ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету
комп'ютерно-інтегрованих
технологій, мехатроніки
і робототехніки

27 серпня 2026 р.,
протокол № 7

Голова Вченої ради

_____ Андрій ТКАЧУК

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр»
спеціальності G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»
освітньо-професійна програма «Системи керування безпілотними апаратами»
факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
кафедра робототехніки, електроенергетики та автоматизації
ім. проф. Б.Б. Самотокіна

Схвалено на засіданні кафедри
робототехніки, електроенергетики та
автоматизації ім. проф. Б.Б. Самотокіна
25 серпня 2026 р.,
протокол № 7

Завідувач кафедри
_____ Олексій ГРОМОВИЙ

Гарант освітньо-професійної програми
_____ Андрій ТКАЧУК

Розробники: д.т.н., професор кафедри робототехніки, електроенергетики та автоматизації ім. проф. Б.Б. Самотокіна ПУХОВСЬКИЙ Євген;
старший викладач кафедри робототехніки, електроенергетики та автоматизації ім. проф. Б.Б. Самотокіна БОГДАНОВСЬКИЙ Мартін

Житомир
2027 – 2028 н.р.

Робоча програма навчальної дисципліни «Інтелектуальні мехатронні системи» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр» спеціальності G7 «Автоматизація, комп’ютерно-інтегровані технології та робототехніка» освітньо-професійна програма «Системи керування безпілотними апаратами» затверджена Вченою радою факультету комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки від 27 серпня 2026 р., протокол № 7.

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 5</td><td>Галузь знань
G «Інженерія, виробництво та будівництво»</td><td colspan="2">Обов’язкова</td></tr>
<tr><td>Модулів – 2</td><td rowspan="5">Код спеціальності
G7 «Автоматизація, комп’ютерно-інтегровані технології та робототехніка»</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 2</td><td>2-й</td><td>2-й</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Загальна кількість годин – 150</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>3-й</td><td>3-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 9
самостійної роботи студента – 16</td><td rowspan="11">Освітній ступінь
«магістр»</td><td>24 год.</td><td>8 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні</td></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>30 год.</td><td>8 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>96 год.</td><td>134 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю: екзамен</td></tr>
</table>

Частка аудиторних занять і частка самостійної та індивідуальної роботи у загальному обсязі годин з навчальної дисципліни становить:
для денної форми навчання – 36 % аудиторних занять, 64 % самостійної та індивідуальної роботи;
для заочної форми навчання – 11 % аудиторних занять, 89 % самостійної та індивідуальної роботи.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни є формування у здобувачів вищої освіти системних знань і практичних навичок щодо принципів побудови, моделювання, дослідження та розроблення інтелектуальних мехатронних систем із застосуванням сучасних методів автоматичного керування, нечіткої логіки, штучних нейронних мереж, машинного навчання та комп'ютерного зору, а також набуття умінь застосовувати інтелектуальні алгоритми для керування мобільними і промисловими робототехнічними системами, аналізувати їх структуру, функціонування та ефективність у складних і динамічних умовах.

Завданнями навчальної дисципліни є:

- формування знань щодо принципів побудови, структури та функціонування інтелектуальних мехатронних систем;
- оволодіти математичним апаратом нечітких множин та принципами створення систем управління мехатронними системами на основі нечіткої логіки та штучних нейронних мереж;
- навчитись застосовувати теорію нечіткої логіки та штучних нейронних мереж для задач синтезу керування мехатронними системами;
- вивчення принципів побудови, програмування та функціонування промислових роботів і робототехнологічних комплексів, зокрема на базі роботів KUKA;
- навчитись застосовувати сучасні програмні засоби при вирішенні задач синтезу та аналізу управління мехатронними системами.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених освітньо-професійною програмою «Системи керування безпілотними апаратами»:

ЗК2. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

СК1. Здатність здійснювати автоматизацію складних технологічних об'єктів та комплексів, створювати кіберфізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням баз даних, баз знань, методів штучного інтелекту, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв;

СК3. Здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності систем і процесів керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

СК6. Здатність застосовувати сучасні методи теорії автоматичного керування для розроблення автоматизованих систем управління технологічними процесами та об'єктами.

