

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
КАФЕДРА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ТА  
СИСТЕМОТЕХНІКИ ІМ. АКАД. П.М. ВАСИЛЕНКА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Декан механіко-  
технологічного факультету  
В'ячеслав Вячеславович Братішко  
» \_\_\_\_\_ 2023 р.



«СХВАЛЕНО»  
на засіданні кафедри  
сільськогосподарських  
машин та системотехніки  
ім. акад. П.М. Василенка  
Протокол № 16  
від «20» квітня 2023 р.  
Завідувач кафедри  
Юрій Олегович Гуменюк

«РОЗГЛЯНУТО»  
Гарант ОПП «Агроінженерія»  
В'ячеслав Вячеславович Братішко  
« \_\_\_\_\_ 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ**

Спеціальність – 208 «Агроінженерія»

Освітньо-професійна програма «Агроінженерія»

Механіко-технологічний факультет

Розробник: доцент кафедри сільськогосподарських машин та системотехніки ім.  
акад. П. М. Василенка, канд. тех. наук Курка В.П.

## 1. Опис навчальної дисципліни

### «Мехатронні системи»

Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь		
Галузь знань	20 – «Аграрні науки та продовольство»	
Спеціальність	208 – Агроінженерія	
Освітній ступінь	Магістр	
2. Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	2	
Форма контролю	Іспит	
3. Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	2	
Семестр	1	
Лекційні заняття	30 год.	
Лабораторні заняття	30 год.	
Самостійна робота	90 год.	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних самостійної роботи студента	4 год. -	-

## 2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є ознайомлення з основними поняттями мехатроніки і робототехніки; освоєння принципів проектування та управління сучасними робототехнічними системами; формування у студентів умінь і навичок в галузі комплексної автоматизації виробничих процесів різного призначення із застосуванням сучасних гнучких засобів автоматизації – мехатронних пристроїв і промислових роботів.

Завданням дисципліни є підготовка майбутніх фахівців до вирішення завдань в області проектування автоматизованих систем управління технологічними процесами з використанням засобів мехатроніки і робототехніки та до активної участі в інноваційній діяльності сільськогосподарських підприємств і організацій.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:** основні поняття мехатроніки і робототехніки; принципи побудови мехатронних пристроїв, модулів та систем; будову і принцип дії промислових роботів, маніпуляторів та їх окремих модулів; класифікацію мехатронних модулів, роботів

і маніпуляторів, їх основні технічні характеристики; принципи розробки та використання програмного забезпечення для промислових роботів і роботизованих комплексів; основні прийоми управління мехатронними модулями за допомогою мікроконтролерів.

**вміти:** самостійно проектувати структуру мехатронних систем; розробляти відлагоджувати програмне забезпечення для управління маніпулятором або мобільним роботом; аналізувати та обирати робототехнічні засоби для автоматизації конкретних технологічних процесів.

Набуття компетентностей.

### **Інтегральна компетентність.**

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі агропромислового виробництва та у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

### **Загальні компетентності:**

ЗК1 – Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2 – Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК5 – Здатність працювати в команді.

ЗК7 – Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

### **Спеціальні компетентності:**

СК 01 – Здатність розв'язувати складні управлінські задачі та проблеми в сфері сільськогосподарського виробництва.

СК 02 – Здатність здійснювати наукові та прикладні дослідження для створення нових та удосконалення існуючих технологічних систем сільськогосподарського призначення, пошуку оптимальних методів їх експлуатації. Здатність застосовувати методи теорії подібності та аналізу розмірностей, математичної статистики, теорії масового обслуговування, системного аналізу для розв'язування складних задач і проблем сільськогосподарського виробництва.

СК 03 – Здатність використовувати сучасні методи моделювання технологічних процесів і систем для створення моделей механізованих технологічних процесів сільськогосподарського виробництва.

СК 04 – Здатність застосовувати сучасні інформаційні та комп'ютерні технології для вирішення професійних завдань.

СК 05 – Здатність розв'язувати задачі оптимізації і приймати ефективні рішення з питань використання машин і техніки в рослинництві, тваринництві, зберіганні, первинній обробці і транспортуванні сільськогосподарської продукції.

СК 06 – Здатність проектувати й використовувати мехатронні системи машин і засоби механізації сільськогосподарського виробництва.

СК 07 – Здатність проектувати, виготовляти і експлуатувати технології та технічні засоби виробництва, первинної обробки, зберігання та транспортування сільськогосподарської продукції.

СК 10. Здатність організовувати процеси сільськогосподарського виробництва на принципах систем точного землеробства, ресурсозбереження, оптимального природокористування та охорони природи; використовувати сільськогосподарські машини та енергетичні засоби, що адаптовані до використання у системі точного землеробства.

