

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра механіки

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету конструювання та дизайну,

Зиновій РУЖИЛО

” 05 2024 р.



“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри механіки

Протокол № 8 від “7” 05 2024 р.

Завідувач кафедри

Володимир БУЛГАКОВ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ПЛАНУВАННЯ РУХУ РОБОТІВ І МАНІПУЛЯТОРІВ
(вибіркова за уподобанням студента)

Галузь знань 13 – «Механічна інженерія»

спеціальність 133 – «Галузеве машинобудування»

освітня програма «Робототехнічні системи і комплекси сільськогосподарського виробництва»

Факультет (ННІ) Факультет конструювання та дизайну

Розробники: Булгаков В.М., зав. кафедри механіки, д.т.н, професор,

Черниш О.М., доцент кафедри механіки, к.т.н, доцент,

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2024 р.

Опис навчальної дисципліни _____
ПЛАНУВАННЯ РУХУ РОБОТІВ І МАНІПУЛЯТОРІВ

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь	
Освітній ступінь	<i>Магістр</i>
Спеціальність	<i>133 «Галузеве машинобудування»</i>
Освітня програма	<i>«Робототехнічні системи і комплекси сільськогосподарського виробництва»</i>
Характеристика навчальної дисципліни	
Вид	Вибіркова за уподобанням студента
Загальна кількість годин	120
Кількість кредитів ECTS	4,0
Кількість змістових модулів	2
Курсовий проект (робота) (за наявності)	-
Форма контролю	<i>Екзамен</i>
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти	
	Денна форма здобуття вищої освіти
Курс (рік підготовки)	I
Семестр	2
Лекційні заняття	<i>15 год.</i>
Практичні, семінарські заняття	-
Лабораторні заняття	<i>15 год.</i>
Самостійна робота	<i>90 год.</i>
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти	2 год.

1. Мета, завдання, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Мета: формування системи спеціальних знань та практичних навичок у галузі теоретичних досліджень механіки роботів та робототехнічних систем, їх проектування за заданими критеріями і властивостями згідно із технологією робочого процесу у сільськогосподарському виробництві.

Завдання: ознайомлення з методиками дослідження механіки робототехнічних систем і комплексів та теоретичного обґрунтування конструкційних, кінематичних і динамічних параметрів у тому обсязі, який дає можливість успішно засвоїти теоретичні аспекти і набути твердих практичних навичок у розв'язуванні технічних задач, розвинути культуру інженерного мислення, навичок аналізу і розрахунку технологічних

параметрів, кінематичних і динамічних схем роботів та робототехнічних систем сільськогосподарського виробництва.

Набуття компетентностей:

Інтегральна компетентність (ІК):

Здатність розв'язувати складні завдання і проблеми галузевого машинобудування, що передбачають проведення дослідження та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність застосовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК2. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.

ЗК5. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

ЗК6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК7. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК8. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК9. Здатність працювати в команді.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):

СК2. Критичне осмислення передових для галузевого машинобудування наукових фактів, концепцій, теорій, принципів та здатність їх застосовувати для розв'язання складних задач галузевого машинобудування і забезпечення сталого розвитку. Здатність втілювати передові інженерні розробки для отримання практичних результатів.

СК3. Здатність створювати нову техніку і технології в галузі механічної інженерії.

СК4. Усвідомлення перспективних завдань сучасного виробництва, спрямованих на задоволення потреб споживачів, володіння тенденціями інноваційного розвитку технологій галузі.

СК5. Здатність розробляти і реалізовувати плани й проекти у сфері галузевого машинобудування та дотичних видів діяльності, здійснювати відповідну підприємницьку діяльність.

Програмні результати навчання (ПРН):

РН2. Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку.

2. Програма та структура навчальної дисципліни для:

- повного терміну денної (заочної) форми здобуття вищої освіти;
- скороченого терміну денної (заочної) форми здобуття вищої освіти.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	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	14	
Змістовий модуль 1. Теорія руху елементів роботів та роботехнічних систем														
Тема 1.1. Методи створення динамічних моделей роботехнічних систем	1	9	1		1		7							
Тема 1.2. Теорія кочення колеса робототехнічної системи зі слідом	2	8	1		1		6							
Тема 1.3. Динаміка руху коліс роботехнічних систем при взаємодії з колією змінного профілю	3	8	1		1		6							
Тема 1.4. Поняття про розв'язок задач динаміки систем твердих тіл у тензорній формі	4	9	1		1		7							
Тема 1.5. Диференціальні рівняння руху маніпуляційних роботехнічних систем	5	8	1		1		6							
Тема 1.6. Динаміка руху антропоморфних робототехнічних систем	6	9	1		1		7							
Тема 1.7. Моделювання руху автоматичного крокуючого робота із багатьма кінцівками	7	9	1		1		7							
Разом за змістовим модулем 1		60	7		7		46							

