

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 проектної групи



Н. В. Руденко
(підпис) (ініціали та прізвище)

« 30 » __серпня__ 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Гідравліка гідро- та пневмопривод
(назва навчальної дисципліни)

Галузь 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 спеціалізації)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Робоча програма __ «Гідравліка гідро- та пневмопривод» для студентів за спеціальністю 131
«Прикладна механіка» та освітньою програмою «Роботомеханічні системи і логістичні комплек-
си »

“ 21 ” червня 2021 року – 10 с.

Розробники: д.т.н., проф. Сисоєв Ю. О., Белявський О. В., ст. викладач к. 202
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри «Теоретичної механіки, машинознавства та
роботомеханічних систем» _____

Протокол № 11 від " 30 " червня 2021 р.

Завідувач кафедри __ д.т.н., професор
(наукова ступінь та вчене звання)



(підпис)

О. О. Баранов
(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 і назва)	Вибіркова
Модулів – 1		Навчальний рік 2020/2021
Змістових модулів – 2		
Загальна кількість годин – 64/120		Семестр 6
Індивідуальне завдання «Розрахунок гідравлічної системи»	<u>Спеціальність</u> <u>131 «Прикладна механіка»</u>	Лекції
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4.0 самостійної роботи студента – 3.5		32 год.
	Практичні 16год.	
	Лабораторні 16год	
	Самостійна робота	
	<u>Освітня програма</u> <u>Роботомеханічні системи і логістичні комплекси</u>	56 год.
	Види контролю	
Рівень вищої освіти: <u>перший (бакалаврський)</u>	Модульний контроль	
	Іспит	

Примітка:

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: –64/56.

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Гідравліка, гідро- та пневмоприводи» є формулювання розуміння фізичних процесів, що протікають у гідравлічних та пневматичних системах. Оволодіння ручним та автоматизованим методами розробки гідравлічних та пневматичних систем.

Завданнями вивчення дисципліни «Гідравліка, гідро- та пневмоприводи» є вивчення теоретичних основ, елементної бази, та конструкцій елементів гідравлічної та пневматичної систем.

Компетентності, які набуваються.

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

загальні компетентності спеціальності (ЗК):

ЗК2 – знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;

ЗК6 – визначення і наполегливість, щодо поставлених завдань і взятих обов'язків;

ЗК7 – здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

ЗК13 – здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;

Фахові компетентності спеціальності (ФК):

ФК1 – здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки;

ФК2 – здатність робити оцінки параметрів матеріалів, конструкцій і машин в експлуатаційних умовах та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності;

ФК9 – здатність представлення результатів своєї інженерної діяльності з дотриманням загальноприйнятих норм і стандартів.

Очікувані результати навчання. В результаті засвоєння курсу студент повинен бути здатний:

ПРН9 – знати та розуміти суміжні галузі (механіку рідин і газів, теплотехніку, електротехніку, електроніку) і вміти виявляти міждисциплінарні зв'язки прикладної механіки на рівні, необхідному для виконання інших вимог освітньої програми.

Пререквізити: вивчення курсу «Гідравліка гідро- та пневмопривод» базується на загальних знаннях з таких дисциплін: «Фізика», «Вища математика», «Електротехніка» та являється основою для захисту диплому бакалавра.

Кореквізити: мікропроцесорні пристрої автоматики, теорія керування

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовний модуль №1 Основи гідравліки та гідродинаміки. Теоретичні основи роботи гідравлічних ліній.

Тема 1. Основні фізико-механічні властивості газових середовищ. Статична рівновага рідини. 2 год.

Мета лекцій: постановка завдання курсу та ознайомлення з базовими питаннями навчальної дисципліни

Предмет вивчення гідравліки. Гіпотеза суцільності та густина. Стисливість. В'язкість. Число Рейнольдса. Поверхневі властивості рідини. Статична рівновага. Поверхневі та об'ємні сили. Гідростатичний тиск. Абсолютний та відносний тиск. Надлишковий та вакууметричний тиск. Прилади для вимірювання тиску. Закон Архімеда. Рівновага рідини у посуді. Сила тиску на плоску пластину. Центр тиску.