СК 11. Здатність до отримання і аналізу інформації щодо тенденцій розвитку аграрних наук, технологій і техніки в сільськогосподарському виробництві. СК СК 13. Здатність використовувати нормативнозаконодавчу базу з метою правового захисту об'єктів інтелектуальної власності, які розробляються та знаходяться в господарському обігу.

**Програмні результати навчання:**

ПРН 01. Володіти комплексом необхідних гуманітарних, природничо-наукових та професійних знань, достатніх для досягнення інших результатів навчання, визначених освітньою програмою.

ПРН 02. Розробляти енергоощадні, екологічно безпечні технології виробництва, первинної обробки і зберігання сільськогосподарської продукції.

ПРН 04. Викладати у закладах вищої освіти та розробляти методичне забезпечення спеціальних дисциплін, що стосуються агроінженерії.

ПРН 06. Приймати ефективні рішення стосовно форм і методів управління інженерними системами в АПК.

ПРН 07. Планувати наукові та прикладні дослідження, обґрунтовувати вибір методології і конкретних методів дослідження.

ПРН 08. Створювати фізичні, математичні, комп'ютерні моделі для вирішування дослідницьких, проектувальних, організаційних, управлінських і технологічних задач.

ПРН 09. Застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення та сучасні інформаційні технології для вирішення професійних завдань.

ПРН 10. Приймати ефективні рішення щодо складу та експлуатації комплексів машин.

ПРН 11. Застосовувати методи мехатроніки для автоматизації в АПК.

ПРН 14. Забезпечувати роботоздатність і справність машин.

ПРН 15. Впроваджувати системи точного землеробства, машини і засоби механізації та вибирати режими роботи машинно-тракторних агрегатів для механізації технологічних процесів у рослинництві.

ПРН 16. Створювати і оптимізувати інноваційні техникотехнологічні системи в рослинництві, тваринництві, зберіганні продукції і технічному сервісі.

ПРН 18. Застосовувати багатокритеріальні моделі прийняття рішень у детермінованих умовах та в умовах невизначеності під час вирішення професійних завдань.

ПРН 20. Розробляти і реалізувати ресурсоощадні та природоохоронні технології у сфері діяльності підприємств АПК.

ПРН 21. Розробляти заходи з охорони праці в сфері сільськогосподарського виробництва відповідно до чинного законодавства.

### 3. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Змістовний модуль 1.</b>												
Тема 1. Основні поняття та визначення мехатроніки.	10	2		2	-	6						
Тема 2. Принципи побудови мехатронних систем.	10	2		2	-	6						
Тема 3. Системи керування мехатронними пристроями.	10	2		2	-	6						
Тема 4. Електричні приводи мехатронних систем	10	2		2		6						
Тема 5. Гідравлічні приводи мехатронних систем	10	2		2		6						
Тема 6. Пневматичні приводи мехатронних систем.	10	2		2		6						
Тема 7. Датчики мехатронних систем. Класифікація та характеристики.	10	2		2		6						
Разом за змістовним модулем 1	70	14	-	14	-	42						
<b>Змістовний модуль 2.</b>												
Тема 8. Основи програмування.	10	2		2		6						
Тема 9. Методи керування мехатронними системами	10	2		2		6						
Тема 10. Структурне моделювання мехатронних систем	10	2		2		6						
Тема 11. Область застосування роботів і робототехнічних систем	10	2		2		6						
Тема 12. Класифікація промислових роботів і їх технічні характеристики	10	2		2		6						
Тема 13. Робототехнічні системи	10	2		2		6						
Тема 14. Інтелектуальні мехатронні системи керування.	10	2		2		6						
Тема 15. Мехатронні модулі	10	2		2		6						
Разом за змістовним модулем 2	80	16	-	16	-	48						
Усього год. за 1 семестр	150	30	-	30	-	90						

## 6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>Змістовний модуль 1.</b>		
1	Основи мехатроніки в наукових дослідженнях	2
2	Будова та принципи роботи контролерів	2
3	Середовище програмування контролерів	2
4	Електричні приводи мехатронних систем	2
5	Гідравлічні приводи мехатронних систем	2
6	Пневматичні приводи мехатронних систем	2
7	Будова та принцип роботи датчиків мехатронних систем	2
<b>Змістовний модуль 2.</b>		
8	Синтаксис та оператори програмування в Arduino	2
9	Автоматичні системи керування мехатронними об'єктами	2
10	Структурне моделювання мехатронних систем	2
11	Роботи та робототехнічні ситеми	2
12	Класифікація промислових роботів	2
13	Робототехнічні системи в аграрному виробництві	2
14	Інтелектуальні мехатронні системи керування	2
15	Мехатронні модулі	2
<b>Всього годин за 1 семестр</b>		<b>30</b>

