Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра технологій та автоматизації машинобудування

МЕХАНОТРОНІКА

Силабус обов'язкової дисципліни

рівень вищої освіти другий (магістерський)

галузь знань 13 – Механічна інженерія

спеціальність 131 – Прикладна механіка

освітня програма Технології машинобудування

викладач д.т.н., проф. Козлов Л. Г.

мова викладання українська

Семестр – 1

Кредитів ЕКТС – 3,5

Лекцій – 27 год. (денна форма), 10 год. (заочна форма)

Практичних – 9 год (денна форма), 5 год. (заочна форма)

Лабораторних – 27 год (денна форма), 5 год. (заочна форма)

Самостійна робота – 42 год. (денна форма), 85 год. (заочна форма)

Вид контролю – іспит.

2. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовою вивчення дисципліни є оволодіння здобувачами знань в об'ємі визначеному в «ПРОГРАМІ фахового вступного випробування для прийому на навчання за освітньо-професійною програмою підготовки магістра на основі раніше здобутого ступеня бакалавра» зі спеціальності 131 – Прикладна механіка, освітня програма: *«Технології машинобудування»*

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни. Метою вивчення дисципліни є отримання знань студентами в галузі сучасних механотронних систем, оволодіння навиками розроблення та програмування цих систем, покращення характеристик на основі досліджень.

Завдання вивчення дисципліни. Ознайомлення студентів з принципами побудови механотронних систем. Вивчення особливостей застосування електричних, пневматичних та гідравлічних приводів в механотронних системах. Застосування датчиків та контролерів. Будова сучасних роботів, кінематика, елементна база. Набуття навичок програмування механотронних систем в сучасних технологічних системах.

За результатами вивчення дисципліни здобувачі вищої освіти набувають таких компетентностей:

Інтегральна компетентність. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у прикладній механіці або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності.

ЗК.01. Вміння виявляти, ставити та вирішувати інженерно-технічні та науково-прикладні проблеми.

ЗК.02. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

Фахові компетентності спеціальності.

ФК.01. Здатність застосовувати відповідні методи і ресурси сучасної інженерії для знаходження оптимальних рішень широкого кола інженерних задач із застосуванням сучасних підходів, методів прогнозування, інформаційних технологій та з урахуванням наявних обмежень за умов неповної інформації та суперечливих вимог.

ФК.02. Здатність описати, класифікувати та змоделювати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні теорій та практик механічної інженерії, а також знаннях суміжних наук.

ФК.05. Здатність виконувати роботи щодо розробки, програмування та дослідження механотронних систем у галузі машинобудування.

За результатами вивчення дисципліни здобувачі вищої освіти набувають таких результатів навчання:

РН.04. Використовувати сучасні методи оптимізації параметрів технічних систем засобами системного аналізу, математичного та комп'ютерного моделювання, зокрема за умов неповної та суперечливої інформації;

РН.12. Розробляти, програмувати та досліджувати механотронні системи у галузі машинобудування

4. Програма навчальної дисципліни.
Змістовий модуль 1

Тема 1. Принципи побудови механотронних систем. Основні складові, їх синергетичне поєднання. Застосування мехатронних систем та інформаційних технологій у машинобудуванні. Методологія розроблення та досліджень механотронних систем. Постановка задач щодо розроблення та дослідження механотронних систем в машинобудуванні.

Тема 2. Електроприводи в механотронних системах. Основні типи електродвигунів. Сервоприводи та крокові двигуни. Частотні регулятори.

Тема 3. Слідкувальні пневмоприводи. Основні компоненти. Характеристики пропорційних пневмоприводів. Пропорційні розподільники та клапани.

Тема 4. Електрогідравлічні приводи з пропорційним керуванням. Характеристики пропорційних клапанів та розподільників з електромагнітним керуванням.

Тема 5. Датчики в механотронних системах. Цифрові та аналогові датчики, стандартизація сигналів.

Тема 6. Застосування контролерів. Особливості будови промислових контролерів. Перетворення аналогових сигналів у цифрові. Точність обробки сигналів.

Тема 7. Моделювання робочих процесів в механотронних системах на основі теорій та практик механічної інженерії та знаннях суміжних наук. Математичні моделі гідроприводів з пропорційним керуванням, знаходження оптимальних параметрів з урахуванням наявних обмежень, суперечливих вимог та неповної інформації. Застосування MATLAB-Simulink для дослідження робочих процесів в механотронних системах у галузі машинобудування.

