

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерної механіки
Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем



ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету інженерної механіки
В.П. Олександренко

СИЛАБУС

Навчальна дисципліна Мехатронні виробничі системи та робототехніка

Освітньо-наукова програма Галузеве машинобудування

Рівень вищої освіти Третій (освітньо-науковий)

Таблиця 1 – Загальна інформація

Позиція	Зміст інформації
Викладач(і)	Онофрійчук Володимир Іванович
Профайл викладача	http://elar.khnu.km.ua/jspui/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Онофрійчук%2C+Володимир+Іванович
Е-мэйл викладача(ів)	v.onofrivchuck@khnu.km.ua
Контактний телефон	067-155-87-17
Сторінка дисципліни в ІСУ	https://msn.khnu.km.ua/course/view.php?id=7319
Навчальний рік	2020-2021
Консультації	Очні: четвер, 3-я пара, БП-516 або 3-401а Онлайн: за необхідністю та попередньою домовленістю

Таблиця 2 - Загальна характеристика дисципліни

Статус дисципліни	Форма навчання	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин						Форма семестрового контролю						
				Кредити ЄКТС	Години	Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ПРС	Курсовий проект	Курсова робота	залік	іспит			
						Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття									
В	Д	1	2	4	120	54	36	18										

Анотація навчальної дисципліни

У відповідності до Постанови КМУ від 23 березня 2016 р. № 261, підготовка здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії здійснюється за освітньо-науковою програмою та навчальним планом, що затверджуються вченою радою закладу вищої освіти для кожної спеціальності. Протягом строку навчання здобувач зобов'язаний виконати всі вимоги освітньо-наукової програми, зокрема здобути теоретичні знання, уміння, навички та інші компетентності, достатні для продукування нових ідей, розв'язання комплексних проблем у галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, оволодіти методологією наукової та педагогічної діяльності, а також провести власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та/або практичне значення, та захистити дисертацію.

Дисципліна «Мехатронні виробничі системи та робототехніка» є однією із вибіркових фахових дисциплін і може бути використана при підготовці фахівців третього (освітньо-наукового) рівня за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» та іншими рівнями освіти і спеціальностями у галузі механічної інженерії. При викладанні дисципліни використовуються активні і творчі форми проведення занять, зокрема оглядові лекції, лекцій-бесіди, комп'ютерне моделювання елементів технологічних процесів тощо.

Мета і завдання дисципліни

Мета дисципліни. Ознайомлення майбутніх наукових та науково-педагогічних кадрів з базовими принципами проектування та експлуатації інтелектуальних мехатронних модулів та роботизованих виробничих систем, а також типовими прикладами їх побудови та функціонування.

Завдання дисципліни. Отримання теоретичних знань і практичних навиків у галузі проектування, моделювання та оптимізації інтелектуальних мехатронних модулів із застосуванням сучасних методів та засобів; ознайомлення з типовими прикладами побудови і експлуатації мехатронних виробничих систем.

Очікувані результати навчання

Здобувач, який успішно завершив вивчення дисципліни, має: оцінювати доцільність і можливість застосування передових досягнень в галузевому машинобудуванні; знати та застосовувати існуючі технічні засоби і математичні методи, що використовуються в процесі розробки та реалізації механічних конструкцій, машин, матеріалів і виробничих процесів галузевого машинобудування.