## 7. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>Змістовний модуль 1.</b>		
1	Основи мехатроніки в наукових дослідженнях	6
2	Технічні характеристики контролерів	6
3	Інтерфейс програми Arduino	6
4	Технічні характеристики електричних приводів	6
5	Технічні характеристики гідравлічних приводів	6
6	Технічні характеристики пневматичних приводів	6
7	Технічні характеристики датчиків	6
<b>Змістовний модуль 2.</b>		
8	Логічні оператори, математичні функції, типи даних.	6
9	Рівні опису моделі	6
10	Технологічні операції в аграрному виробництві	6
11	Специфікація роботів	6
12	Технічні характеристики роботів	6
13	Принципи побудови робототехнічних систем	6
14	Вирористання штучного інтелекту	6
15	Технічні характеристики мехатронних модулів	6
<b>Всього годин за 1 семестр</b>		<b>90</b>

## 8. Зразок контрольних питань, комплект тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

<b>Національний університет біоресурсів і природокористування України</b>			
<b>ОС <i>Magistr</i></b> <b>Спеціальність</b> <u>208 – «Агроінженерія»</u>	<b>Кафедра</b> <u><i>С/г машин та системотехніки ім. акад. П.М. Василенка</i></u> 2023/2024 навч. рік	<b>ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №1</b> з дисципліни <u>«Мехатронні системи техніки АПК»</u>	Затверджую Зав. кафедри Гуменюк Ю.О. « » 2023 р.
<b>Екзаменаційні запитання</b> (максимальна оцінка 10 балів за відповідь на кожне запитання)			
1.	Що включають у себе інтегровані системи?		
2.	Функція систем мехатроніки?		
<b>Тестові завдання</b> (максимальна оцінка 10 балів за відповіді на тестові завдання)			

1. Багаторядковий коментар позначається:

1	#* ... *#
2	/* ... */
3	{* ... *}
4	//

2. Який оператор пропускає оператори, що залишилися, в поточному кроці циклу. Замість них виконується перевірка умовного вираження циклу, яка відбувається за кожної наступної ітерації.

1	break
2	continue
3	do ... while
4	return

3. Оператор for :

1	Використовується для повторення блоку операторів, оформлених у фігурні дужки
2	Використовується для копіювання блоку операторів, оформлених у фігурні дужки
3	Використовується для заміни блоку операторів, оформлених у фігурні дужки
4	Використовується для виключення з програми блоку операторів, оформлених у фігурні дужки

4. Функція "if" :

1	задає кількість циклів виконання програми
2	використовується в поєднанні з операторами порівняння, перевіряє, чи досягнуто істинності умови
3	запускає ядро системи
4	призводить значення змінним

5. Функція, що подає HIGH(живлення) або LOW(вимикає його) значення на цифровий вхід/вихід (pin).

1	pinMode
2	digitalWrite
3	digitalRead
4	void setup

6. Оператор while:

1	Обчислює в циклі безперервно і нескінченно доти, поки вираз у круглих дужках не буде рівним 1.
2	Обчислює в циклі безперервно і нескінченно доти, поки вираз у круглих дужках не буде рівним логічному ХИБНО.
3	Обчислює в циклі безперервно і нескінченно доти, поки вираз у круглих дужках не буде рівним 0.
4	Обчислює поки цикл не завершиться.

7. Даний x!=y вираз означає:

1	x не дорівнює y
2	x менше y
3	x дорівнює y
4	x більше y

8. Оператор, що припиняє обчислення функції і повертає значення з перерваної функції у викликаючу, якщо це потрібно.

1	return
2	do ... while
3	break
4	continue

9. Функція, що становлює режим роботи заданого входу/виходу, як входу або виходу.

1	digitalRead
2	break
3	pinMode
4	digitalWrite

10. Оператор switch...case

1	Оператор switch порівнює значення змінної зі значенням, визначеним в операторах case.
2	Оператор switch заміняє значення змінної, визначеної в операторах case.
3	Оператор switch видаляє значення змінної
4	Оператор switch копіює значення змінної, визначеної в операторах case.