Тема 2. Основи кінематики рідини та газу. 4 год.

Мета лекцій: вивчення базових питань кінематики рідини

Основні поняття кінематики. Лінія току. Вихор. Вихрова лінія. Рівняння нерозривності у диференційній формі. Основні теореми кінематики. Плaskі потоки рідини. Функція току.

Тема 3. Динаміка рідини та газів. 6 год.

Мета лекцій: вивчення динамічних властивостей робочого середовища ГС

Рівняння руху рідини у диференційній та гідравлічній формі. Рівняння Ейлера. Рівняння Нав'є-Стокса. Рівняння руху Рейнольдса для турбулентного режиму. Модель руху ідеальної рідини.

Тема 4. Одномірні потоки рідин та газів. (2 год.)

Мета лекцій: вивчення базових співвідношень гідродинаміки

Одномірна модель реальних потоків. Рівняння Бернуллі для потоку в'язкої рідини. Гідравлічні витрати. Шляхові та місцеві витрати. Витікання рідини з отворів та насадків. Розгін рідини. Гідравлічний удар. Хвильове рівняння для потоку рідини. Витікання газу з резервуару.

Тема 5. Розрахунок трубопроводів. (2 години)

Мета лекції: вивчення методів розрахунку гідравлічних витрат в трубопроводах

Розрахунок трубопроводів при усталеному русі. Розрахунок трубопроводів при неусталеному русі. Паралельне та послідовне з'єднання трубопроводів. Умовні позначення елементів на гідро схемах.

Тема 6. Моделювання гідросистем у середовищі MATLAB. (2 години)

Мета лекції: вивчення методів розрахунку гідравлічних витрат в трубопроводах

Загальні принципи моделювання гідравлічних пристроїв у середовищі MATLAB. Моделювання навантаження гідросистеми та характерних витрат тиску. Моделювання перехідних процесів гідравлічних систем. Моделювання властивостей рідини ГС.

Тема 7*. Моделювання гідросистем у середовищі FLUID SIM. Модульний контроль 1.

Мета лекції: вивчення методів проектування гідро-пневмоавтоматики у середовищі фірми «FESTO», надання знань з проектування цифрових та мікропроцесорних систем керування ГС. Цілі та завдання моделювання. Зборка та налаштування гідравлічної та електричної схеми керування гідросистеми. Розробка алгоритма керування ГС на основі логічних елементів середнього ступіня інтеграції. Симуляція та програмування спеціалізованого контролера. (* Для самостійного вивчення.)

Змістовий модуль 2. Гідромашини, гідродвигуни та гідропрिलाди.

Тема 8. Об'ємні гідромашини. (2 години)

Мета лекції: надання знань з конструкцій та методів розрахунку об'ємних гідравлічних машин.

Класифікація об'ємних машин. Поршневі насоси. Роторні насоси. Характеристика роторних насосів. Радіально-поршневі гідромашини. Високомоментні радіально-поршневі гідромашини. Аксиально-поршневі гідромашини. Регулювання роторно-поршневих гідромашин. Пластинчаті гідромашини. Шестеренчасті гідромашини. Гвинтові гідромашини. Гідроциліндри. Розрахунок гідроциліндрів. Діафрагмені гідродвигуни. Сильфони. Поворотні гідродвигуни.

Тема 9. Лопатеві гідромашини. (2 години)

Мета лекції: надання знань з конструкцій та методів розрахунку лопатевих гідравлічних машин.

Конструктивні особливості лопатевих насосів. Основи розрахунку лопатевих насосів. Експлуатаційні характеристики насосів. Вихрові насоси. Струминні насоси. Особливості та основні схеми гідродинамічних передач. Робочий процес та характеристика гідротрансформатора. Моделювання гідродинамічних передач. Сумісна робота гідротрансформатора з двигунами та споживачами.