Тематичний і календарний план вивчення дисципліни

Таблиця 3 – Тематичний і календарний план вивчення дисципліни

№ тижня	Тема лекції	Тема практичного заняття	Самостійна робота студента		
			зміст	год.	література
1	Вступ. Етапи життєвого циклу виробу.	Практична робота (далі ПР) №1. Пряма та зворотна задача кінематики маніпулятора	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 1), підготовка до виконання ПР №1	4	[1],[2],[3]
2	Концепція CALS. Концепція паралельного проектування виробів	-	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 2), виконання схем та розрахунків	4	[1],[2],[3]
3	Гнучкі виробничі системи та інтегровані комп'ютеризовані виробництва.	Продовження ПР №1. Пряма та зворотна задача кінематики маніпулятора	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 3), підготовка до захисту ПР №1	4	[1], [3], [4],
4	Склад системи забезпечення функціонування ГВС. Суть концепції СІМ.	-	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 4), підготовка до захисту ПР №1, підготовка до виконання ПР №2	4	[4], [5],[7]
5	Основні поняття проектування виробництва. Типи машинобудівного виробництва.	ПР №2. Конфігураційний простір маніпулятора	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 5), підготовка до виконання ПР №2	4	[6],[7]
6	Гнучке автоматизоване виробництво	-	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 6), виконання схем та розрахунків	4	[7],[9]
7	Структура та основні елементи гнучких автоматизованих виробництв.	Продовження ПР №2. Конфігураційний простір маніпулятора	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 7), підготовка до захисту ПР №2	4	[5],[9]
8	Гнучке автоматизоване виробництво, як об'єкт проектування та керування. Критерії гнучкості виробництва.	-	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 8), підготовка до захисту ПР №2, підготовка до виконання ПР №3	4	[9],[10]
9	Промислові роботи. Загальні відомості. Класифікація.	ПР №3. Матричне представлення положення маніпулятора	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 9), підготовка до виконання ПР №3	4	[10], [11], [12]
10	Маніпуляційні пристрої промислових роботів	-	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 10), виконання розрахунків	4	[11], [12], [13]
11	Робоча зона промислового робота. Маневреність та коефіцієнт сервісу.	Продовження ПР №3. Матричне представлення положення маніпулятора	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 11), підготовка до захисту ПР №3	4	[11], [12], [13]

12	Робочі органи маніпуляторів.	-	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 12), підготовка до захисту ПР №3, підготовка до виконання ПР №4	4	[12], [13]
13	Загальні відомості про приводи промислових роботів. Пневматичний привід.	ПР №4. Програмна реалізація ПІД-регулятора в умовах лабораторного комплексу SIEMENS	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 13), підготовка до виконання ПР №4	4	[11]; [12]; [14]
14	Гідравлічний привід. Електричний привід	-	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 14), виконання розрахунків	4	[12]; [14]
15	Захватні пристрої та інструменти промислових роботів.	Продовження ПР №4. Програмна реалізація ПІД-регулятора в умовах лабораторного комплексу SIEMENS	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 15), підготовка до захисту ПР №4	3	[12]; [14]; [15]
16	Основні показники та класифікація хватних пристроїв. Механізований інструмент ПР.	-	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 16), підготовка до підсумкового заняття	3	[14]; [15]
17	Типові схеми компоновки робото-технічних комплексів.	Підсумкове заняття	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 17)	2	[7]; [15]; [16]
18	Класифікація РТК. Компоновочні схеми РТК.	-	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 18)	2	[15]; [16]

Примітка. практичні заняття проводяться раз у два тижні по дві години (чисельник чи знаменник відповідно до розкладу занять).

Політика дисципліни

Організація освітнього процесу в Університеті відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Студент зобов'язаний відвідувати лекції і практичні заняття згідно із розкладом, не запізнюватися на заняття, домашні завдання виконувати якісно і відповідно до графіка.

Термін захисту практичної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті. Пропущене практичне заняття студент зобов'язаний відпрацювати у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Здобувачі вищої освіти при вивченні дисципліни можуть користуватись як наявним в аудиторіях кафедри комп'ютерним обладнанням, так і власними пристроями (ноутбуками, планшетами, смартфонами). Власними пристроями можна користуватися як для роботи в системі Moodle, так і для доступу до зовнішніх інформаційних ресурсів, які необхідні для виконання практичних робіт та пов'язаних із ними власних завдань кваліфікаційної роботи.