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.
СК10. Здатність розробляти, інтегрувати та налагоджувати програмно-апаратні засоби керування мобільними роботизованими системами, забезпечуючи взаємодію сенсорних, виконавчих та обчислювальних компонентів, реалізацію алгоритмів автономного керування і навігації в складних та динамічних середовищах.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за спеціальністю G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»:
РН01. Створювати системи автоматизації, кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережевих технологій, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв.
РН04. Застосовувати сучасні підходи і методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.
РН08. Застосовувати сучасні математичні методи, методи теорії автоматичного керування, теорії надійності та системного аналізу для дослідження та створення систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, кіберфізичних виробництв.
РН09. Розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом.
РН10. Розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційно-технічними об'єктами, професійно володіти спеціальними програмними засобами.
РН14. Розробляти, інтегрувати та налагоджувати програмно-апаратні засоби керування мобільними роботизованими системами, забезпечувати взаємодію сенсорних, виконавчих та обчислювальних компонентів, реалізовувати алгоритми автономного керування і навігації у складних та динамічних середовищах.

Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі вищої освіти зможуть отримати наступні Soft skills:

- *комунікативні навички*: письмове, вербальне й невербальне спілкування; уміння грамотно спілкуватися по e-mail; вести дискусію, аргументовано представляти й обґрунтовувати власну позицію; навички працювати в команді;
- *уміння виступати привселюдно*: навички, необхідні для виступів на публіці; навички проведення презентації;
- *керування часом:* уміння справлятися із завданнями вчасно;
- *гнучкість і адаптивність:* гнучкість, адаптивність і здатність змінюватися; уміння аналізувати ситуацію, орієнтування на вирішення проблеми;
- *лідерські якості*: уміння спокійно працювати в напруженому середовищі; уміння ухвалювати рішення; уміння ставити мету, планувати діяльність;
- *особисті якості:* креативне й критичне мислення; етичність, чесність, терпіння, повага до оточуючих.

3. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовий модуль 1. Інтелектуальні мехатронні системи та системи керування ними.

Тема 1. Принципи побудови інтелектуальних мехатронних систем (ЗК3, СК1, СК8, РН01, РН09).

Поняття інтелектуальної мехатронної системи. Мехатронна система як інтеграція механічної, електромеханічної, сенсорної, обчислювальної та програмної підсистем. Принципи побудови інтелектуальних систем керування. Кіберфізичний підхід до побудови мехатронних систем. Місце методів штучного інтелекту в системах керування. Бази знань та експертні системи. Інтелектуальний зворотний зв'язок. Функціональна, технічна та інформаційна структури інтелектуальної мехатронної системи.

Тема 2. Мехатронні модулі, мобільні роботизовані системи та промислові роботи (ЗК2, ЗК3, СК1, СК8, СК10, РН01, РН09, РН14).

Принципи структурної та функціональної інтеграції мехатронних систем. Електромеханічні модулі руху. Двигуни, редуктори, виконавчі механізми, енкодери та сенсорні системи. Обертальні та поступальні модулі. Інтелектуальні мехатронні модулі. Архітектура мобільної роботизованої системи. Мобільні роботи для ремонту підземних комунікацій та гексаподи. Обчислювальні, сенсорні та виконавчі компоненти. Взаємодія камери, IMU, LiDAR, GNSS, приводів і бортового обчислювача. Принципи автономного керування та навігації.

Промислові роботи та робототехнологічні комплекси. Структура промислового маніпулятора. Основні кінематичні схеми. Системи координат. Робоча зона. Приводи та датчики положення. Захвати та технологічне оснащення. Побудова роботизованої технологічної комірки. Мікроманіпуляційні системи (ММС). Структура ММС. Модулі руху ММС. Датчики та п’єзо приводи ММС.

Тема 3. Нечіткі системи та теорія нечітких множин (ЗК2, ЗК3, СК1, СК3, СК6, СК7, РН01, РН04, РН08, РН10).

Поняття нечітких множин та нечіткої логіки. Історія розвитку нечіткої логіки та практики її застосування для побудови нечітких систем, доля ринку пристроїв із нечітким керуванням. Сфери використання нечітких систем. Процес проектування нечіткої системи: етапи опису змінних та правил функціонування системи, offline – оптимізація, online – оптимізація, реалізація. Приклади застосування у мехатронних і робототехнічних системах.

Тема 4. Проєктування, моделювання та оптимізація нечітких регуляторів (ЗК2, ЗК3, СК1, СК3, СК6, СК7, РН01, РН04, РН08, РН10).