Тема 10. Розподільчі гідроприсрої. (4 години)

Мета лекції: надання базових знань з принципів використання пристроїв гідроавтоматики.

Золотникові та клапанні розподільні пристрої. Запобіжні та редукційні клапани. Запобіжні клапани з серводією. Дросельні регулюючі пристрої. Синхронізатори руху агрегатів. Дозатори витрат. Реле тиску. Реле витримки часу. Гідравлічні акумулятори. Рідинні пружини. Резервуари та

гідравлічні баки. Методи фільтрації та типи фільтрів. Трубопроводи гідросистем. З'єднуюча апаратура. Рухомі з'єднання.

Тема 11. Регулюючі гідропристрої.(2 години)

Мета лекції: надання методів використання гідравлічного обладнання.

Принципові схеми гідроприводів. ККД нерегульованого приводу. Об'ємне регулювання гідроприводу. Стабілізація та синхронізація руху вихідних елементів. Принцип руху, схеми та області застосування слідкуючого гідроприводу. Чуттєвість, точність та стійкість гідро підсилювачів. Динаміка в роботі гідро підсилювачів. Випробування гідросистем та їх елементів.

Тема 12.* ГС у сучаснім механічному виробництві. Модульний контроль (2 год.)

4. Структура навчальної дисципліни

Назва тем та модулів	усього	у тому числі				інд	у тому числі			
		л	пр	л/р	с.р		л	пр	л/р	с.р
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Змістовий модуль 1. Основи гідравліки та гідродинаміки.										
Тема 1. Основні фізико-механічні властивості газових середовищ.	10	2	2	2	4					
Тема 2 Основи кінематики	12	4	2	-	6					
Тема 3. Динаміка рідини.	20	6	2	2	10					
Тема 4. Одномірні потоки рідин.	10	2	2	-	6					
Тема 5. Розрахунок трубопроводів.	10	2		2	6					
Тема 6. Моделювання гідросистем	4	2	2	-						
Тема 7. Модульний контроль (I)	4	2		2						
Разом за змістовим модулем 1	70	20	10	8	32					
Змістовий модуль 2. Гідромашини, гідродвигуни та гідроприлади.										
Тема 8. Об'ємний гідропривод.	12	2	2	2	6					
Тема 9. Лопатеві гідромашини.	8	2		2	4					
Тема 10. Розподільчі гідропристрої	12	4	2	2	4					
Тема11 Регулюючі гідропристрої	12	2	2	2	6					
Тема 12.Модульний контроль (II)	2	2		-						
Разом за змістовим модулем 2	46	12	6	8	20					
Усього годин	116	32	16	16	52					
Модуль 2										
Індивідуальне завдання	4					4				
Контрольний захід	-					-				
Усього	120	32	16	16	52	4				

5. Теми семінарських занять

Разом за семестр 6	0
--------------------	---

6. Теми лабораторних занять

№	Назва теми	Години
1	Моделювання слідкуючого гідроприводу. (MATLAB)	MLS 4
2	Складання та налагодження системи керування гідроприводом ПП	LR40 4
3	Визначення характеристик об'ємного насосу.	LR44 4

4	Гідравличні акумулятори та фільтри.	LR46	2
5	Вивчення характеристик захисної, розподільчої та регулюючої апаратури	LR47	2
	Разом		16

7. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми		Кільк. год.	
			Денна	Заочна
1	Основні фізичні властивості рідин і газів	FIZ	4	-
2	Гідростатика	ST	2	-
3	Основні рівняння гідродинаміки.	GD	4	-
6	Режим течії реальної рідини. Гідравличні опори.	OPR	2	-
7	Гідравличний розрахунок систем трубопроводів.	TR	4	-
	Разом		16	-

