

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра «Гідравлічні машини ім. Г.Ф. Проскури»  
(назва кафедри, яка забезпечує викладання дисципліни)

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Завідувач кафедри «Гідравлічні машини ім. Г.Ф.Проскури»  
(назва кафедри )

Андрій РОГОВИЙ  
(підпис) (ініціали та прізвище)

«    » 2023 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ВП3.2 Динаміка гідропневмосистем**

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти другий (магістерський)  
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

галузь знань 13. Механічна інженерія  
(шифр і назва)

спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»  
(шифр і назва )

освітня програма Галузеве машинобудування  
(назви освітніх програм спеціальностей)

вид дисципліни професійна підготовка за спеціалізацією  
(загальна підготовка / професійна підготовка; обов'язкова/вибіркова)

форма навчання денна  
(денна / заочна/дистанційна)

## ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни

ВПЗ.2 Динаміка гідропневмосистем  
(назва дисципліни)

Розробники:

Доцент, к.т.н., доцент  
(посада, науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Олександр ГАСЮК  
(ініціали та прізвище)

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри

«Гідравлічні машини ім. Г.Ф. Проскури»  
(назва кафедри, яка забезпечує викладання дисципліни)

Протокол від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 року № \_\_\_\_\_

Завідувач кафедри «Гідравлічні машини ім. Г.Ф. Проскури»  
(назва кафедри)

(підпис)

Андрій РОГОВИЙ  
(ініціали та прізвище)

## ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

### ВПЗ.2 Динаміка гідропневмосистем

Шифр та назва освітньої програми	ПІБ Гаранта ОП	Підпис, дата
133 «Галузеве машинобудування»	Дущенко Владислав Васильович	

Голова групи забезпечення спеціальності Волонцевич Дмитро Олегович

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023р.

## ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Дата засідання кафедри-розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри	Голови груп забезпечення спеціальностей

## МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ, РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ТА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Мета:** формування інженерних знань студентами у галузі постановки і рішення задач динаміки гідропневмосистем, що проектуються та модернізуються, які відповідають сучасним вимогам до показників якості перехідних процесів.

**Компетентності:**

ПК-2; ПК-6; ПКс-6.

**Результати навчання:**

РН-6.

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на:	На результати вивчення цієї дисципліни безпосередньо спираються:
Фізика	Динаміка гідропневмосистем нафтогазової галузі
Інформатика	Проектування об'ємних гідромашин та гідроприводів нафтових і газових промислів
Вища математика	Дипломне проектування
Теоретична механіка	
Механіка в'язкої рідини	
Гідравлічні двигуни та передачі	
Основи теорії робочого процесу гідромашин	

## ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(розподіл навчального часу за семестрами та видами навчальних занять)

Семестр	Загальний обсяг			За видами аудиторних занять (годин)			Індивідуальні завдання студентів (КП, КР, РГ, Р, РЕ)	Поточний контроль	Семестровий контроль	
	Всього (годин) / кредитів ECTS	З них		Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття, семінари			Контрольні роботи (кількість робіт)	Залік
		Аудиторні заняття (годин)	Самостійна робота (годин)							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9	150/5	80	70	64	16		Р	2		+

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає 53,3 (%).

## СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, допоміжна)
1	2	3	4	5
			<b>Змістовий модуль № 1 (2к):</b> Загальні питання динаміки гідропневмосистем (ГПС), динамічні характеристики ГПС та математичні моделі елементів ГПС.	
1	Л-1	2	<b>Тема 1.</b> Вступ. Загальні питання динаміки ГПС. Основні завдання при дослідженні динаміки. Основні поняття і терміни теорії автоматичного керування, що застосовуються при дослідженні динаміки ГПС.	[1-3,9,11]
2	Л-2, Л-3, Л-4	6	Класифікація систем автоматичного керування. Лінійні системи, перетворення Лапласа. Передавальні функції основних ланок, якими можна представити лінійну ГПС. Частотні характеристики типових ланок ГПС.	[1-3,9,12]
3	ЛЗ-1	2	Ознайомлення з пакетами автоматизованого моделювання та оптимізації SIAM і VisSim для вирішення задач динаміки.	[10,12]
4	ЛЗ-2	2	Визначення перехідних процесів елементів ГПС, представлених типовими ланками, при ступінчастому керуючому сигналі	[1,9,10,12]
5	Л-5, Л-6, Л-7, Л-8	8	Стійкість лінійних ГПС. Критерії стійкості (критерії Гурвіца, Михайлова). Визначення стійкості ГПС за допомогою критеріїв стійкості.	[1,2,9,12]
6	СР	6	Приклади використання критерію Гурвіца та Михайлова до аналізу стійкості конкретних систем.	[1,9]
7	СР	6	Критерій стійкості Найквіста та приклади його використання до аналізу стійкості конкретних систем.	[1,9]
8	ЛЗ-3	2	Визначення на ЕОМ у пакеті VisSim частотних характеристик типових ланок ГПС.	[1-3,9,10]
9	СР	6	Логарифмічні частотні характеристики.	[1,9]
10	Л-9, Л-10, Л-11, Л-12	8	<b>Тема 2.</b> Динамічні характеристики ГПС. Методи розрахунку та дослідження динамічних характеристик, програмні комплекси імітаційного моделювання. Стійкість і показники якості перехідних процесів ГПС (статична точність, час регулювання, величина перерегулювання та ін.).	[1,9,12]
11	СР	6	Визначення стійкості та показників якості перехідних процесів на прикладі різноманітних ГПС загальнопромислового призначення.	[1,9]
12	Л-13, Л-14, Л-15	6	<b>Тема 3.</b> Математичний опис елементів ГПС. Структурно-функціональні схеми.	[1-5,8,9,12]

13	Л-16, Л-17	4	Методика складання рівнянь динаміки ГПС.	[1,4,5,9,10]
14	Л-18, Л-19, Л-20	6	Математичні моделі елементів ГПС і структурно-функціональні схеми: дроселів, дроселюючих гідропневморозподільників, гідропневоциліндрів, електрогідравлічних підсилювачів, насосів, гідромоторів та ін.	[1-5,8,9,12]
15	СР	6	Приклади математичного моделювання елементів ГПС в пакеті VisSim.	[1,4-12]
			<b>Змістовий модуль № 2 (2к):</b> Динаміка розімкненого гідроприводу з дросельним регулюванням швидкості та ГПС з переливним клапаном прямої дії.	
16	Л-21, Л-22, Л-23	6	<b>Тема 4.</b> Динаміка розімкненого гідроприводу з дросельним регулюванням швидкості. Загальна форма рівняння руху гідроприводу дросельного керування. Інтегрування рівняння руху. Математичні моделі розімкненого гідроприводу, навантаженого силами сухого тертя, інерційним навантаженням, без урахування і з урахуванням стисливості рідини, структурно-функціональні схеми цього гідроприводу як нелінійної гідросистеми. Лінійна модель гідросистеми, основні допущення, статична характеристика.	[1-3,5,8-10, 12]
17	ЛЗ-4	2	Визначення на ЕОМ в пакеті VisSim тиску в нагнітальній та зливній порожнинах гідроциліндра.	[1,4,5,9,10, 12]
18	ЛЗ-5	2	Визначення на ЕОМ в пакеті VisSim швидкості і переміщення штока навантаженого гідроциліндра	[1,4,5,9,10, 12]
19	Л-24, Л-25	4	Нелінійна і лінеаризована моделі.	[1-3,5,9]
20	ЛЗ-6	2	Дослідження динаміки навантаженого гідроциліндра	[1,4,5,9,10]
21	СР	16	Динаміка гідросистеми з дросельним регулюванням швидкості робочого органу	[1-5,8]
22	Л-26, Л-27, Л-28	6	Передавальні функції по різним фазовим координатам гідросистеми, частоти незатухаючих і власних коливань гідросистеми. Реакція виконавчого механізму на ступеневе переміщення золотника при різних видах навантаження. Структурно-функціональна схема нелінійної гідросистеми з дросельним регулюванням.	[1,9-11]
23	ЛЗ-7	2	Дослідження динаміка розімкнутої ГПС з регульованим дроселем у напірній магістралі в режимі розгону	[1,9-11]
24	СР	4	Дослідження динаміка розімкнутої ГПС з регульованим дроселем у зливній магістралі в режимі розгону	[1,9]
25	СР	6	Динаміка ГПС з об'ємним регулюванням	[1-3,11]
26	Л-29, Л-30	4	<b>Тема 5.</b> Динаміка ГПС з переливним клапаном прямої дії.	[1,6,9,10 ]
27	Л-31, Л-32	4	Математична модель ГПС у режимі включення та її структурно-функціональна схема для набору в пакеті імітаційного моделювання на ЕОМ. Лінеаризована модель ГПС і представлення її відповідною передавальною функцією.	[6,7,9,10]
28	СР	14	Математичне моделювання та дослідження динаміки гідросистеми з переливним клапаном	[1,6,9,10]
29	ЛЗ-8	2	Дослідження динаміки гідросистеми з переливним клапаном	[1,6,9,10,12]
Разом (годин)		150		