Структура нечіткого регулятора. Фаззифікація. Формування бази правил. Механізми нечіткого виведення Мамдані та Сугено. Дефаззифікація. Вибір функцій належності.

Налаштування та оптимізація параметрів нечіткого регулятора. Комп'ютерне моделювання системи керування. Порівняння нечіткого та класичного регулювання. Оцінювання показників якості керування.

МОДУЛЬ 2

Змістовий модуль 2. Інтелектуальні, адаптивні та робототехнічні системи керування

Тема 5. Побудова інтелектуальних систем керування (ІСК) з використанням нечіткої логіки (ЗК2, ЗК3, СК1, СК3, СК6, СК7, РН01, РН04, РН08, РН10)

Принципи побудови ІСК. Комбіновані системи з класичними та нечіткими регуляторами. Нечітке налаштування параметрів PID-регулятора. Адаптивні системи керування. Системи з еталонною моделлю. Налаштування параметрів регуляторів залежно від режиму функціонування об'єкта. Дослідження стійкості та якості роботи інтелектуальних систем.

Тема 6. Штучні нейронні мережі та нейронечіткі системи керування (ЗК2, ЗК3, СК1, СК3, СК7, РН01, РН04, РН10).

Структура штучного нейрона. Архітектури нейронних мереж. Функції активації. Навчання нейронних мереж. Формування навчальних, валідаційних і тестових вибірок. Використання ШНМ для апроксимації, класифікації, прогнозування та ідентифікації стану мехатронних систем. Нейромережеві регулятори. Нейронечіткі системи. Використання інтелектуальних алгоритмів у робототехнічних системах.

Тема 7. Технічний зір в інтелектуальних мехатронних та робототехнічних системах (ЗК2, ЗК3, СК1, СК7, СК10, РН01, РН10, РН14).

Формування цифрового зображення. Камери та параметри систем технічного зору. Попередня обробка та фільтрація зображень. Виділення ознак. Сегментація та розпізнавання об'єктів. Визначення координат і параметрів руху об'єктів. Нейронні мережі для розпізнавання образів. Візуальна навігація мобільного робота. Використання технічного зору для керування роботизованими системами.

Тема 8. Інтеграція та програмування промислових і мобільних роботизованих систем (ЗК2, ЗК3, СК1, СК6, СК7, СК8, СК10, РН01, РН08, РН09, РН10, РН14).

Структура системи керування роботизованим комплексом. Обмін інформацією між сенсорними, виконавчими та обчислювальними компонентами. Програмно-апаратна інтеграція роботизованої системи. Основи програмування промислових роботів KUKA. Навчання точок і формування траєкторій. Взаємодія робота з PLC та технологічним обладнанням. Основи безпечної експлуатації роботизованої комірки.

Програмно-апаратна інтеграція мобільної роботизованої системи. Сенсори, виконавчі пристрої, бортові обчислювачі. Передавання даних та реалізація алгоритмів автономного руху.

4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Змістові модулі і теми	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	лекції	лабораторні	самостійна робота	усього	лекції	лабораторні	самостійна робота
МОДУЛЬ 1								
Змістовий модуль 1. Інтелектуальні мехатронні системи та системи керування ними								
Тема 1. Принципи побудови інтелектуальних мехатронних систем	20	2	4	14	20	2	-	18
Тема 2. Мехатронні модулі, мобільні роботизовані системи та промислові роботи	12	2	-	10	12	-	-	12
Тема 3 Нечіткі системи та теорія нечітких множин	14	4	-	10	14	-	-	14
Тема 4. Проєктування, моделювання та оптимізація нечітких регуляторів	23	4	6	13	24	-	2	22
Модульний контроль 1	1	-	1	-	-	-	-	-
Разом модуль 1	**70**	**12**	**11**	**47**	**70**	**2**	**2**	**66**
МОДУЛЬ 2								
Змістовий модуль 2. Інтелектуальні, адаптивні та робототехнічні системи керування								
Тема 5. Побудова інтелектуальних систем керування (ІСК) з використанням нечіткої логіки	17	2	-	15	17	-	-	17
Тема 6. Штучні нейронні мережі та нейронечіткі системи керування	20	2	4	14	20	2	-	18
Тема 7. Технічний зір в інтелектуальних мехатронних та робототехнічних системах	22	4	8	10	22	2	4	16
Тема 8. Інтеграція та програмування промислових і мобільних роботизованих систем	20	4	6	10	21	2	2	17
Модульний контроль 2	1	-	1	-	-	-	-	-
Разом модуль 2	**80**	**12**	**19**	**49**	**80**	**6**	**6**	**68**
ВСЬОГО	**150**	**24**	**30**	**96**	**150**	**8**	**8**	**134**