Практичні роботи виконуються індивідуально або групами, згідно із завданнями, що представлені у методичних вказівках до вивчення курсу. Під час роботи над індивідуальними завданнями недопустимі порушення правил академічної доброчесності. У разі наявності плагіату (спроба представити до захисту практичну роботу іншого варіанту) здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку і має повторно виконати практичну роботу згідно із його варіантом.

Критерії оцінювання результатів навчання

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за **чотирибальною** шкалою відповідно до Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих **позитивно** з урахуванням вагового коефіцієнта. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни і важливості окремих видів її робіт.

Поточний контроль здійснюється під час практичних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком навчального процесу. Оцінка, яка виставляється за практичне заняття, складається з таких елементів: усне опитування студентів перед допуском до виконання практичної роботи; якість оформлення протоколу і графічної частини; вільне володіння студентом спеціальною термінологією і уміння професійно обґрунтувати прийняті конструктивні рішення; своєчасна здача практичної роботи.

При цьому використовуються методи поточного контролю: усне опитування перед допуском до практичного заняття; захист практичних робіт; презентація індивідуальних завдань.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання

у семестрі за ваговими коефіцієнтами

Аудиторна робота				Семестровий контроль, залік
Практичні роботи №:				
1	2	3	4	За рейтингом
ВК*: 1,0				0

Умовн позначення: Т – тема дисципліни; ВК – ваговий коефіцієнт.

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені у таблиці.

Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Інституційна інтервальна шкала балів	Вітчизняна оцінка, критерії	
A	4,75–5,00	5	Відмінно – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навичок
B	4,25–4,74	4	Добре – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,75–4,24	4	Добре – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками
D	3,25–3,74	3	Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією
E	3,00–3,24	3	Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00–2,99	2	Незадовільно – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00–1,99	2	Незадовільно – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

Питання для самоперевірки

1. Назвіть основні етапи життєвого циклу виробу.
2. У чому полягає суть концепції CALS?
3. Назвіть базові принципи концепції CALS.
4. У чому полягає суть концепції паралельного проектування виробів?
5. Дайте визначення гнучкої виробничої системи.
6. Які елементи входять до складу системи забезпечення функціонування ГВС?
7. У чому полягає суть концепції комп'ютерно-інтегрованого виробництва?
8. Які переваги мехатронних пристроїв у порівнянні з традиційними засобами автоматизації?
9. У чому полягає розробка технологічного процесу для гнучких автоматизованих виробничих систем?
10. Назвіть основні етапи проектування технологічного процесу для ГВС.
11. Охарактеризуйте основні особливості одиничного, серійного та масового виробництва.
12. У чому полягає технологічне завдання гнучкого автоматизованого виробництва?
13. Що розуміють під терміном «гнучке автоматизоване виробництво»?
14. Які елементи входять до складу гнучкого виробничого комплексу?
15. Дайте визначення гнучкого виробничого модуля.
16. Які виробничі процеси є найбільш складними, з точки зору автоматизації?
17. Який сенс вкладають у поняття «гнучкість ГВС»?
18. Що вкладають у сучасне поняття «робот»?
19. Що таке промисловий робот?
20. перерахуйте основні вимоги, які висуваються до промислових роботів.
21. Яким критерієм характеризується точність промислового робота?
22. Який тип маніпуляційних пристроїв є основним для промислових роботів?
23. Що називають робочою зоною промислового робота?
24. Які види рухів здійснюють маніпулятори, що працюють у прямокутній робочій зоні?
25. Яку форму робочої зони мають маніпулятори із поворотними шарнірами?
26. Що таке маневреність промислового робота?
27. Що таке коефіцієнт сервісу маніпулятора?
28. Які специфічні вимоги висуваються до приводів ПР?
29. Які типи приводів найбільш розповсюджені у ПР?
30. Назвіть переваги і недоліки пневматичного приводу ПР.
31. Які типи двигунів найчастіше використовують у електричному приводі ПР?
32. Назвіть основні напрямки проектування сучасних ПР з електричним приводом.
33. Які ознаки об'єкта маніпулювання є важливими при проектуванні захватних пристроїв?
34. Назвіть основні технічні показники захватних пристроїв.

