

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем (№ 202)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектно́ї групи



(підпис)

О.О. Баранов

(ініціали та прізвище)

« » 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Моделювання та дослідження технічних систем (КП)
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 131 «Прикладна механіка»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Роботомеханічні системи та комплекси
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

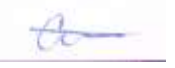
Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2021 рік

Робоча програма «Моделювання та дослідження технічних систем»
(назва дисципліни)
для студентів за спеціальністю 131 Прикладна механіка
освітньою програмою Роботомеханічні системи та комплекси.

« 21 » 06 2021 р., – 11 с.

Розробник: Степаненко Д. Р., асистент каф. 202 _____
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)


(підпис)

Баранов О. О., д.т.н., доцент каф. 202 _____
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Теоретичної механіки маши-
нознавства та роботомеханічних систем
(назва кафедри)

Протокол № 11 від « 30 » 06 2021 р.

Завідувач кафедри д.т.н., доцент
(назва кафедри, науковий ступінь та вчене звання завідувача)


(підпис)

О.О. Баранов _____
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 2	Галузь знань <u>13 «Механічна інженерія»</u> (шифр і найменування) Спеціальність <u>131 «Прикладна механіка»</u> (код і найменування) Освітня програма <u>Роботомеханічні системи та комплекси</u> (найменування) Рівень вищої освіти: другий (магістерський)	Обов’язкова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2021/2022
Індивідуальне завдання _____ (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 32/60		1-й
		Лекції*
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 32 самостійної роботи студента – 28		___ годин
		Практичні, семінарські*
		32 годин
	Лабораторні*	
	___ годин	
	Самостійна робота	
	28 годин	
	Вид контролю	
	Диф. залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: $32/28=1,14$.

* Аудиторне навантаження може бути збільшене або зменшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення – формування моделей технічних систем та їх дослідження, оволодіння оволодіння шляхами розробки моделей технічних систем.

Завдання – побудова моделей технічних систем, освоєння програмного продукту MATLAB для моделювання та дослідження технічних систем.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких компетентностей:

1) Загальні компетенції (ЗК):

ЗК1 Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК2 Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК3 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК4 Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК5 Здатність розробляти та управляти проектами.

ЗК6 Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК8 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

2) Фахові компетентності (ФК):

ФК1 Спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування.

ФК3 Застосування відповідних методів і ресурсів сучасної інженерії на основі інформаційних технологій для вирішення широкого кола інженерних задач із застосуванням новітніх підходів, методів прогнозування з усвідомленням інваріантності розв'язків.

ФК4 Здатність критичного осмислення проблем у навчанні, професійній і дослідницькій діяльності на рівні новітніх досягнень інженерних наук та на межі предметних галузей.

ФК5 Здатність поставити задачу і визначити шляхи вирішення проблеми засобами, прикладної механіки та суміжних предметних галузей, знання методів пошуку оптимального рішення за умов неповної інформації та суперечливих вимог.

ФК6 Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, інформаційні технології та прикладне комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних і наукових завдань з прикладної механіки.

ФК7 Здатність описати, класифікувати та змодельовати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук.

ФК8 Здатність генерувати нові ідеї та уміння обґрунтування нових інноваційних проектів та просування їх на ринку.

ФК9 Здатність до самостійної роботи і ефективного функціонування в якості керівника групи чи структурного підрозділу при виконанні виробничих завдань, комплексних проектів, наукових досліджень. Відповідальність за розвиток професійного знання і практик, оцінку стратегічного розвитку команди.

ФК10 Здатність зрозумілого і недвозначного донесення власних висновків, знань та пояснень до фахівців і нефахівців, зокрема і в процесі викладацької діяльності. Здатність зрозуміти роботу інших, давати і отримувати чіткі інструкції.