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
МОДУЛЬ 1			
Змістовий модуль 1. Інтелектуальні мехатронні системи та системи керування ними			
1	Дослідження класичних законів управління електромеханічних систем.	4	-
2	Дослідження комбінованих регуляторів електромеханічних систем на базі нечіткої логіки.	6	2
	Модульний контроль 1	1	-
	РАЗОМ	11	**2**
МОДУЛЬ 2			
Змістовий модуль 2. Інтелектуальні, адаптивні та робототехнічні системи керування			
3	Інтелектуальні системи управління на базі штучних нейронних мереж.	4	-
4	Програмування промислового робота KUKA: системи координат і формування траєкторії руху	8	4
5	Розроблення та дослідження інтелектуального алгоритму керування мобільною роботизованою системою	6	2
	Модульний контроль 2	1	-
	РАЗОМ ЗА МОДУЛЬ 2	19	**6**
	РАЗОМ	**30**	**8**

6. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
МОДУЛЬ 1			
Змістовий модуль 1. Інтелектуальні мехатронні системи та системи керування ними			
1	Сучасні архітектури інтелектуальних мехатронних систем. Кіберфізичний підхід, розподілене керування, цифрові двійники, взаємодія фізичних та інформаційних компонентів мехатронної системи.	14	18
2	Сучасні промислові робототехнічні комплекси. Типи промислових роботів, роботизовані технологічні комірки, кінцеві ефектори, системи безпеки.	10	12
3	Мікроманіпуляційні системи (ММС). Структура ММС. Модулі руху ММС. Датчики та п’єзо приводи ММС. Сенсорні та інтелектуальні мехатронні модулі. Інтелектуальні приводи, енкодери, силомоментні та тактильні сенсори, сенсорне злиття даних, принципи побудови smart-actuator та smart-sensor модулів.	10	14
4	Розширені методи представлення нечітких знань. Нечіткі відношення, композиції нечітких відношень, α-рівні, нечіткі числа та їх застосування в задачах керування. Діаграми Ейлера-Венна.	13	22
	РАЗОМ ЗА МОДУЛЬ 1	**47**	**66**
МОДУЛЬ 2			
Змістовий модуль 2. Інтелектуальні, адаптивні та робототехнічні системи керування			
5	Методи вибору функцій належності, формування та скорочення баз правил, критерії якості нечітких регуляторів, автоматичне налаштування їх параметрів.	15	17
6	Керування в умовах невизначеності та зміни параметрів об'єкта. Види невизначеності, адаптивні та інтелектуальні підходи до її компенсації, комбіновані PID–fuzzy та нейронечіткі структури керування.	14	18
7	Формування навчальної, валідаційної та тестової вибірок, перенавчання, регуляризація, оцінювання якості нейромережевих моделей, застосування ШНМ у мехатроніці.	10	16
8	Калібрування камер, визначення положення та орієнтації об'єктів, відстеження рухомих об'єктів, застосування машинного зору в роботизованих комірках та для керування промисловими роботами.	10	17
	РАЗОМ ЗА МОДУЛЬ 2	**49**	**68**
	РАЗОМ	**96**	**134**

7. Індивідуальні завдання

Передбачено виконання індивідуального завдання, спрямованого на поглиблене опрацювання окремих питань інтелектуальних мехатронних систем, практичне застосування методів штучного інтелекту, моделювання та дослідження алгоритмів керування.

Основними напрямками індивідуальних завдань є:

- розроблення та дослідження програмних моделей інтелектуальних мехатронних систем і окремих мехатронних модулів;
- удосконалення та оновлення існуючих моделей та програмних макетів дослідження систем управління мехатронних систем;
- вивчення альтернативних програмних засобів аналізу та синтезу мехатронних систем та вузлів;
- побудова та програмна реалізація моделей комп’ютерного зору для мехатронних систем;
- візуалізація та симуляція роботи елементів мехатронних систем при типових законах управління;
- використання гібридних нейромережевих методів планування та оптимізації параметрів налаштування мехатронних модулів;
- розроблення та дослідження алгоритмів комп’ютерного зору для виявлення, класифікації та визначення положення об’єктів;
- моделювання та дослідження інтелектуального керування приводами промислового робота;
- дослідження можливостей застосування технічного зору у робототехнічній комірці з промисловим роботом KUKA;
- дослідження застосування методів штучного інтелекту для діагностування та прогнозування відмов мехатронних систем;
- дослідження парадигми використання машинного навчання та великих мовних моделей для задач управління мехатронними системами.