## САМОСТІЙНА РОБОТА

1	Опрацювання лекційного матеріалу	16
2	Підготовка до практичних (лабораторних) занять	8
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	16
4	Виконання індивідуального завдання	30
5	Інші види самостійної роботи	-
	Разом	70

## ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

\_\_\_\_\_ розрахункова робота

(вид індивідуального завдання)

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1	Динаміка гідросистеми з дросельним регулюванням швидкості робочого органу	8
2	Динаміка гідросистеми з переливним клапаном	16



## МЕТОДИ НАВЧАННЯ

На лекціях використовуються відеоматеріали, інтерактивні методики, логічні методи, відбувається робота з науковою літературою, складання графічних схем і таблиць. В організації занять застосовуються макети приборів та плакати. На лабораторних заняттях отримуються навички практичного застосування знань та вмінь, які отримані на лекціях.

## МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль – захист розрахункової роботи, написання контрольних робіт, комп'ютерні тести, семестровий контроль – екзамен.

## РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ, ТА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАТЬ ТА УМІНЬ (НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS)

Таблиця 1. Розподіл балів для оцінювання успішності студента

Контрольні роботи	Лабораторні роботи	КР (КП)	РГЗ	Індивідуальні завдання	Тощо	Сума
30	30		40			100

Таблиця 2. Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	
64-73	D	задовільно
60-63	E	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Розширений план лекцій, плани практичних занять, завдання для самостійної роботи, питання й задачі для поточного та підсумкового контролю знань і вмінь студентів, завдання для комплексної контрольної роботи розміщені на сайті кафедри: <http://www.kpi.kharkiv.edu/gdm>

### РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

#### Базова література

1	А. В. Назаров, О. В. Кочерган, В. А. Голуб'єв. Системний підхід до дослідження динаміки механічних систем: теорія та методи. Київ: Видавництво "Наукова думка", 2018. - 352 с.
2	Луговський О. Ф., Струтинський С.В., Гришко І.А., Семінська Н.В., Ночніченко І.В., Зілінський А.І. «Гідроавтоматика та робототехніка»: навч. посіб. КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 61 с.
3	Нестеренко В.П. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи: навч. Посібник. Рівне: НУВГП, 2013.-328 с.
4	Лур'є З.Я., Іваніцька О.П., Жерняк А.І. Моделювання та оптимізація гідравлічних систем. Учбов. посібник. Київ: ІСДО, 1995.-144с.
5	Лур'є З.Я., Іваніцька О.П. Моделювання та динаміка гідравлічних систем. Учбов. Посібник. Харків, ХДПУ, 2000.-132с.
6	Лур'є З.Я., Гасюк О.І. Динаміка об'ємних гідропневмосистем загальнопромислового призначення: навч. посібник. Харків: НТУ «ХПІ», 2008.-112с. ( <a href="http://library.kpi.kharkov.ua">http://library.kpi.kharkov.ua</a> )
7	С. П. Мовчан та Ю. В. Дехтяренко Гідравліка та пневматика: навчальний посібник. Донбаська видавнича спілка", 2017, 416 с.

## Допоміжна література

8	John S. Cundiff and George C. Yates Fluid Power Circuits and Controls: Fundamentals and Applications CRC Press, 2016, 376 pages.
9	Pedro Ponce-Cruz. Modeling and Control of Hydraulically Actuated Systems, Springer International Publishing, 2019, 307 pages.
10	Noah Manring. Hydraulic Control Systems, John Wiley & Sons, Inc., 2017, 368 pages.
11	Magdi S. Mahmoud. Advanced Hydraulic Control, Springer International Publishing, 2019, 423 pages.
12	R. D. Marcus. Pneumatic Conveying of Solids: A Theoretical and Practical Approach, Springer International Publishing, 2016, 286 pages.

## ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

<http://www.kpi.kharkiv.edu/gdm/>

<http://library.kpi.kharkov.ua>

<http://library.nung.edu.ua/>