## Контрольні запитання

1. Особливості роботи та призначення плати Arduino Mega2560
2. Особливості роботи та призначення плати Arduino Uno
3. Оператор if і оператори порівняння ==, !=, <, >. Написати пояснення по кожному оператору.
4. Оператор for. Визначення. Принцип роботи.
5. Оператор while. Визначення. Принцип роботи.
6. Функція analogWrite. Визначення. Принцип роботи.
7. Функція delay. Визначення. Принцип роботи.
8. Функція digitalRead. Визначення. Принцип роботи.
9. Функція digitalWrite. Визначення. Принцип роботи.
10. Функція pinMode. Визначення. Принцип роботи.
11. Які основні принципи в основі побудови мехатронних систем?
12. Які пристрої можуть бути складовою частиною машин з комп'ютерним управлінням рухом?
13. Які функції виконує пристрій комп'ютерного управління в мехатронній системі або модулі?
14. Поясніть суть мехатронного підходу до проектування.
15. Дайте визначення поняття «інтерфейс».
16. Класифікація мехатронних модулів.
17. Сформулюйте визначення «модуль руху», «мехатронний модуль руху» і відмінності між ними.
18. Поясніть принцип дії модулів руху.
19. Склад мехатронного модуля руху.
20. Структурна й функціональна схема мехатронних модулів руху
21. Що мається на увазі під дистанційним управлінням мехатронними об'єктами з використанням Інтернету?
22. Які переваги Інтернету як засобу управління технічними об'єктами?
23. Які фактори слід враховувати при використанні глобальної мережі в якості каналу зв'язку?
24. Яким основним вимогам повинна задовольняти робототехнічна система з керуванням по глобальній мережі?
25. Які функції виконує інформаційна система навігації мобільного робота?

## 9. Методи навчання

Вивчення дисципліни передбачає такі види занять: лекції, лабораторні роботи, письмовий контроль у формі тестування та розгорнутих відповідей, виконання індивідуальних завдань з допомогою комп'ютерних програм САПР і самостійну роботу. Відповідно до виду робіт використовуються наступні методи навчання:

а. Словесні методи навчання: навчальна лекція, розповідь, пояснення, бесіда, робота з книгою та методичними вказівками, навчальна дискусія, інструктаж.

б. Наочні методи навчання: плакати з ілюструванням, мультимедійні презентації, демонстрація сільськогосподарських машин і макетів, відеофільми, екскурсії.

с. Практичні методи навчання: вправа з використанням програм, лабораторна робота, розрахунково-графічна робота, підготовка та доповідь мультимедійної презентації.

## 10. Форми контролю

**Поточний контроль** з дисципліни проводиться у рамках чинних форм організації навчання на лекціях і лабораторно-практичних заняттях за бальною шкалою. Може здійснюватися у таких формах:

- усна співбесіда за матеріалами розглянутої теми;
- письмове опитування студентів в кінці лекції (5-10 хв.). Відповіді перевіряються і оцінюються викладачем у позалекційний час;
- експрес контроль;
- продивлятися і оцінювати конспект лекцій студента;
- домашні завдання;
- практична перевірка знань на лабораторних заняттях;
- тестова перевірка знань студентів на модульному тестуванні.

**Модульний контроль** проводиться двічі за семестр відповідно до графіка навчального процесу після закінчення вивчення навчального модуля у вигляді тестування. В окремих випадках можна застосовувати й інші форми модульного контролю: письмові завдання, усні колоквиуми та ін.

У кінці семестру виводиться загальний оціночний бал з навчальної роботи, який включає поточні оцінки та результати модульних контрольних робіт/тестування. Одержаний результат навчальної роботи студента за семестр не перевищує 70 балів.

**Підсумковий (семестровий) контроль** з дисципліни проводиться у формі іспиту. Проводиться відповідно до «Положення про екзамени та заліки у НУБіП

України».

- Іспит - проводиться письмово і/або усно. На іспит виносяться ключові контрольні питання, типові і комплексні задачі, завдання, що потребують творчої відповіді, вміння синтезувати отримані знання і застосувати їх при вирішенні практичних завдань. Перелік екзаменаційних питань та завдань, критерії їх оцінювання визначаються кафедрою і включаються до робочої навчальної програми дисципліни. Одержаний результат студента за залік/екзамен не перевищує 30 балів. Підсумкова оцінка з дисципліни розраховується як сума балів, отриманих студентом за навчальну роботу (до 70 балів) та іспит (до 30 балів).