Змістовий модуль 2

Тема 8. Будова, кінематика та класифікація маніпуляторів. Особливості побудови маніпуляторів на основі електро- гідро- та пневмоприводів.

Тема 9. Системи керування маніпуляторами. Застосування контролерів в автоматизованих системах керування маніпуляторами. Захватні механізми маніпуляторів.

Тема 10. Характеристики контролерів Arduino. Основні команди мови IDE. Структура програми для контролерів.

Тема 11. Типи даних, ввод та вивід даних, умовні оператори, часові затримки. Цифрові та аналогові входи та виходи.

Тема 12. Цикли та масиви, бітові операції в контролерах. Застосування функцій, використання бібліотек.

Тема 13. Особливості програмування систем на основі крокових двигунів та сервоприводів.

Тема 14. Програмування руху мобільних платформ на основі двигунів постійного струму з використанням датчиків зворотного зв'язку.

5. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	Всього	у тому числі					Всього	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
	Модуль 1											
Тема 1.	2	1	–	–	–	1	7	–	–	–	–	4
Тема 2.	6	2	1	4	–	–	7	–	–	–	–	4
Тема 3.	5	2	1	–	–	2	7	–	–	–	–	4
Тема 4.	8	2	1	4	–	2	8	–	–	–	–	4
Тема 5.	9	2	–	3	–	2	8	1	–	–	–	4
Тема 6.	7	2	–	3	–	–	9	2	–	–	–	4
Тема 7.	4	2	–	–	–	–	15	2	3	3	–	4
Підготовка до лабораторних занять	5	–	–	–	–	9	9	–	–	–	–	9
Підготовка до практичних занять	3	–	–	–	–	3	13	–	–	–	–	13
Модульний контроль	2	–	–	–	–	6	–	–	–	–	–	–
Разом за змістовим модулем 1	**51**	**13**	**3**	**14**		**21**	**61**	**5**	**3**	**3**		**50**
	Модуль 2											
Тема 8	2	2	–	–	–	–	6	–	–	–	–	2
Тема 9	3	2	–	1	–	–	5	–	–	–	–	2
Тема 10	5	2	–	2	–	1	6	1	–	–	–	2
Тема 11	6	2	–	2	–	2	7	1	–	1	–	2
Тема 12	7	2	2	3	–	2	7	1	–	1	–	3
Тема 13	7	2	2	3	–	2	4	1	1	–	–	2
Тема 14	6	2	2	2	–	2	4	1	1	–	–	2
Підготовка до	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2

лабораторних занять												
Підготовка до практичних занять	13	–	–	–	–	9	5	–	–	–	–	3
Модульний контроль	-	-	-	-	-	3	–	–	–	–	–	–
Разом за змістовим модулем 2	**54**	**14**	**6**	**13**	**-**	**21**	**44**	**5**	**2**	**2**	**-**	**20**
Усього годин	**105**	**27**	**9**	**27**		**42**	**105**	**10**	**5**	**5**		**85**

6. Теми семінарських занять (не передбачено)

7. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Практична робота 1. Особливості програмування у середовищі Arduino IDE	1
2	Практична робота 2. Програмування роботи схем зі світловою індикацією.	2
3	Практична робота 3. Моделювання робочих процесів у мехатронній системі.	2
4	Практична робота 4. Програмування переміщень роботизованої транспортної платформи для автоматизованої складської системи.	4
	Всього	**9**

8. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Пропорційне керування гідроприводом на основі регульованого насоса та контролера	4
2	Визначення характеристик приводу шпинделя верстата на основі електродвигуна та частотного регулятора	4
3	Дослідження роботи системи на основі датчика звуку	3
4	Дослідження роботи системи визначення рівня температури повітря в приміщенні	3
5	Створення системи керування на основі потенціометра та	3

	електродвигуна з пропорційним керуванням	
6	Дослідження схем керування двигунами постійного струму	3
7	Синтез систем електропневматики	3
8	Автоматичне визначення розмірів області прямокутної форми за допомогою мобільної платформи	4
	Всього	**27**

9. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми (денна форма навчання)	Кількість годин
1	Установка середовища IDE	1
2	Використання прапорців при програмуванні на мові IDE	2
3	Порівняльна характеристика типів приводів	2
4	Застосування мехатронних систем та інформаційних технологій у машинобудуванні.	2
5	Датчики температури	
6	Використання звукових датчиків	2
7	Будова, кінематика та класифікація маніпуляторів	3
8	Захватні механізми маніпуляторів.	3
9	Підготовка до практичних занять	9
10	Підготовка до лабораторних занять	12
11	Підготовка до рубіжних контрольних заходів	6
	Всього	42

10. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання формуються за тематикою практичних занять.

