Python. Частина 1. Основи програмування на Python. Київ: ДУТ, 2022. 160с.
2. Івановський О. А., В. С. Парненко В. С. Інформатика. Програмування на Python. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 239с.
3. Таїрова М. С., Журавльова З. Ю. Мова програмування Python для наукових обчислень. Частина 1. Одеса: ОНУ ім. І. І. Мечник., 2022. 260с.
4. Matthes E. Python Crash Course: A Hands-On, Project-Based Introduction to Programming. San Francisco: No Starch Press, 2023. 744p.
5. Висоцька В. А., Оборська О. В. Python: алгоритмізація та програмування: навчальний посібник. 2-ге вид. Львів : Новий Світ-2000, 2025. 514с.
6. Guillod J. Python Programming for Mathematics. — Basel: Springer Nature, 2025. 368 p.
7. Трег'як А., Кльон А. Основи робототехніки: навчальний посібник для студентів спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування», 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка». Полтава: вид-во нац. ун-ту «Полтав. політехніка ім. Юрія Кондратюка», 2024. 135с.
8. Основи мехатроніки: навчальний посібник / О. М. Артюх та ін. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2021. 312с.
9. Торопов А. В., Торопова Л. В., Босак А. В. Основи мехатроніки і робототехніки: лабораторний практикум: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів» спец. 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. 44 с.
10. Сорокін М. Основи робототехніки: навчальний посібник. Харків: Біотехніка, 2025. 118 с.
11. Костюк В. С., Валіулін Г. Р., Костюк Є. В. Прикладна механіка та основи конструювання: навчальний посібник. Київ : Кондор, 2024. 226с.
12. Теоретична механіка. Навчальний посібник / П. Штанько та ін. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. 464с.
13. Кришталь В. Ф., Губська В. В. Теоретична механіка. Кінематика твердого тіла та динаміка точки. Курс лекцій: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Конструювання та дизайн машин» спеціальності 131 «Прикладна механіка». 2-ге вид. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. 146с.
14. Стрілець О. Р. Теорія механізмів і машин. Конспект лекцій: навчально-методичний посібник. Рівне: НУВГП, 2023. 229с.

15. В. С. Костюк, Г. Р. Валіулін, Є. В. Костюк. Прикладна механіка та основи конструювання: навчальний посібник. Київ: Кондор, 2024. 226с.
16. Кірієнко О. А. Теорія механізмів і машин. Контрольні та домашні роботи. Навчальний посібник з кредитного модуля для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальностями 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування». Київ: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2021. 72с.
17. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи / Т. А. Довбуш та ін. Тернопіль: ФОП «Паляниця В.А.», 2022. 220с.
18. Матеріалознавство: навчальний посібник / В. І. Бузило та ін. Дніпро: НТУ «Дніпр. політехніка», 2021. 243с.
19. Jeff Cicolani. Beginning Robotics with Raspberry Pi and Arduino: Using Python and OpenCV. Texas, USA. Pflugerville Apress: 2021. 356с.
20. Барабан С. В., Белзецький Р. С., Арсенюк І. Р. Комп'ютерна інженерія та основи робототехніки: електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання. Вінниця: ВНТУ, 2024. 155с.
21. Herath D., St-Onge D. Foundations of robotics. A multidisciplinary approach with python and ROS. Quebec: Springer–Kinova Inc., 2022. 543р.
22. С. Б. Могильний. Мікрокомп'ютерні вбудовані системи радіокерування: Лабораторний практикум: навч. посіб. для студ. спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка». Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 123с.
23. Kumar D. Mechanical Engineering and Mechatronics Handbook . Boca Raton: CRC Press, 2022. 460р.
24. О. В. Стаценко. Робототехніка та мехатроніка. Лаб. практикум: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність» спец. 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. 57с.
25. А. В. Шульга. Мехатроніка. Курс лекцій: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітніми програмами «Інтелектуальні технології радіоелектронної техніки», «Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія» та «Радіотехнічні комп'ютеризовані системи» спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 197с.
26. Н. М. Гулієва. Мехатроніка. Конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань 13 Механічна інженерія ОП «Прикладна механіка», ОП «Металообробне обладнання та роботизовані виробничі системи» спец. 131 Прикладна механіка денної та заоч. форм навч. Луцьк: ЛНТУ, 2022. 96с.
27. D. Herath, D. St-Onge. Foundations of Robotics: A Multidisciplinary Approach with Python and ROS. London: Springer Nature, 2022. 543р.
28. М. М. Поліщук, М.М. Ткач. Робототехнічні системи: проектування і моделювання: навч. посіб. для студ. спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології». Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 112с.
29. L. Romdhane, A. Mlika. Robotics and Mechatronics: Proceedings of ISRM 2024. Cham: Springer, 2024. 408р.
30. B. Siciliano. Robotics Goes MOOC: Design. London: Springer, 2025. – 442с.
31. Foundations of Robotics / B. Siciliano and others. Naples / Rome: Springer Nature, 2025. 719р.
32. М. М. Поліщук, М. М. Ткач. Робототехнічні системи та комплекси: мобільні роботи довільної орієнтації: підруч. для студ. спец. «Інформаційні системи та технології» Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 301с.
33. Бернацький А.П. Практичне програмування роботів. Gazebo Military Edition: навчальний посібник. Дніпро: Видавництво «Ліра-К». 2025. 232с.
34. Волканін Є. Є. Схемотехніка безпілотних літальних апаратів: навч. посіб. Харків: ХНУВС, 2024. – 108с.
35. Бойове застосування безпілотних комплексів для виконання завдань інженерної підтримки: навчальний посібник / Р. Колос та ін. Львів: НАСВ, 2025. 172с.
36. Теорія і практика застосування безпілотних літальних апаратів (дронів). UA Dynamics. Посіб. створ. ветеранами бойових дій, 2023. 126с.
37. Бернацький А.П. Практичне програмування роботів. Robot Operating System: навчальний посібник. Дніпро: Видавництво «Ліра-К». 2025. 192с.

13. Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання. URL : <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=10032>
2. Електронна бібліотека ХНУ. URL: <http://library.khmnu.edu.ua/>
3. Інституційний репозитарій ХНУ. URL : <https://elar.khmnu.edu.ua/home>

ОСНОВИ МЕХАТРОНІКИ ТА РОБОТОТЕХНІКИ

Тип дисципліни
Рівень вищої освіти
Мова викладання

Семестр

Кількість призначених кредитів ЄКТС

Форми здобуття освіти, для яких викладається дисципліна

Обов'язкова

Перший (бакалаврський)

Українська

Другий

5,0

Очна (денна)

Результати навчання. Після вивчення дисципліни здобувач вищої освіти повинен: *вміти* розрізняти основні типи мехатронних систем та роботів і пояснювати їхню архітектуру; *знати* як описувати інженерні принципи руху та основні кінематичні і базові динамічні характеристики роботів; *бути здатним* ідентифікувати та пояснювати принцип дії основних електронних компонентів, що використовуються в робототехніці; *знати* основні етапи алгоритмізації та програмування для розробки логіки керування робототехнічними процесами; *мати базові навички програмувати* мовою високого рівня Python для програмно-інтегрованого керування роботами, включаючи моделювання кінематики і динаміки, обробку сенсорних даних з подальшим їх збереженням в базу даних і розробку простих інтерфейсів (GUI/Web); *розробляти* базові програми для мікроконтролерних систем на C/C++ для безпосереднього керування приводами; *реалізовувати* інтегровані програмно-апаратні рішення для виконання базових робототехнічних завдань.

Зміст навчальної дисципліни. Програмування на Python і вступ в мехатроніку та робототехніку. Програмування на Python та основні положення інженерної механіки для мехатроніки і робототехніки. Програмування на Python та комп'ютерні і мікропроцесорні системи керування. Програмування на Python та основні сенсори мехатронних модулів та систем і роботів. Програмування на Python та актуатори мехатронних модулів та систем і роботів. Програмування на Python та мехатронні модулі. Мехатронні системи і роботи. Мобільні роботи та дрони.

Пререквізити – Програмування (ОФП.01), Фізика (ОЗП.02).

Постреквізити – Робототехніка та штучний інтелект (ОФП.06).

Запланована навчальна діяльність: Мінімальний обсяг навчальних занять в одному кредиті ЄКТС навчальної дисципліни для *першого* (бакалаврського) рівня вищої освіти за денною формою здобуття освіти становить 10 годин на 1 кредит ЄКТС.

Форми (методи) навчання: лекції (з використанням методів візуалізації, проблемного й інтерактивного навчання, мотиваційних прийомів, інформаційно-комунікаційних технологій); лабораторні заняття (з використанням методів комп'ютерного моделювання, методів проєктної діяльності, тренінгових вправ, аналіз проблемних ситуацій, пояснення, дискусія); самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання та захисту лабораторних робіт, поточного контролю), з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій.

Форми оцінювання результатів навчання: оцінювання лабораторних робіт; контрольна робота; іспит.

Вид семестрового контролю: іспит – 2 семестр.

Навчальні ресурси:

1. Є. А. Чичкарьов, О. В. Зінченко, С. В. Єльченко. Прикладне програмування на Python. Частина 1. Основи програмування на Python. Київ: ДУТ, 2022. 160с.
2. Трет'як А., Кльон А. Основи робототехніки: навчальний посібник для студентів спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування», 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка». Полтава: вид-во нац. ун-ту «Полтав. політехніка ім. Юрія Кондратюка», 2024. 135с.
3. Matthes E. Python Crash Course: A Hands-On, Project-Based Introduction to Programming. San Francisco: No Starch Press, 2023. 744p.
4. Основи мехатроніки: навчальний посібник / О. М. Артюх та ін. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. 312с.
5. Jeff Cicolani. Beginning Robotics with Raspberry Pi and Arduino: Using Python and OpenCV. Texas, USA. Pflugerville Apress: 2021. 356с.
6. М. М. Полішук, М. М. Ткач. Робототехнічні системи та комплекси: мобільні роботи довільної орієнтації: підруч. для студ. спец. «Інформаційні системи та технології» Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 301с.
7. Бернацький А.П. Практичне програмування роботів. Gazebo Military Edition: навчальний посібник. Дніпро: Видавництво «Ліра-К». 2025. 232с.
8. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=10032>.
9. Електронна бібліотека ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://library.khmnu.edu.ua/>

Викладачі: канд. техн. наук, доцент Макаришкін Д.А.