

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
“Харківський авіаційний інститут”
Кафедра «Теоретичної механіки, машинознавства
та роботомеханічних систем» (№ 202)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



(підпис)

Баранов О.О.

(ініціали та прізвище)

« 30 » 08 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ОСНОВИ МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ

(назва навчальної дисципліни)

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

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

Освітня програма: «Роботомеханічні системи і логістичні комплекси»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: початковий рівень (короткий цикл)

Харків 2021 рік

Розробник: Баранов О.О., завідувач кафедри теоретичної механіки, машино-
знавства та роботомеханічних систем, д.т.н., професор
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри теоретичної механіки,
машинознавства та роботомеханічних систем
(назва кафедри)

Протокол № 11 від «30» червня 2021 р.

Заступник завідувача кафедри к.т.н., доцент
(наукова ступінь та вчене звання)


(підпис)

Н.В. Руденко
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4	Галузь знань <u>13 «Механічна інженерія»</u> (шифр та найменування) Спеціальність <u>131 «Прикладна механіка»</u> (код та найменування) Освітня програма <u>Роботомеханічні системи і логістичні комплекси</u> (найменування) Рівень вищої освіти: <u>початковий рівень (короткий цикл)</u>	Обов’язкова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2021/2022
Індивідуальне завдання <u>Виконання розрахунково-графічної роботи з вирішення прямої задачі кінематики для механізму роботи</u> (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 56/120		4-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,5 самостійної роботи студента – 4		Лекції*
		24 години
		Практичні*
		16 годин
		Лабораторні*
	16 годин	
	Самостійна робота	
	64 година	
	Вид контролю	модульний контроль іспит

Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – $40/80 = 0,875$.

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення – вивчення принципу побудови та роботи мехатронних систем, організації роботи систем із роботами, застосування таких систем у різних галузях промисловості.

Завдання – формування у майбутнього фахівця розуміння принципів декомпозиції вузлів машин на принципах мехатроніки та раціонального формування мехатронних вузлів. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

Загальні:

- ЗК7 – здатність вчитись і оволодівати сучасними знаннями;
- ЗК9 – навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;
- ЗК10 – навички здійснення безпечної діяльності;
- ЗК12 – здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Фахові:

- ФК2 – здатність робити оцінки параметрів працездатності матеріалів, конструкцій і машин та знаходити рішення для забезпечення заданого рівня працездатності конструкцій у повністю визначених умовах;
- ФК3 – здатність застосовувати пристрої вимірювання для систем автоматики.

Програмні результати навчання:

- ПРН2 – використовувати методи фізичного абстрагування та моделювання при описі механічних систем.
- ПРН5 – розуміти принципи роботи систем автоматизованого керування технологічним обладнанням, вибирати та використовувати засоби автоматики.

Міждисциплінарні зв'язки: вивчення курсу «Основи мехатронних систем» базується на знаннях з дисципліни «Основи автоматизації» та є основою для кваліфікаційного іспиту.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Принципи та етапи проектування мехатронних та робототехнічних систем.

Тема 1. Структурна схема мехатронного пристрою. Особливості проектування мехатронних виробів.

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

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

Змістовий модуль 2. Кінематичні, динамічні та механічні моделі мехатронних та робототехнічних систем.

Тема 4. Проектування робочих органів мехатронних машин. Проектування захопних пристроїв.

Тема 5. Проектування кінематичних моделей механізмів мехатронних машин. Послідовність прийняття проектних рішень. Вихідні данні для проектування. Метод матриць у кінематиці маніпуляторів.

Тема 6. Розробка динамічної моделі мехатронного пристрою. Загальні питання проектування динамічної моделі. Загальні задачі проектування. Вихідні данні для проектування. Метод графів у динаміці маніпуляторів.