11. Методи навчання

Лекція, проблемна лекція, демонстрація, зокрема, з використанням технічних засобів навчання, підготовка до практичних робіт, доповідей науково-дослідного характеру, зокрема, на щорічну науково-технічну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ. В якості технічних засобів навчання використовується обладнання лабораторії автоматизації (ауд.7408) та лабораторії механотроніки (ауд. 7409)

12. Засоби діагностування результатів навчання

Протягом вивчення дисципліни передбачається поточний та підсумковий форми контролів знань студентів.

Поточний контроль проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування студентів в результаті написання колоквіумів та виконаних контрольних робіт. Колоквіуми можуть проводитись за допомогою таких методів:

- письмової контрольної роботи;
- складання тестів у електронній системі університету;
- складання тестів у електронній системі університету та додаткової письмової контрольної роботи (додатково оголошується розподіл балів за складання тестів та виконання письмової роботи із загальної кількості балів, відведених на колоквіум).

Метод написання та максимально дозволений час колоквіуму оголошується студентам на першому тижні навчального семестру.

Підсумковий контроль знань студентів проводиться шляхом складання диференційованого заліку за темами, що охоплюють весь курс дисципліни. Іспит може проводитись за допомогою таких методів:

- письмової роботи;
- складання тестів у електронній системі університету;
- складання тестів у електронній системі університету та додаткової письмової роботи (додатково оголошується розподіл балів за складання тестів та виконання письмової роботи із загальної кількості балів, відведених на підсумковий контроль).

Форма та максимально дозволений час складання підсумкового контролю оголошується студентам на першому тижні навчального семестру.

13. Критерії оцінювання знань студентів

Рівень компетентності	**За бальною шкалою**	**За шкалою ECTS**	**Критерії оцінювання**
IV Високий (творчий)	90 – 100	A	Програмні результати досягнуті повністю. Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин; виявлено глибокі знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності, сформовано

			необхідні практичні навички, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до максимального.
III Достатній (конструктивний)	82-89	B	Програмні результати досягнуті повністю. Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин. Необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість виконання більшості з них оцінено числом балів, близьким до максимального.
	75-81	C	Програмні результати досягнуті повністю. Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин. Практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані недостатньо; усі передбачені програмою навчання завдання виконані, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками.
II Середній (репродуктивний)	64-74	D	Програмні результати досягнуті. Теоретичний зміст курсу освоєний частково, але прогалини не носять істотного характеру. Необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань містять помилки.
	60-63	E	Програмні результати досягнуті. Теоретичний зміст курсу освоєний частково, деякі практичні навички роботи не сформовані, частина передбачених програмою навчання завдань не виконано або якість виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального.
I Низький	35-59	FX з можливістю повторного складання	Програмні результати не досягнуті. Теоретичний зміст курсу освоєний частково, необхідні практичні навички роботи не сформовані, більшість передбачених програм навчання навчальних завдань не виконано, або якість їхнього виконання оцінено числом балів,

			близьким до мінімального; при додатковій самостійній роботі над матеріалом курсу можливе підвищення якості виконання навчальних завдань (з можливістю повторного складання)
	0-34	F з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Програмні результати не досягнуті. Теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, усі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до якого-небудь значущого підвищення якості виконання навчальних завдань (з обов'язковим повторним курсом)

14. Критерії оцінювання знань, умінь та навичок здобувачів за видами робіт

Рівень компетентності	**Критерії оцінювання**		
	Практичні заняття (15 балів)	**Колоквіум (30 балів)**	**Лабораторні роботи (30 балів)**
IV Високий(творчий)	**90-100% балів:** виставляється при правильному та безпомилковому проведенні необхідних розрахунків з поясненням і коментуванням отриманих результатів	**90-100% балів:** 90-100% правильних відповідей	**90-100% балів:** виставляється при правильному та безпомилковому виконанні індивідуального завдання з поясненнями, висновками результатів з власними пропозиціями розвитку та глибоким аналізом інформаційних джерел