Результати виконання індивідуального завдання оформлюються у вигляді звіту, програмної моделі, результатів комп’ютерного моделювання або експериментального дослідження та підлягають захисту.

8. Методи навчання

Під час викладання навчальної дисципліни використовуються методи навчання, що сприяють досягненню відповідних програмних результатів.

Результат навчання	Методи навчання
РН01. Створювати системи автоматизації, кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережевих технологій, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв.	– Вербальні методи (лекція, пояснення) – Наочні методи (спостереження, демонстрація, ілюстрація) – Практичні методи (проведення дослідів, експериментів, виконання різних видів вправ, практичних завдань) – Дискусійний метод – Метод активного навчання (проведення ділових ігор, мозковий штурм, командна робота) – Ситуаційний метод – Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, вирішення задач, проведення розрахунків, написання есе, підготовка доповідей, написання наукових статей)
РН04. Застосовувати сучасні підходи і методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об’єктами.	– Вербальні методи (лекція, пояснення) – Наочні методи (спостереження, демонстрація, ілюстрація) – Практичні методи (проведення дослідів, експериментів, виконання різних видів вправ, практичних завдань) – Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, вирішення задач, проведення розрахунків, написання есе, підготовка доповідей, написання наукових статей)
РН08. Застосовувати сучасні математичні методи, методи теорії автоматичного керування, теорії надійності та системного аналізу для дослідження та створення систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об’єктами, кіберфізичних виробництв.	– Вербальні методи (лекція, пояснення) – Наочні методи (спостереження, демонстрація, ілюстрація) – Практичні методи (проведення дослідів, експериментів, виконання різних видів вправ, практичних завдань) – Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, вирішення задач, проведення розрахунків, написання есе, підготовка доповідей, написання наукових статей)
РН09. Розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними	– Вербальні методи (лекція, пояснення) – Наочні методи (спостереження, демонстрація, ілюстрація)

технологічними та організаційно-технічними об'єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом.	– Практичні методи (проведення дослідів, експериментів, виконання різних видів вправ, практичних завдань) – Метод активного навчання (проведення ділових ігор, мозковий штурм, командна робота) – Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, вирішення задач, проведення розрахунків, написання есе, підготовка доповідей, написання наукових статей)
РН10. Розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційно-технічними об'єктами, професійно володіти спеціальними програмними засобами.	– Вербальні методи (лекція, пояснення) – Наочні методи (спостереження, демонстрація, ілюстрація) – Практичні методи (проведення дослідів, експериментів, виконання різних видів вправ, практичних завдань) – Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, вирішення задач, проведення розрахунків, написання есе, підготовка доповідей, написання наукових статей)
РН14. Розробляти, інтегрувати та налагоджувати програмно-апаратні засоби керування мобільними роботизованими системами, забезпечувати взаємодію сенсорних, виконавчих та обчислювальних компонентів, реалізовувати алгоритми автономного керування і навігації у складних та динамічних середовищах.	– Вербальні методи (лекція, пояснення) – Наочні методи (спостереження, демонстрація, ілюстрація) – Практичні методи (проведення дослідів, експериментів, виконання різних видів вправ, практичних завдань) – Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, вирішення задач, проведення розрахунків, написання есе, підготовка доповідей, написання наукових статей)

9. Методи контролю

Перевірка досягнення програмних результатів навчання здійснюється з використанням наступних методів.