Програмні результати навчання:

РН4 Показати теоретичні знання і практичні навички використання сучасних методів пошуку оптимальних параметрів технічних систем засобами системного аналізу, математичного, імітаційного та комп'ютерного моделювання, зокрема і за умов неповної та суперечливої інформації;

РН5 Показати здатність до самостійного вирішення поставлених задач інноваційного характеру (кваліфікаційна робота, курсове проектування), уміння аргументувати і захищати отримані результати та прийняті рішення, зокрема і публічно

Міждисциплінарні зв'язки: вивчення курсу «Моделювання та дослідження ТС » базується на загальних знаннях з таких дисциплін як «Динаміка механічних систем», «динамічна стійкість промислових роботів», «конструювання промислових роботів», «математичні основи робототехнічних систем».

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1.Передпроектна стадія розробки.

Тема 1. Завдання до курсового проекту. Видача завдання до курсового проекту. Роз'яснення цілей і завдань при виконанні курсового проекту; правил оформлення і здачі курсового проекту. Складання графіку виконання курсового проекту.

Тема 2. Передпроектна стадія розробки роботу та етап «Технічне завдання». Вихідні данні для проектування. Стадія технічного завдання на проектування робота.

Тема 3. Загальні проектні рішення. Розробка концепції робота. Декомпозиція на принципах мехатроніки. Формування системи критеріїв якості. Вибір та оцінювання комплектуючих на етапі формування концепції. Формування загальних проектних рішень.

Змістовий модуль 2. Проектування механічної схеми маніпулятора робота.

Тема 4. Проектування кінематичної моделі робота. Послідовність прийняття проектних рішень. Вихідні данні для проектування. Опис кінематики метод матриць. Пряма та зворотна задача кінематики.

Тема 5. Проектування механізмів робота. Розрахунок приводів та їх регуляторів

Тема 6. Розробка динамічної моделі мехатронного пристрою. Вихідні данні для проектування. Проектування динамічної моделі робота в середовищі Matlab.

Тема 7. Проектування механічної моделі мехатронного пристрою. Розробка механічної моделі. Проектування сполучення з вихідною механічною ланкою. Опис приводів механізму.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		лекції	прак.р.	лаб.р.	інд.р.	сам.р.
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1. Основи математичного моделювання.						
Тема 1. Завдання до курсового проекту.	4		2	—	—	2
Тема 2. Передпроектна стадія розробки роботу та етап «Технічне завдання».	8		4	—	—	4
Тема 3. Загальні проектні рішення.	8		4	—	—	4
Разом за змістовим модулем 1	20		10	—	-	10
Змістовий модуль 2. Моделі елементів та моделі паралельних розрахунків.						
Тема 4. Проектування кінематичної моделі робота.	8		4	—	—	4
Тема 5. Проектування механізмів робота.	8		4			4
Тема 6. Розробка динамічної моделі мехатронного пристрою.	10		6	—	—	4
Тема 7. Проектування механічної моделі мехатронного пристрою..	14		8	—	-	6

Разом за змістовим модулем 2	40		22	–	-	18
Усього годин	60		32	–	-	28

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	2	3
1	Структурна схема мехатронного пристрою.	2
2	Передпроектна стадія розробки мехатронного пристрою та етап «Технічне завдання».	2
3	Загальні проектні рішення по виробу.	4
4	Проектування робочих органів мехатронних машин.	4
5	Проектування кінематичних моделей механізмів мехатронних машин.	6
6	Розробка динамічної моделі мехатронного пристрою.	6
7	Проектування механічної моделі мехатронного пристрою.	8
	Разом	32

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Проведення аналізу сучасного стану робототехніки. Розробка функціональної структури робота (Тема 1)	2
2	Декомпозиція на принципах мехатроніки. (Тема 2)	4
3	Розробка загальних технічних рішень по виробу (Тема 3)	4
4	Розробка кінематичної схеми робота. Вирішення прямої та зворотної задач кінематики методом матриць (Тема 4)	4
5	Розробка моделі ДПТ та його ПД регулятора (Тема 5)	4
6	Розробка динамічної моделі в середовищі Matlab (Тема 6)	4
7	Розробка механічної 3D моделі стаціонарного робота (Тема 7)	6
	Разом	28

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
	Разом	

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, консультації, самостійна ро-

бота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Проведення контролю виконання практичних завдань, перевірка курсової роботи, фінальний контроль – у вигляді диф. заліку.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти за виконання курсової роботи (проекту)

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 20__	до 30__	до 50__	100

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

Вміти розробити математичну модель маніпулятора починаючи з кінематичної схеми, розрахунку приводів, прямої оборотної задачі, та моделі в середовищі Matlab.