Тема 7. Проектування механічної моделі мехатронного пристрою. Загальні питання проектування механічної моделі. Загальні задачі проектування. Розробка механічної моделі. Проектування сполучення з вихідною механічною ланкою. Розробка приводів механізму.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
		л.	п.	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Множина, матриці та графи					
Тема 1. Структурна схема мехатронного пристрою.	15	4	2	2	7
Тема 2. Передпроектна стадія розробки мехатронного пристрою та етап «Технічне завдання».	17	4	3	3	7
Тема 3. Загальні проектні рішення по виробу.	18	4	3	3	8
Модульний контроль 1	4	4	–	–	–
Разом за змістовим модулем 1	54	16	8	8	22
Змістовий модуль 2. Математична логіка					
Тема 4. Проектування робочих органів мехатронних машин.	14	2	2	2	8
Тема 5. Проектування кінематичних моделей механізмів мехатронних машин.	14	2	2	2	8
Тема 6. Розробка динамічної моделі мехатронного пристрою.	13	1	2	2	8
Тема 7. Проектування механічної моделі мехатронного пристрою.	13	1	2	2	8
Розрахунково-графічна робота	10	–	–	–	10
Модульний контроль 2	2	2	–	–	–
Разом за змістовим модулем 2	66	8	8	8	42
Усього годин	120	24	16	16	64

5. Теми семінарських занять (немає)

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1	Структурна схема мехатронного пристрою.	2
2	Передпроектна стадія розробки мехатронного пристрою та етап «Технічне завдання».	3
3	Загальні проектні рішення по виробу.	3
4	Проектування робочих органів мехатронних машин.	2
5	Проектування кінематичних моделей механізмів мехатронних машин.	2
6	Розробка динамічної моделі мехатронного пристрою.	2
7	Проектування механічної моделі мехатронного пристрою.	2
	Разом	16

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1	Керування включенням та напрямком обертання двигуна постійного струму.	2
2	Керування двигуном постійного струму за допомогою широтно-імпульсної модуляції.	3
3	Керування двигуном постійного струму за допомогою Н-мостів.	3
4	Керування серводвигуном.	2
5	Керування біполярними та уніполярними кроковими двигунами.	2
6	Робота з ультразвуковими датчиками.	2
7	Складання макету навчального робота.	2
	Разом	16

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Особливості конструювання вузлів та систем планетоходів. Особливості схем несучої конструкції. Рушій. Підвіска. Трансмісія. Принципові схеми електромеханічної трансмісії. Конструкція мотор-коліс. Особливості конструкції індивідуального приводу колісно-крокуючого рушія.	7
2	Основні способи пересування та рушії планетоходів. Колісний та гусеничний рушії. Принцип крокування в рушіях транспортних машин. Колісно-крокуючий рушій.	7
3	Керування рухом планетоходу. Особливості планетоходів як об'єктів керування та вимоги до систем керування. Принципи побудови систем керування рухом планетоходів. Ідентифікація транспортного оточення та інформаційно-вимірювальні системи.	8
4	Забезпечення працездатності та випробування вузлів тертя. Особливості експлуатації вузлів тертя. Методи забезпечення працездатності вузлів тертя. Матеріали та мастила для вузлів тертя. Термовакуумні випробування матеріалів та вузлів.	8
5	Загальна схема мехатронного пристрою.	8
6	Розробка кінематичної моделі стаціонарного робота	8
7	Розробка механічної моделі стаціонарного робота	8
	Разом	54

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
15	Виконання розрахунково-графічної роботи з вирішення прямої задачі кінематики для механізму робота	10
	Разом	10

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Виконання та захист лабораторних робіт, виконання та захист РГР, письмовий модульний контроль, фінальний контроль (іспит) у вигляді підсумку балів за семестр, семестровий контроль (іспит).

12 Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1 Розподіл балів, які отримують студенти впродовж семестру (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання та захист лабораторних робіт	3..5	3	9..15
Модульний контроль	13..20	1	13..20
Змістовний модуль 2			
Виконання та захист лабораторних робіт	3..5	4	12..20
Модульний контроль	13..20	1	13..20
Виконання та захист РГР	13..25	1	13..25
Всього за семестр			60...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту у вигляді **письмового іспиту** (комплексне завдання). При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Складові білету семестрового іспиту	Бали за одне завдання	Кількість завдань	Сумарна кількість балів
Теоретичне запитання 1	20..30	1	20...30
Теоретичне запитання 2	20..30	1	20...30
Вирішити задачу	20..40	1	20...40
Всього за семестровий іспит			60...100