Результат навчання	Методи контролю
РН01. Створювати системи автоматизації, кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та	- Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання - Перевірка виконання домашніх завдань, вправ, кейсів

мережевих технологій, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв.	- Перевірка виконання та захист індивідуальних завдань - Перевірка виконання завдань модульного контролю - Перевірка виконання та захист лабораторних робіт – Екзамен
РН04. Застосовувати сучасні підходи і методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об’єктами.	- Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання - Перевірка виконання домашніх завдань, вправ, кейсів - Перевірка виконання та захист індивідуальних завдань - Перевірка виконання та захист лабораторних робіт - Перевірка виконання завдань модульного контролю - Екзамен
РН08. Застосовувати сучасні математичні методи, методи теорії автоматичного керування, теорії надійності та системного аналізу для дослідження та створення систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об’єктами, кіберфізичних виробництв.	- Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання - Перевірка виконання домашніх завдань, вправ, кейсів - Перевірка виконання та захист лабораторних робіт - Перевірка виконання та захист індивідуальних завдань - Перевірка виконання завдань модульного контролю - Екзамен
РН09. Розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об’єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом.	- Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання - Перевірка виконання домашніх завдань, вправ, кейсів - Перевірка виконання та захист лабораторних робіт - Перевірка виконання та захист індивідуальних завдань - Перевірка виконання завдань модульного контролю - Екзамен
РН10. Розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційно-технічними об’єктами, професійно володіти спеціальними програмними засобами.	- Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання - Перевірка виконання домашніх завдань, практичних завдань, вправ, кейсів - Перевірка виконання та захист індивідуальних завдань

	- Перевірка виконання завдань модульного контролю - Перевірка виконання та захист лабораторних робіт - Екзамен
РН14. Розробляти, інтегрувати та налагоджувати програмно-апаратні засоби керування мобільними роботизованими системами, забезпечувати взаємодію сенсорних, виконавчих та обчислювальних компонентів, реалізовувати алгоритми автономного керування і навігації у складних та динамічних середовищах.	- Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання - Перевірка виконання домашніх завдань, практичних завдань, вправ, кейсів - Перевірка виконання та захист індивідуальних завдань - Перевірка виконання та захист лабораторних робіт - Перевірка виконання завдань модульного контролю - Екзамен

10. Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти

Система оцінювання результатів навчання включає поточний, модульний та підсумковий контроль для здобувачів денної форми навчання і поточний та підсумковий контроль – для здобувачів заочної форми навчання. Формою підсумкового контролю відповідно до навчального плану є екзамен.

Для здобувачів заочної форми поточний контроль здійснюється під час контактних занять та за результатами виконання і захисту завдань у міжсесійний період, зокрема з використанням освітнього порталу. Семестрова оцінка визначається як сума балів поточного контролю та екзамену.

Для обох форм навчання застосовуються однакові результати навчання, критерії оцінювання та максимальна кількість балів. Порядок проведення контрольних заходів і формування семестрової оцінки визначається Положенням про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у Державному університеті «Житомирська політехніка». Перелік завдань, розподіл балів, строки виконання та критерії оцінювання розміщуються на освітньому порталі.

Розподіл балів з навчальної дисципліни за видами контролю

Види контролю	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Поточний контроль	60	60
Модульний контроль або підсумковий контроль у формі екзамену*	40	-
Підсумковий контроль у формі екзамену	-	40

Види контролю	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Підсумкова семестрова оцінка	**100**	**100**

*для здобувачів очної форми бали модульного або підсумкового контролю є альтернативними. Під час формування семестрової оцінки враховується лише один із зазначених результатів.

Розподіл балів за виконання завдань поточного контролю

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Виконання завдань під час навчальних занять	50	20
Виконання та захист індивідуальних самостійних завдань Для денної форми - 10 балів формуються як: 4 бали – повнота розкриття теми (4 - повеістю, 3 - не повністю, 2- частково, 1 - майже не розкрито, 0 - практично не відповідає завданню) 4 бали – оформлення звіту (4 - без зауважень, 3 - є окремі зауваження, 2 - є вагомі зауваження, 1 - суттєві зауваження, 0 - оформлено некоректно та неяксно) 2 бали – захист роботи - відповідь на уточнююче питання (2 - повна та правильна відповідь, 1 - є неточності, помилки у відповіді, 0 - відповідь невірна або відсутня) Для заочної форми - 40 балів формуються як: 15 балів – повнота розкриття теми (15 - повністю із наведеними прикладами, 10 - практично повністю, але відсутні приклади чи підтверджуючі матеріали, 7 - не повністю, 4- частково, 2 - майже не розкрито, 1- практично не розкрито, 0 - не відповідає завданню) 15 балів – оформлення звіту (15 - без зауважень, 10 - є окремі зауваження, 7 - є вагомі зауваження, 3 - суттєві зауваження, 0 - оформлено некоректно та неяксно) 10 балів – захист роботи - відповідь на уточнююче питання (10 - повна та правильна відповідь, 7 - є неточності, 4 є помилки у відповіді, 1 - відповідь містить лише окремі правильні думки, 0 - відповідь невірна або відсутня)	10	40
Виконання науково-дослідної роботи та інших видів робіт (**додаткові – заохочувальні бали**)*: 1. Участь у студентських предметних олімпіадах, Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт, грантах, науково-дослідних проектах 2. Підготовка наукових статей, тез доповідей наукових конференцій 3. Інші види робіт	до 10	до 10
Разом за виконання завдань поточного контролю	**60**	**60**