III Достатній (конструктивний)	**75-89% балів:** при правильному розв'язанні завдання, з деякими незначними помилками, без пояснень до розрахунків, без посилань на певні формули чи методики, при відсутності або помилкових коментарях до отриманих результатів	**75-89% балів:** 75-89% правильних відповідей	**75-89% балів:** при правильному виконанні індивідуального завдання, з незначними помилками, висновками результатів, але без власних думок, без посилань на інформаційні джерела, при відсутності або помилкових коментарях до отриманих результатів
II Середній (репродуктивний)	**60-74% балів:** виставляється, якщо при виконанні завдання допущені помилки, які свідчать про недостатнє знання теорії, пояснення відсутні або фрагментарні.	**60-74% балів:** 60-74% правильних відповідей	**60-74% балів:** виставляється, якщо при виконанні індивідуального завдання допущені помилки, які свідчать про недостатнє знання теорії та практики, пояснення відсутні або фрагментарні.
I Низький	**0-59% балів:** виставляється у випадку, якщо завдання не виконане взагалі або виконана з великою кількістю помилок	**0-59% балів:** 0-59% правильних відповідей	**0-59% балів:** виставляється у випадку, якщо завдання не виконане взагалі або виконана з великою кількістю помилок

15. Розподіл балів, які отримують студенти

Модуль 1		**Модуль 2**	
Лабораторні роботи	15	Лабораторні роботи	15
Колоквіум	15	Колоквіум	15
Практичні роботи	7	Практичні роботи	8
Сума за модуль 1	37	Сума за модуль 2	38
Сума за семестр 75			

Загальна оцінка студента за результатами КМС залежить від суми набраних під час теоретичного навчання балів (до 75 балів) та складання іспиту (до 25 балів), і визначається за таблицею.

16. Шкала оцінювання: в балах та ЄКТС. Для екзамену, заліку, диференційованого заліку, курсового проекту (роботи), практики

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS
90 – 100	**A**
82-89	**B**
75-81	**C**
64-74	**D**
60-63	**E**
35-59	**FX** незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	**F** незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

Якщо студент за результатами виконання завдання протягом семестру отримав бальну оцінку на рівні F, то він має право пройти повторний курс вивчення дисципліни відповідно до «Тимчасового положення про порядок ліквідації академічної заборгованості, академічної різниці та надання платної послуги з проведення занять з вивчення окремої навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом».

17. Академічні права та обов’язки здобувачів вищої освіти

Здобувачі та викладачі повинні дотримуватися норм забезпечення честі, гідності, взаємної поваги і довіри, рівноправності та толерантності усіх учасників освітнього процесу шляхом дотримання принципів академічної доброчесності, викладених у «Положенні про академічну доброчесність у ВНТУ».

З метою запобігання та виявлення плагіату у навчальних роботах, розвитку навичок коректної роботи із джерелами інформації та впровадження практики належного цитування, дотримання вимог наукової етики та поваги до інтелектуальних надбань та активізація самостійності й індивідуальності при створенні авторського твору і відповідальності за порушення загальноприйнятих правил цитування слід дотримуватись норм «Положення про запобігання академічному плагіату та порядок його виявлення у навчальних, наукових, кваліфікаційних та науково-методичних роботах у ВНТУ».

З метою визнання результатів навчання здобутих під час неформальної та/або інформальної освіти (що здобувалася за освітніми програмами та не передбачала присудження визнаних державою освітніх кваліфікацій за рівнями освіти, але могла завершуватися присвоєнням професійних та/або присудженням часткових освітніх кваліфікацій, а також освіти, яка здійснювалася у порядку самоосвіти), здобувачі можуть скористатися відповідними процедурами, наведеними у «Положення про порядок визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти у ВНТУ».

Здобувачі мають право оскаржити результати проміжних та підсумкових контрольних заходів, але на лише на підставі аргументованих пояснень, відповідно до «Порядку організації та проведення заліків, диференційованих заліків, екзаменів у ВНТУ», а також безпосередньо звернувшись до освітнього омбудсмена, згідно «Положення про освітнього омбудсмена з прав студентів ВНТУ».

З метою вирішення конфліктних ситуацій, що можуть виникнути у здобувачів із іншими учасниками освітнього процесу та/або недопущення виникнення конфліктних ситуацій слід бути обізнаним у нормах «Кодексу етики ВНТУ».

Здобувачі ВНТУ мають керуватися принципом «нульової толерантності» до будь-яких проявів корупції і повинні вживати всіх передбачених законодавством заходів щодо запобігання, виявлення та протидії корупції і пов'язаним з нею діям (практикам), відповідно до «Антикорупційної програми ВНТУ».

Наведені документи оприлюднені на сайті ВНТУ: https://vntu.edu.ua/uk/public-info/zag.html.