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:

Вміти створювати модель маніпулятора. Створювати візуальну модель маніпулятора в MatLab. Налаштовувати роботу моделі на задані параметри.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Виконати всі індивідуальні завдання. Знати систему координат Денавіта-Хантерберга, та використувати її для власних проектів. Уміти виконувати дії з матрицями та розраховувати пряму та обернену задачі. Уміти розрахувати та підібрати привід для маніпулятора. Виконувати моделювання в середовищі Matlab.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, захистити всі індивідуальні завдання, виконати всі КР, здати поза аудиторну самостійну роботу. Уміти: знаходити матрицю, обернену даній; розв'язувати системи алгебраїчних рівнянь. Розв'язувати задачі прикладного характеру і відтворювати 3Д моделі. Поєднувати 3Д моделі з моделями в Matlab і налаштовувати систему управління робота

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Роздавальний матеріал на кожному практичному занятті для виконання практичних робіт.
2. Робоча програма дисципліни.
3. Виконання типових завдань.

14. Рекомендована література

Базова

1. Пономаренко В.С. Методичні рекомендації до виконання курсової роботи для студентів напрямку підготовки «комп'ютерні науки» освітньо-кваліфікаційного рівня магістр / Укл. С. В. Мінухін, І. О. Золотарьова, С. В. Знахур, О. В. Дорохов. – Харків: Вид. ХНЕУ, 2001. – 48 с. (Укр. Мов.)
2. Дубовой В. М. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Комп'ютерне моделювання процесів і систем» (Частина 2). – Вінниця, 2000. – 21 с.
3. Дубовой В.М. Моделювання систем контролю та керування. – Вінниця: ВНТУ, 2005
4. Чорний О. П. Моделювання електромеханічних систем: Підручник [текст] / О.П. Чорний, А.В. Луговой, Д.Й. Родькін, О.В. Садовой. – Кременчук, 2001. – 410с.
5. MATLAB Simulink SimMechanics User's Guide COPYRIGHT 2001 – 2009 by The MathWorks. Ink. – 290 p.
6. Melchiorri C. Kinematic Model of Robot Manipulators. Presentation. Università di Bologna. Електронний ресурс. Режим доступа: http://www-lar.deis.unibo.it/people/cmelchiorri/Files_Robotica/FIR_04_Kinem.pdf

Допоміжна

1. Губарев О.П., Левченко О.В. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу “Програмовані контролери в системах керування гідропневмоавтоматики” (частина 2) студентам, що навчаються за фахом “Гідравлічні і пневматичні машини”.– Київ, НТУУ “КПІ”, 2006.- 52 с.
2. TP201 Electropneumatics Basic level Workbook / Markus Pany, Sabine Scharf, Ralph-Christoph Weber, Frank Ebel - Festo Didactic SE, Rechbergst. 3, 73770 Denkendorf, Germany, 2016. – 121 с. - <https://www.festo-didactic.com/int-en/services/printed-media/workbooks/pneumatics/electropneumatics,basic-level-tp-201-workbook-541090.htm?fbid=aW50LmVuLjU1Ny4xNy4zMj44NjMuNTM2MA>.
3. Marcus Hoffman FluidSIM Pneumatics User’s guide /Dr. Daniel Quratolo, Dr. Marcus Hoffman Dr. habil. Benno Stein «Festo». 2001. – 277 с. - https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiOh5Pi-aftAhWsl4sKHYUXBi8QFjAAegQI-AxAC&url=http%3A%2F%2Fwww.lagos.udg.mx%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fadjuntos%2Fmanualfluidsimeng.pdf&usg=AOvVaw1C_iyGrF7NDK0wZ_Y2wC0O
4. Maxon motor [Электронный ресурс] Компания Maxon motor. Режим доступа: <http://www.maxonmotor.com/maxon/view/content/products>
5. Corke P. Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms in MATLAB.– Springer, 2011.– 558 page.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри <https://education.khai.edu/departament/202>
<https://k202.tilda.ws/>