*заохочувальні бали нараховуються лише за діяльність, яка підтверджує досягнення результатів навчання відповідної дисципліни, у межах установленого максимуму поточного контролю - 60 балів. Вони не звільняють здобувача від виконання обов'язкових завдань.

Розподіл балів за виконання завдань під час навчальних занять

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Відповіді (виступи) на заняттях, участь у дискусії	10	5
Виконання та захист лабораторних робіт (денна форма - 5 робіт по 8 бали – 40 балів максимально) 3 бали - звіт неповний 5 балів - звіт повний 1 бал за неповну відповідь на усне питання 3 бали за правильну відповідь на усне питання Виконання та захист лабораторних робіт (заочна форма - 3 роботи по 5 5 балів – 15 балів максимально) 1 робота – 5 бали максимально: 1 бал – здобувач виконав роботу та показав результати (1 бали – здобувач виконав роботу повністю та показав результати, 0,5 – не всі досліди виконані, 0 – результатів не отримано) 1 бал – звіт оформлений і містить всі складові та завдання (1- звіт оформлений і містить всі складові та завдання, 0,5 - не всі складові звіту чи досліди оформлено, 0 - порушення структури роботи, відсутня більша частина складових чи оформлених дослідів) 1 бал – оформлення звіту без зауважень (1 - оформлення звіту без зауважень, 0,5 - є відхилення від стандартів, відсутні окремі підписи чи посилання на малюнки чи таблиці, 0 - суттєві порушення оформлення) 2 бали – захист роботи - відповідь на питання або виконання завдання (2 - повна і правильна відповідь, 1 - неповна відповідь, 0 - відповідь з помилками чи відсутня)	40	15
Разом за виконання завдань під час навчальних занять	**50**	**20**

Розподіл балів за виконання завдань модульного контролю для здобувачів денної форми навчання

Види робіт здобувача вищої освіти денної форми навчання	Кількість балів за семестр
Виконання завдань модульного контролю 1 (по 1 балу на 1 тестове запитання)	20
Виконання завдань модульного контролю 2 (по 1 балу на 1 тестове запитання)	20
Разом за виконання завдань модульного контролю	**40**

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті в рамках окремих тем навчальної дисципліни, здійснюється викладачем за зверненням здобувача вищої освіти та представленням документів, які підтверджують результати навчання (сертифікати, свідоцтва, скріншоти тощо). Рішення про визнання та оцінка за відповідну частину освітнього компонента приймається викладачем за результатами співбесіди зі здобувачем вищої освіти.

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті в рамках цілого освітнього компонента, здійснюється за процедурою, яка визначена у Положенні про організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

Шкала оцінювання

Шкала ЄКТС	Академічна шкала	100-бальна шкала
A	Відмінно	90-100
B	Добре	82-89
C		74-81
D	Задовільно	64-73
E		60-63
FX	Незадовільно	35-59
F		0-34

11. Глосарій

№ з/п	Термін державною мовою	Відповідник англійською мовою
1.	Інтелектуальні мехатронні системи	Intelligent Mechatronic Systems
2.	Мехатроніка	Mechatronics
3.	Робототехніка	Robotics
4.	Автоматизація	Automation
5.	Системи управління	Control Systems
6.	Сенсори	Sensors
7.	Актуатори	Actuators
8.	Програмування	Programming
9.	Моделювання	Modeling
10.	Симуляція	Simulation
11.	Мікроконтролери	Microcontrollers
12.	Програмні середовища	Software Environments