35. Які типи захватних пристроїв знайшли найбільше застосування у промисловості?
36. Які типи виконавчих органів використовують у зварювальних ПР?
37. Перерахуйте типи РТК в залежності від функціонального призначення ПР.
38. Назвіть основні групи РТК з точки зору планування технології обробки та схеми розташування технологічного обладнання.
39. Які ПР використовують у РТК з лінійним розташуванням основного і допоміжного технологічного обладнання?
40. Які ПР використовують у РТК з лінійно-паралельним розташуванням обладнання?

Рекомендована література

1. Е.И. Яблочников, Ю.Н. Фомина, А.А. Саломатина. Компьютерные технологии в жизненном цикле изделия / Учебное пособие – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 188 с.
2. Системы управления производством и производственными операциями и современные вызовы. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://blogs.3ds.com/russia/production-and-operations-management-systems-and-modern-challenges/>
3. Хартли Дж. ГПС в действии: Пер. с англ.- М.: Машиностроение, 1987. - 328 с.
4. ДСТУ 2879. Маніпулятори, автооператори, роботи промислові та системи виробничі гнучкі. Терміни та визначення.
5. ГОСТ 26228. Системы производственные гибкие. Термины и определения, номенклатура показателей.
6. Хватов Б.Н. Гибкие производственные системы. Расчет и проектирование : учеб. пособие / Б.Н. Хватов. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 112 с.
7. Козырев Ю.Г. Гибкие производственные системы. Справочник: справочное издание / Ю.Г.Козырев. – М.: КНОРУС, 2015. – 368 с.
8. «Умное производство» суть Интегрированное производство (Computer Integrated Manufacturing, CIM). [Электронный ресурс] Режим доступа: http://erp-online.ru/phparticles/show_news_one.php?n_id=360
9. Пуховский Е.С. Технологические основы гибкого автоматизированного производства: Учеб. пособие. – К.: Вища школа. Головное изд-во, 1989. – 240 с.
10. Выжигин А.Ю. Гибкие производственные системы: учеб. пособие. М.: Машиностроение, 2009. - 288 с.
11. Навчальний посібник з дисципліни «Маніпулятори та промислові роботи». Для студентів бакалаврів, спеціальності: 131 - Прикладна механіка, 133 – Галузеве машинобудування, / Укладачі.: Михайлов С. П., Лінгур В.М. – Одеса: ОНПУ, 2019. - 233 с.
12. Цвіркун Л.І. Робототехніка та мехатроніка: навч. посіб. / Л.І. Цвіркун, Г. Грулер; під заг. ред. Л.І. Цвіркуна ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. –3-тє вид., переробл. і доповн. – Дніпро: НГУ, 2017. – 224 с.
13. Шахворостов С.А. Роботы в системах автоматизации [Электронный ресурс] : учеб. пособие/ С.А. Шахворостов. – Электрон. Текстовые дан. (1 файл: 6 МБ). – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2016. – 110 с.
14. Козырев Ю.Г. Захватные устройства и инструменты промышленных роботов: учебное пособие/ Ю.Г. Козырев. – М.: КНОРУС, 2010. – 312 с.
15. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы. Основные типы и технические характеристики. – М.: КНОРУС, 2010.
16. Сергеев А.С. Промышленные роботы и роботизированные технологические комплексы: учеб. пособие / А.С. Сергеев, А.М. Макаров, С.Г. Поступаева, Т.Ж. Тихонова. – Волгоград: ВолгГТУ, 2018. – 128 с.

Інформаційні ресурси

Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>.
 Репозитарій ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/?locale=uk>

Розробник:



к.т.н., доц. Онофрійчук В.І.

Погоджено:

Зав. кафедри машин і апаратів,
електромеханічних та енергетичних систем



д.т.н., доц. Поліщук О.С.

Гарант ОНП «Галузеве машинобудування»



д.т.н., проф. Скиба М.С.