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- основи організації мехатронних модулів;
- етапи проектування мехатронних систем.
- методи кінематичного розрахунку мехатронних вузлів;
- особливості конструювання вузлів та систем планетоходів;
- основні способи пересування та рушії планетоходів;
- методи керування рухом планетоходу;
- методи забезпечення працездатності та випробування вузлів тертя;

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:

- проводити декомпозиція пристрою на принципах мехатроніки;
- вибирати номенклатуру вузлів для мехатронного пристрою;
- розробляти технічне завдання на проектування мехатронного пристрою;

- формувати загальні проектні рішення для проектування мехатронного пристрою;
- розробляти кінематичну модель мехатронного пристрою;
- проектувати механічну модель мехатронного пристрою.

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі індивідуальні завдання та здати модулі. Знати особливості проектування мехатронних виробів, основні етапи: передпроектної стадії розробки мехатронного пристрою, етапу «Технічне завдання». Вміти сформулювати вхідні та вихідні данні для проектування, а також технічне завдання на проектування мехатронного пристрою.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, захистити всі індивідуальні завдання, здати тестування та поза аудиторну самостійну роботу. Уміти обирати загальні проектні рішення по виробу, розробляти концепцію виробу. Виконувати декомпозицію виробу на принципах мехатроніки. Формувати систему критеріїв якості. Обирати та оцінювати комплектуючі на етапі формування концепції. Формувати загальні проектні рішення.

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. Математичні основи робототехнічних систем [Текст] : навч. посіб. / О. О. Баранов, Н. В. Руденко, Ю. В. Широкий. — Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2021. — 224 с.
<https://drive.google.com/file/d/1hBwlv7BqMDVEk-IKznuZkKx3-iOKru1Q/view?usp=sharing>
2. Теоретичні основи експлуатації мехатронних комплексів : навч. посіб. до практ. занять і диплом. проектування / М. П. Благодарний ; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т". - Харків. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т", 2016. - 152 с. - 978-966-662-501-7.
http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Blagodarnuy_Teoretichni_Osnovu.pdf
3. Метрологічне забезпечення експлуатації мехатронних комплексів : навч. посіб. до курс. і диплом. проектування / М. П. Благодарний, Ю. В. Козлов, С. А. Агаркова ; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т". - Х. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т", 2015. - 68 с. - 978-966-662-397-6.
http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Blagodarnij_Metrologichne_Zabezpechenna.pdf

14. Рекомендована література

Основна

1. Костюк, Г. І. Конструювання промислових роботів [Текст]: навч. посіб. / Г. І. Костюк, О. О. Баранов, Ю. В. Широкий. — Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. — 136 с.
2. Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств. [Текст]: учеб. пособие / А. П. Лукинов. — СПб.: Изд-во «Лань», 2012. — 608 с.
3. Введение в мехатронику [Текст]: навч. посіб. / А. И. Грабченко, В. Б. Клепиков, В. Л. Доброскок, Г. К. Крыжний, Н. В. Анищенко, Ю. Н. Кутовой, Д. А. Пшеничников, Я. Н. Гаращенко. — Х. : НТУ «ХПИ», 2014. — 274 с.
4. Егоров, О. Д. Мехатронные модули. Расчет и проектирование [Текст]: учеб. пособие / О. Д. Егоров, Ю. В. Подураев. — М.: МГТУ «СТАНКИН», 2004. — 360 с.

Додаткова

1. Планетоходы [Текст]: учеб. пособие / А. Л. Кемурджиан, Г. И. Костюк, В. В. Громов, И. Ф. Кажукалов, М. И. Маленков, В. К. Мишкинюк, В. Н. Петрига, И. И. Розенцеев. — М. : Машиностроение, 1993. — 400 с.
2. Попов, Д. Н. Механика гидро_ и пневмоприводов. — М. : Изд_во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. — 320 с.
3. Фрайден, Дж. Современные датчики : справочник. — М. : Техносфера 2005. - 592 с.
4. Зенкевич, С. Л. Управление роботами : учебник для вузов / С. Л. Зенкевич, А. С. Ющенко. — М. : Изд_во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. — 400 с.
5. Деменков, Н. П. Нечеткое управление в технических системах : учеб. пособие. - М. : Изд_во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. — 200 с.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри <http://k202.tilda.ws/>