№ з/п	Термін державною мовою	Відповідник англійською мовою
13.	Нечітка логіка	Fuzzy Logic
14.	Штучний інтелект	Artificial Intelligence
15.	Машинне навчання	Machine Learning
16.	Нейронні мережі	Neural Networks
17.	Алгоритми	Algorithms
18.	Датасети	Datasets
19.	Обчислювальні моделі	Computational Models
20.	Обчислювальна потужність	Computational Power
21.	Система автоматичного керування	Automatic control system
22.	Дефаззифікація	Defuzzification
23.	Адаптивне керування	Adaptive control
24.	Комп’ютерний зір	Computer vision
25.	Мобільна роботизована система	Mobile robotic system
26.	Виконавчий механізм	Actuator
27.	Розпізнавання образів	Pattern recognition
28.	Робототехнічна комірка	Robotic cell
29.	Кіберфізична система	Cyber-physical system
30.	Мехатронний модуль	Mechatronic module

12. Рекомендована література

Основна література

1. Артюх О.М., Дударенко О.В., Кузьмін В.В., Сосик А.Ю. Основи мехатроніки : навч. посіб. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 372 с. Режим доступу - https://eir.zp.edu.ua/server/api/core/bitstreams/c7fbb921-3c34-4c55-a942-e9fb7794772a/content
2. Пересада С.М., Пушкар М.В. Основи мехатроніки : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 137 с. Режим доступу - https://ela.kpi.ua/handle/123456789/32203
3. Терейковський І.А., Бушуєв Д.А., Терейковська Л.О. Штучні нейронні мережі: базові положення : навч. посіб. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 123 с. Режим доступу - https://ela.kpi.ua/handle/123456789/50135

Додаткова література

1. Ross T.J. Fuzzy Logic with Engineering Applications / Timothy J. Ross. – 4th ed. – Hoboken : Wiley, 2020. – 608 p.
2. Herath D., St-Onge D. (eds.). Foundations of Robotics: A Multidisciplinary Approach with Python and ROS. Springer, 2022. 543 p. https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-19-1983-1
3. Костюк Г. І., Баранов О. О., Широкий Ю. В. Конструювання промислових роботів: навч. посіб. Харків : Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського

«XAI», 2020. 136 с. Режим доступу - http://dspace.library.khai.edu/xmlui/handle/123456789/7676

4. Желдак Т.А., Коряшкіна Л.С., Ус С.А. Нечіткі множини в системах управління та прийняття рішень: навч. посіб. / за ред. С.А. Ус. Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2020. 387 с. Режим доступу - https://ir.nmu.org.ua/entities/publication/829f0bc0-9a83-4fe1-852a-0ae751eade02

5. Szeliski R. Computer Vision: Algorithms and Applications, 2nd ed., August 28, 2021. © 2021 Springer. Режим доступу - https://zhengyu.tech/upload/2023/08/Computer%20Vision%20Algorithms%20and%20Applications.pdf

6. Use and Programming of Industrial Robots. (Version: Edu Pack Einsatz und Programmierung von Industrierobotern V4 en). Режим доступу - https://tl.ubb.edu.pl/download/6HFNVEzQeICoKCEFJQHBwa0p2cnxUBxULNjUoZ1syRmtFRhpacgczGgkJAAc9LSd6QGZnaFRZUhg4IClnWzJGa0VDDFR8VSwaBwkPUVhmBTEWIRY5GhBSRHs3LUpXOBAODhUaTHJBY1lBGgYBES0sNiUtNHJMV0FKdWU_XUAgDTICUwJUNgUuGxdOT1ESJTcwWH5yNh8ZFRsFaDxKXTwBMhMCZFlnTx1aEwA_XAQtLz0ma2JkKlpGNHZ1EBcQekY3Dh1dVGpVNhoRBwEcDS8cLQkhMT4SBQIHPjUtVV8_CjYIF1EYNAIyAREFAh8QKyE3DjcPJkcqFQZ3NyheEHpGPQYfX1RqVTEZQRE/workbook_useandprogrammingofindustrialrobots_v1_en.pdf

13. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. https://www.mathcad.com/en/blogs/complete-beginners-guide-ptc-mathcad [Електронний ресурс] - COMPLETE BEGINNERS GUIDE TO PTC MATHCAD
2. https://nl.mathworks.com/help/matlab/getting-started-with-matlab.html [Електронний ресурс] - Get Started with MATLAB
3. KUKA Robotics – https://www.kuka.com/