## 11. Розподіл балів, які отримують студенти

Тема	Години (лекц./ лабор./ самоств.)	Оціню- вання
Тема 1. Основні поняття та визначення мехатроніки.	2/2/6	10
Тема 2. Принципи побудови мехатронних систем.	2/2/6	10
Тема 3. Системи керування мехатронними пристроями.	2/2/6	10
Тема 4. Електричні приводи мехатронних систем	2/2/6	10
Тема 5. Гідравлічні приводи мехатронних систем	2/2/6	10
Тема 6. Пневматичні приводи мехатронних систем.	2/2/6	10
Тема 7. Датчики мехатронних систем. Класифікація та характеристики.	2/2/6	10
Самостійна робота до модуля 1	30	10
Модульний контроль 1		20
Разом за модуль 1	58	100
Тема 8. Основи програмування.	2/2/6	10
Тема 9. Методи керування мехатронними системами	2/2/6	10
Тема 10. Структурне моделювання мехатронних систем	2/2/6	10
Тема 11. Область застосування роботів і робототехнічних систем	2/2/6	10
Тема 12. Класифікація промислових роботів і їх технічні характеристики	2/2/6	10
Тема 13. Робототехнічні системи	2/2/6	10
Тема 14. Інтелектуальні мехатронні системи керування.	2/2/6	
Тема 15. Мехатронні модулі	2/2/6	10
Самостійна робота до модуля 2	30	10
Модульний контроль 2		10
Разом за модуль 2	62	100
Навчальна робота		70
Іспит		30
Всього за курс		100

## **12.Рекомендовані джерела інформації.**

### **Основна:**

1. Семенюк В.Ф., Михайлов Є.П. Мехатроніка. Навчальний посібник. – Одеса: ОП, 2021. – 130с.
2. Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Крушельницький В.В. Мехатроніка. Підручник. – К., 2020. – 404с.
3. Робототехніка та мехатроніка: навч. посіб. / Л.І. Цвіркун, Г. Грулер ; під заг. ред. Цвіркуна Л. І.; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – 3-тє вид., переробл. і доповн. – Дніпро: НГУ, 2017. – 224 с.
4. Кашканов А. А. Інформаційні комп'ютерні системи автомобільного транспорту. Вінниця : ВНТУ, 2010. 230 с.
5. Бочаров С.Ю. Мікропроцесорна техніка. Навчальний посібник. - Рівне: НУВГП, 2006. – 163с.

### **Допоміжна:**

6. Konrad Reif. Automotive mechatronics. Automotive networking, driving stability systems, electronics. Wiesbaden : Springer Fachmedien, 2015. 549 p.
7. Levent Güvenc, Bilin Aksun Güvenc, Burak Demirel. Control of mechatronic systems. London : The Institution of Engineering and Technology, 2017. 217 p.
8. Patrick Kaltjob. Mechatronic Systems and Process Automation. Boca Raton : CRC Press, 2018. 468 p.
9. Michael Margolis. Arduino Cookbook. – O'Reilly Media, 2011. – 662 с.
10. The Mechatronics Handbook. Editor-in-Chief Robert H. Bishop. CRC Press, 2002. – 1229 p.
11. Mechatronics : an introduction / edited by Robert H. Bishop. CRC Press, 2006.-285p.
12. Evans B. Arduino programming notebook [Електронний ресурс] / Brian W. Evans // First edition. – 2007. – Режим доступу до ресурсу: [https://playground.arduino.cc/uploads/Main/arduino\\_notebook\\_v1-1.pdf](https://playground.arduino.cc/uploads/Main/arduino_notebook_v1-1.pdf).
13. ATmega48A/PA/88A/PA/168A/PA/328/P[DATASHEET] – Atmel Corporation. – 657 с.
14. ESP8266 AT Instruction Set [Електронний ресурс] // Espressif Inc.. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/4aesp8266\\_at\\_instruction\\_set\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/4aesp8266_at_instruction_set_en.pdf).
15. Грабченко А. И., Клепиков В. Б., Доброскок В. Л. Введение в мехатронику. Харьков : НТУ «ХПИ», 2014. 264 с.

### **Інформаційні ресурси**

1. The IEEE/ASME TRANSACTIONS ON MECHATRONICS (TMECH) is a bimonthly periodical source. <http://www.ieee-asmemechatronics.org>
2. Mechatronics - an international journal. <https://www.journals.elsevier.com/mechatronics>
3. Mechatronics, Informatics and Control Group (MICG) - incorporates the Mechatronics Forum, which has been actively promoting mechatronics internationally for the past 20 years. <https://www.imeche.org/get-involved/special-interest-groups/mechatronics-informatics-andcontrol-group>
4. Robotics. <https://curlie.org/Computers/Robotics>.

5. IEEE Robotics and Automation Society. <http://www.ieee-ras.org>
6. Investigation of social robots – Robots that mimic human behaviors and gestures. <http://www.ai.mit.edu/projects/humanoid-roboticsgroup/index.html>