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Змістовий модуль 2. Розрахунки на міцність, жорсткість і вібростійкість та біонічні аспекти роботи органів роботів і робототехнічних систем													
Тема 2.1. Вибір і обґрунтування конструкційних матеріалів для робочих органів роботів і робототехнічних систем	12	8	1		1		6						
Тема 2.2. Розрахунки робочих органів роботів і робототехнічних систем на міцність і жорсткість при статичному навантаженні	13	8	1		1		6						
Тема 2.3. Розрахунки робочих органів роботів і робототехнічних систем на міцність і втому при регулярних і нерегулярних режимах силового навантаження	14	8	1		1		6						
Тема 2.4. Методи розрахунків на міцність і вібростійкість маніпуляторів з імпульсними двигунами	15	8	1		1		6						
Тема 2.5. Біоніка як складова сучасної робототехніки	8	7	1		1		5						
Тема 2.6. Біомеханічні дослідження ходи тварин	9	7	1		1		5						
Тема 2.7. Розробка біонічних кінцівок в робототехнічних системах	10	7	1		1		3						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Тема 2.8. Розробка біонічних систем для догляду за тваринами	11	7	1		1		5						
Разом за змістовим модулем 2	60		8		8		44						
Усього годин за семестр	120		15		15		90						

3. Темы лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення методів створення динамічних моделей робототехнічних систем	2
2	Дослідження теорії кочення колеса робототехнічної системи зі слідом	2
3	Динамічні дослідження руху коліс робототехнічних систем при взаємодії з колією змінного профілю	2
4	Дослідження розв'язку задач динаміки систем твердих тіл у тензорній формі	2
5	Складання диференціальних рівнянь руху маніпуляційних робототехнічних систем	2
6	Дослідження динаміки руху антропоморфних робототехнічних систем	2
7	Моделювання руху автоматичного крокуючого робота із багатьма кінцівками	2
8	Вибір і обґрунтування конструкційних матеріалів для робочих органів роботів і робототехнічних систем	2
9	Проведення розрахунків робочих органів роботів і робототехнічних систем на міцність і жорсткість при статичному навантаженні	2
10	Проведення розрахунків робочих органів роботів і робототехнічних систем на міцність і втому при регулярних і нерегулярних режимах силового навантаження	2
11	Вивчення методів розрахунків на міцність і вібростійкість маніпуляторів з імпульсними двигунами	2
12	Визначення коефіцієнта корисної дії м'язів ніг людини	2
13	Експериментальне визначення проекції загального центра ваги тіла на горизонтальну площину	2
14	Експериментальне визначення моменту інерції тіла методом фізичного маятника	2
15	Обчислення моменту інерції та координат загального центра ваги тіла людини у фіксованій позі по фотографії	2

4. Теми самостійних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Методи створення динамічних моделей робототехнічних систем	2
2	Теорія кочення колеса робототехнічної системи зі слідом	2
3	Динаміка руху коліс робототехнічних систем при взаємодії з колією змінного профілю	
4	Поняття про розв'язок задач динаміки систем твердих тіл у тензорній формі	2
5	Диференціальні рівняння руху маніпуляційних робототехнічних систем	2
6	Динаміка руху антропоморфних робототехнічних систем	2
7	Моделювання руху автоматичного крокуючого робота із багатьма кінцівками	2
8	Вибір і обґрунтування конструкційних матеріалів для робочих органів роботів і робототехнічних систем	2
9	Розрахунки робочих органів роботів і робототехнічних систем на міцність і жорсткість при статичному навантаженні	2
10	Розрахунки робочих органів роботів і робототехнічних систем на міцність і втому при регулярних і нерегулярних режимах силового навантаження	2
11	Методи розрахунків на міцність і вібростійкість маніпуляторів з імпульсними двигунами	2
12	Біоніка як складова сучасної робототехніки	2
13	Біомеханічні дослідження ходи тварин	2
14	Розробка біонічних кінцівок в робототехнічних системах	2
15	Розробка біонічних систем для догляду за тваринами	2

5. Засоби діагностики результатів навчання:

- екзамен;
- модульні тести;
- захист лабораторних та самостійних робіт;

6. Методи навчання:

- словесний метод (лекція, співбесіда);
- практичний метод (лабораторні, заняття);
- наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
- робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анутовання);
- відеометод (дистанційні, мультимедійні);
- самостійна робота (виконання завдань);

7. Методи оцінювання.

- екзамен;
- усне або письмове опитування;
- модульне тестування;
- захист лабораторних та самостійних робіт.

8. **Розподіл балів**, які отримують здобувачі вищої освіти. Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна та результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу здобувача вищої освіти з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{ат}}$.

9. Навчально-методичне забезпечення

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn: <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=4352>;
- конспекти лекцій та їх презентації (в електронному вигляді);
- підручники, навчальні посібники;
- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти.