18. Рекомендована література та інформаційні ресурси

Базова

1. Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Крушельницький В.В. Мехатроніка: підручник/ Київ: 2021,-405с.
2. Орловський Б.В. Мехатроніка в галузевому машинобудуванні: навчальний посібник / Б.В. Орловський. – К.: КНУТД. – 2018. – 416 с.
3. Цвіркун Л.І. Робототехніка та мехатроніка: навч. посіб. / Л.І.Грулер, Л.І. Цвіркун; МОН України,– Дніпро: НГУ, 2017. – 224 с.
4. Автоматизація виробництва в машинобудуванні: практикум / Ю. І. Муляр, С. В. Репінський, Л. Г. Козлов та ін. – Вінниця ВНТУ, 2018 – 133 с.

5. Гідроавтоматика та робототехніка лабораторний практикум. Навчальний посібник для спеціальності 131 Прикладна механіка Київ КПІ ім. Ігоря Сікорського 2022
6. Яким Р. С. Приводи транспортних машин : навчальний посібник для студентів закладів вищої освіти. Дрогобич : ДППУ, 2020. 240 с.
7. Ковалевський С.В. Сучасні наукові аспекти прикладної механіки: навчальний посібник/ Краматорськ: ДДМА, 2020,-114с.
8. Навчальний посібник з дисциплін «Електронні мікропроцесорні та обчислювальні пристрої ГВС, ПТМ та ЛС для студентів за фахом прикладна механіка Укладач Михайлов Є Одеса ОНПУ, 2018р. -121с
9. Губарев О.П., Левченко О.В., Ганпанцурова О.С. "Дискретні системи керування гідропневмоавтоматики" (частина 1 - Пневмоавтоматика) Методичні вказівки до лабораторних робіт, для студентів спеціальності "Гідравлічні і пневматичні машини".- Київ: НТУУ»КПІ».- 2007.- 52с.
10. Бурєнніков Ю.А., Немировський І.А., Козлов Л.Г. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи: Навчальний посібник. – Вінниця 2012.-280 с.
11. П. М. Андренко Гідравлічні пристрої мехатронних систем // Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямком підготовки "Інженерна механіка" Харків НТУ "ХПІ" 2014
12. Автоматизація виробничих процесів. Упоряд. В.В. Тичков, В.Я. Гальченко, Р.В. Трембовецька, К.В. Базіло; - Черкаси: ЧДТУ, 2020. - 321 с.
13. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Механотроніка» для здобувачів ступеня вищої освіти магістра спеціальності 131 «Прикладна механіка» / Уклад. Л.Г. Козлов, В.А. Ковальчук – Вінниця : ВНТУ, 2024. – 86с.

Допоміжна

1. Автоматизація в промисловості Практикум. Частина І: навчальний посібник/ Є.В. Пашков, В.П. Полівцев, М.П. Карпов, Ю.О. Осинський, М.М. Майстришин. – Севастополь 2010. – 140 с.
2. The mechatronics handbook. Editor-in-ChiefRobert H. BishopTheUniversityofTexasatAustinAustin, TexasCRC PRESS BocaRatonLondonNewYorkWashington, D.C. 1260 p. 2002
3. Методичні вказівки з дисципліни «Теорія електропривода», укладач В. Є. Кажан. – Дніпропетровськ : НМетАУ, 2013 – 133 с.
4. Ельперін І. В. Промислові контролери: навч. посібник для студ. вищих навч. закл. / І. В. Ельперін . – К.: НУХТ, 2003. – 320 с.
5. L. Kozlov, Y. Buriennikov, V. Pyliavets, V. Kovalchuk, "Possibility of Improving the Dynamic Characteristics of an Adaptive Mechatronic Hydraulic Drive", Mechatronic Systems, p. 113-125, 2021.
6. Kozlov, L., Poliakov, A., Yakobinchuk, O., Gubarev, O., Makarova, T. (2023). Mechatronic Hydraulic System with Adaptive Regulator for a Manipulator of the Mobile Working Machine. Lecture Notes in Mechanical Engineering. DSMIE 2023. Springer.

Інформаційні ресурси

1. Мережа Internet: Сайт компанії Arduino. Режим доступу: https://www.arduino.cc/
2. Мережа Internet: Каталог продукції фірми Festo. Режим доступу: https://www.festo.com/cat/ru-ru/products
3. Мережа Internet: Каталог продукції фірми Siemens. Режим доступу: https://www.siemens.com/ua/ru/home.html
4. https://docs.sunfounder.com/en/latest/ On-line підручник по програмуванню контролерів Arduino.

Розклад занять за посиланням:
https://iq.vntu.edu.ua/b04213/curriculum/c_list.php?view=t&teacher_id=810&spring=0