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	Робота над окремими темами		
1.1	Прилади для вимірювання тиску.	5	
1.2	Математичні моделі турбулентності	5	
1.3	Лопатеві насоси.	5	
1.4	Гідравличні турбіни.	5	
1.5	Пластинчаті насоси.	5	
1.6	Гідророзподільвачі.	5	
1.7	Системи змащування	4	
	Усього за розділом	34	
2	Підготовку до практики та виконання завдань, передбачених практикою		
2.1	Підготовка до лабораторних робіт та їх захист	10	
	Усього за розділом	10	
3	Підготовку до всіх видів контрольних випробувань		
3.1	Підготовка до модульних зрізів та модульні зрізи	8	
	Усього за розділом	8	
4	Виконання розрахункової роботи	4	
	Разом	56	

9. Індивідуальні завдання

Розрахункова робота «Розрахунок гідравлічної системи» 4 год.

Метою розрахункової роботи є закріплення знань з технічної гідравліки і знань з методик розрахунку гідравлічних систем.

Основною задачею розрахункової роботи є розрахунок гідравлічної системи з підбором параметрів елементів виконуючих та керуючих гідравлічних пристроїв.

У процесі виконання розрахункової роботи студенти повинні навчитися визначати й аналізувати гідравлічні характеристики елементів гідравлічних систем, визначати робочий діапазон застосування гідравлічної системи та відповідні обмеження.

Вхідними даними для виконання розрахункової роботи є геометричні характеристики (хід штоку), зусилля, що розвиває система та динамічні характеристики роботи кінцевої ланки.

10. Методи навчання

Проведення аудиторних та дистанційних лекцій, практичних занять, індивідуальних консультацій (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

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

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного контролю та за наявності допуску до контролю у вигляді **письмового іспиту** (комплексне завдання, що містить 2 теоретичних питання, які оцінюються до 30 балів та одне практичне завдання, що оцінюється до 40 балів). Отже при складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

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			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання та захист лабораторних робіт	0...5	3	0...15
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання та захист лабораторних робіт	0...5	3	0...15
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Розрахункова робота	0...20	1	0...20
Всього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Складові білету семестрового іспиту	Бали за одне завдання	Кількість завдань	Сумарна кількість балів
Теоретичне запитання	0...30	1	0...30
Тестове завдання: вибрати варіанти правильних відповідей	0...10	3	0...30
Задача	0...40	1	0...40
Всього за семестровий іспит			0...100

12.2 Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- залежності гідравлічних характеристик гідроагрегатів від конструктивних параметрів;
- характеристики гідро-пневмосистем в різних умовах роботи;
- роботу агрегатів та систем в процесі експлуатації.

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:

- аналізувати роботу гідравлічних пристроїв;
- розраховувати гідродинамічні характеристики гідравлічних пристроїв.
- розраховувати гідросистеми та гідропрिलाди;
- проводити оцінку ефективності та КПД гідроприводу чи гідромашини;
- володіти методами фізичного та чисельного експериментального визначення параметрів гідросистеми.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основні закони гідромеханіки;
- фізичні принципи роботи гідроагрегатів та систем;
- конструкцію та принципи дії гідро- та пневмоагрегатів;

вміти:

- проводити конструкційні розрахунки гідросистем та гідравлічних пристроїв;
- аналізувати та моделювати роботу гідравлічних систем та пристроїв;
- обчислювати статичні і динамічні характеристики гідравлічних систем;

мати уявлення:

- про експлуатаційні вимоги що до використання гідросистем та гідроагрегатів;
- про оцінку ефективності гідроприводів та гідромашин;
- про методи випробувань та експериментального визначення параметрів гідросистем.

12.3. Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та вмінь. Захистити всі індивідуальні завдання та здати тестування. Мати уявлення про основні закони гідравліки, структурні особливості та правила використання гідроагрегатів та особливостей їх застосування. Користуватися теорією, методами і прийомами прийняття ефективних рішень, що зустрічаються в теорії й на практиці гідроприводу.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, захистити всі індивідуальні завдання, здати тестування та розрахунково-графічну роботу.