10. Рекомендовані джерела інформації

1. Булгаков В.М., Гриник І.В., Калетнік Г.М., Адамчук В.В., Тіщенко Л.М., Черниш О.М., Яременко В.В. Теоретична механіка: підручник / за ред. акад. НААН В.М. Булгакова. – К.: Аграр. наука, 2014. – 560 с.
2. Гігіняк Ф.Ф., Лебедев А.О., Шкодзінський О.К. Міцність конструкційних матеріалів при малоцикловому навантаженні за умов складного напруженого стану/ За редакцією академіка НАН України А.О. Лебедева. – К.: Наукова думка, 2003. – 270 с.
3. Дмитрів В., Ланець О. Динаміка і точність робіт. Навчальний посібник. – Львів: Львівська політехніка, 2021. – 197 с.
4. Кініцький Я.Т. Теорія механізмів і машин. К.: Наукова думка, 2001.
5. Ковальчук Б.И., Лебедев А.А., Уманский С.Э. Механика неупругого

- деформирования материалов и элементов конструкций. – К.: Наукова думка, 2003. – 270 с.
6. Кожевников С.Н. Динамика нестационарных процессов в машинах. – К.: Наукова думка, 1986. – 288с.
 7. Лебедев А.О., Бобир М.И., Ламашевський В.П. Механіка матеріалів для інженерів. Навчальний посібник. – К.: НТУУ «КПІ», 2006. – 288 с.
 8. Ловейкін В.С. Динаміка машин / В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич. – К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2013. – 227с.
 9. Ловейкін В.С. Моделювання динаміки механізмів вантажопідйомних машин. Монографія / В.С. Ловейкін, Ю.В. Човнюк, М.Г. Діктерук, С.І. Пастушенко. – К.-Миколаїв: РВВ МДАУ, 2004.-286 с.
 10. Маніпулятори, автооператори, роботи промислові та системи виробничі гнучкі. Терміни та визначення. ДСТУ 2879 – 94. – 31 с.
 11. Міщук Д.О. Проектування та конструювання робототехнічних систем. Навчальний посібник – К.: Компрінт, 2020.- 185 с.
 12. Міщук Д.О. Роботи і маніпулятори. Підручник – К.: Компрінт, 2020.- 268с.
 13. Пелевін Л.Є., Почка К. І., Гаркавенко О. М. та ін. Синтез робототехнічних систем в машинобудуванні – К.: Інтерсервіс, 2016. – 258 с.
 14. Проць Я.І. Захоплювальні пристрої промислових роботів: Навчальний посібник . – Тернопіль: Тернопільський державний технічний університет ім. І. Пулюя, 2008. – 232с.
 15. Самотокін Б. Б. Деталі і механізми роботів. – К.: Вища школа, 1990. 343 с.
 16. Трифонова О. М., Хомутенко М. В., Садовий М. І. Автоматизовані системи програмних навчальних комплексів: навчально-методичний посібник. – Кропивницький: ПП «Ексклюзив Систем», 2019. – 120 с
 17. Трощенко В.Т. и др. Прочность материалов и конструкций / Редколегія: В.Т. Трощенко (отв. ред.) – К.: Академперіодика, 2005. – 1088 с.
 18. Федорец В.А., Педченко М.Н, Кухарец А.В. Расчет пневматических и пневмогидравлических цикловых систем. – К.: Техніка, 2001. – 184 с.
 19. Цвіркун Л.І. Робототехніка та мехатроніка. Навчальний посібник / під заг. ред. Л.І. Цвіркуна: 3-тє вид., переробл. і доповнене – Дніпро: НГУ, 2017. – 224 с.
 20. Boaz Arad, Jos Balendonck, Ruud Barth, Ohad Ben-Shahar, Yael Edan, Thomas Hellström, Jochen Hemming, Polina Kurtser, Ola Ringdahl, Toon Tielen, Bart van Tuijl Development of a sweet pepper harvesting robot. *Journal of Field Robotic*. 2020, 37(6). <https://doi.org/10.1002/rob.21937>.
 21. Luiz F. P. Oliveira, António P. Moreira, Manuel F. Silva. Advances in Agriculture Robotics: A State-of-the-Art Review and Challenges Ahead. *Robotics*. 2021, 10(2), 52; <https://doi.org/10.3390/robotics10020052>.
 22. M.A.K. Bahrin, M.F. Othman, N.H.N. Azli, M.F. Talib Industry 4.0: a review on industrial automation and robotic *Jurnal Teknologi*, 2016, 78.:pp. 6-13. [Google Scholar].
 23. Olmedo N.A., Barczyk M., Zhang H., Wilson W., Lipsett M.G. A UGV-Based Modular Robotic Manipulator for Soil Sampling and Terramechanics Investigations. *J. Unmanned Veh. Syst.* 2020;8:364–381. doi: 10.1139/juvs-

2020-0003. [CrossRef] [Google Scholar].
24.Olmedo N.A., Lipsett M.G. Design and field experimentation of a robotic system for tailings characterization. Journal of Unmanned Vehicle Systems. Vol. 4. N 3. 2016.<https://doi.org/10.1139/juvs-2015-0034>.