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

Навчально-методичне забезпечення дисципліни розмішене у системі MENTOR <https://MENTOR.khai.edu> і включає в себе:

- скановану копію робочої програми з дисципліни «Гідравліка гідро- та пневмопривод»;
- розширений план лекцій з дисципліни «Гідравліка гідро- та пневмопривод »;
- контрольні запитання з дисципліни;
- перелік навчально-методичного забезпечення з дисципліни що наведений в цій програмі;
- посібник з розрахункової роботи по дисципліні «Гідравліка гідро- та пневмопривод »;
- рекомендації та вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Гідравліка гідро- та пневмопривод »: Гидравлика и гидроприводы роботов : учебное пособие по лабор. практикуму / Л. П. Степаненко, И. В. Буняева, И. П. Бойчук ; М-во образования и науки Украины, - Харьков : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2012. - 64 с. <http://library.khai.edu/avtori>.

14. Рекомендована література

Базова

1. **В.І. Соколов, А.О. Коваленко, Ю.І. Гутько, В.М. Маслак/** Основи об'ємного гідравлічного приводу верстатного обладнання.- Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2009, - 139с.
2. **В.А. Грайворонський.** Гідравліка : зб. задач / В. А. Грайворонський ; 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", 2000. - 75 с.
3. **Баєв Б.С.** Гідравліка та гідравлічні системи літальних апаратів : навч. посіб. / Б. С. Баєв, В. В. Чмовж ; 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", 2001. - 126 с.
4. **Степаненко Л.П.** Гидравлика и гидроприводы роботов : учеб. пособие по лаб. практикуму / Л. П. Степаненко, И. В. Буняева, И. П. Бойчук ; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т". - Х. : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2012. - 64 с.
5. **Н. С. Галдин.** Основы гидравлики и гидропривода. Омск, изд-во СиБАДИ, 2006, - 145с.
6. **Т. М. Башта.** Гидравлика гидромашин и гидроприводов : учебник / **Т. М. Башта**, С. С. Руднев, Б.Б. Некрасов, О.В. Байбаков [и др.].- 2-е изд., перераб.-М.: Машиностроение, 1982.-423с.
7. **Некрасов Б.Б.** Гидравлика : учеб. для вузов / Б. Б. Некрасов. - М. : Оборонгиз, 1960. - 264с

Допоміжна

1. **Некрасов Б.Б.** Гидравлика и ее применение на летательных аппаратах : учеб. для авиац. вузов / Б. Б. Некрасов . - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1967. - 368 с.
2. **Угинчус А.А.** Гидравлика и гидравлические машины : учеб. для студентов машиностроит. спец. вузов / А. А. Угинчус . - 4-е изд., перераб. - Х. : Изд-во ХГУ, 1970. - 396 с .
3. **Левицький Б.Ф.** Гідравліка. Загальний курс : підручник: гриф МОН України / Б. Ф. Левицький, Н. П. Лещій. - Львів : Світ, 1994. - 264 с. - 5-7773-0158-4
4. **Баєв Б.С.** Гідравліка : навч. посібник до лаб. практикуму / Б. С. Баєв, В. А. Грайворонський. - Х. : ХАІ, 1998. - 50 с.
5. **Крашаница Ю.А.**
Аэрогидродинамика : основные законы и математические модели: учеб. пособие / Ю. А. Крашаница. – Х. : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2004. – 287 с.
6. **Грайворонский В.А.** Расчет параметров гидравлической системы : учеб. пособие / В. А. Грайворонский. - Х. : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2008. - 29 с.
7. **R. S. Khurmi.** Textbook of Hydraulics, Fluid Mechanics and Hydraulic Machines/ Paperback – April 30, 1987, - 990s.

15. Інформаційні ресурси

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