

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

Кафедра _____ Гідравлічні машин імені Г.Ф. Проскури _____

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри _____ Гідравлічні машин імені Г.Ф. Проскури _____
(назва кафедри)

_____ А.С. Роговий-----
(підпис) (ініціали та прізвище)

« _____ » _____ 20 _____ року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Математичне моделювання і оптимізація гідропневмосистем

рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____

галузь знань _____ 13. Механічна інженерія _____

спеціальність _____ 131 Прикладна механіка _____

освітня програма _____ Прикладна механіка _____

вид дисципліни _____ вільного вибору професійної підготовки _____

форма навчання _____ денна _____

Харків 20__

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни Математичне моделювання
і оптимізація гідропневмосистем

Розробник:

Доц., к.т.н. _____ О.Б. Панамарьова

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри

_____ Гідравлічні машини імені Г.Ф. Проскури

Протокол № ___ від «___» _____ 20__ року

Завідувач кафедри Гідравлічні машини _____ А.С. Роговий
імені Г.Ф. Проскури

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Шифр та назва спеціальності	ПІБ голови групи забезпечення	Підпис
131 Прикладна механіка	Пермяков Олександр Анатолійович	

Голова групи забезпечення спеціальності 131 «Прикладна механіка»
_____ Пермяков Олександр Анатолійович

« _____ » _____ 20__ р.

ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Дата засідання кафедри-розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри	Гарант освітньої програми

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

Мета: формування інженерних знань студентами в галузі розробки математичних моделей, розрахунки статичних і динамічних характеристик елементів гідросистем обладнання для галузевого машинобудування; викласти методiku рішення типових інженерних задач та методів оптимізація робочих параметрів, показати можливості рішення трудомістких задач за допомогою сучасного прикладного комп'ютерного програмного забезпечення.

Компетентності:

ЗК-3 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ФК-2 Здатність критичного аналізу та прогнозування параметрів працездатності нових та існуючих механічних конструкцій, машин, матеріалів і виробничих процесів машинобудування на основі знання та використання сучасних аналітичних та/або комп'ютеризованих методів і методик.

ФК 5 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.

ФК 6 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.

Результати навчання:

ПРН 4 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;

ПРН 5 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.

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Попередні дисципліни:	Наступні дисципліни:
Теорія автоматичного керування та динаміка гідропневмосистем	Моделювання та дизайн процесів, виробів оснащення
САПР гідромашин для нафтогазового обладнання	Проектування та розрахунок об'ємних гідромашин та гідропневмосистем

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(розподіл навчального часу за семестрами та видами навчальних занять)

Семестр	Загальний обсяг (годин) / кредитів ECTS	З них		За видами аудиторних занять (годин)			Індивідуальні завдання студентів (КП, КР, РГ, Р, РЕ)	Поточний контроль	Семестровий контроль	
		Аудиторні заняття (годин)	Самостійна робота (годин)	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття, семінари			Контрольні роботи (кількість робіт)	Залік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9	120/ 4	64	56	48	16		КП	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
			Змістовий модуль № 1 – Основні поняття та методи математичного моделювання	3,5
1	Л СР	2 2	Вступ. Введення в дисципліну. Предмет курсу. Тема1 Поняття про метод математичного моделювання. Роль методу математичного моделювання у розвитку науки та техніки.	1,4
2	Л СР	2 2	Тема2 Загальна характеристика процесу проектування. Опис об'єкту проектування. Класифікація математичних моделей (ММ). Вимоги до ММ.	2,3,6
3	Л СР	2 2	Тема3 Блочно-ієрархічний підхід до побудови ММ. Побудова ММ на мікрорівні. Формування ММ технічної системи за допомогою ММ елементів.	2,3,7
4	Л СР	2 2	Тема4 Методи перетворення ММ. Дискретизація, лінеаризація, зневага впливом несуттєвих факторів, приведення систем з розподіленими параметрами до систем з зосередженими параметрами.	3,5
5, 6	Л СР	4 6	Тема 5 Чисельні методи аналізу ММ. Аналіз об'єктів проектування на мікро- та макрорівні. Чисельні методи рішення нелінійних рівнянь. Метод ітерації, Ньютона, ділення відрізка навпіл. Чисельне диференціювання та інтегрування (метод трапецій, формула Сімпсона). Інтерполяція. Чисельні методи рішення звичайних рівнянь.	1,4 3,4
7	ЛР	2	Лабораторна робота №1 Метод дихотомії	
8	ЛР	2	Лабораторна робота №2 Метод ітерацій	
9	ЛР	2	Лабораторна робота № 3 Метод Ньютона	
10	ЛР	2	Лабораторна робота № 4 Метод хорд	
11	ЛР	2	Лабораторна робота № 5 Комбінований метод	
12	Л СР	2 6	Тема 6 Проведення розрахункових досліджень за допомогою системи комп'ютерної математики – Mathcad.	3,5
13	ЛР	2	Лабораторна робота № 6 Розв'язання нелінійних рівнянь засобами MathCAD	

Змістовий модуль № 2 Математичне моделювання робочих процесів насосів та елементів гідропневмоавтоматики				
14, 15, 16	Л СР	6 8	Тема 7 Узагальнена функціональна модель робочого процесу в елементах гідропневмоавтоматики. Основні параметри елементів гідропневмоавтоматики та функціональні зв'язки між ними. Припущення для математичних моделей.	2,3,7
17	Л СР	2 2	Тема 8 Питання побудови системи рівнянь робочого процесу елементів гідропневмоавтоматики. Математична модель робочого процесу в трубопроводах.	1-4,6,8,10
18	Л СР	2 2	Математична модель робочого процесу об'ємних насосів.	1-3,6,10
19	Л СР	2 2	Математична модель робочого процесу аксіально-поршневих насосів та гідромоторів.	1,5,8,10
20	Л СР	2 2	Математична модель робочого процесу гідро двигунів.	1,5,8,10
21	Л СР	2 2	Математична модель робочого процесу гідроапаратури.	1,5,8
Змістовий модуль 3 Основні методи теорії оптимальних систем				
22	Л СР	2 2	Тема 9 Основні поняття і положення оптимізації. Класифікація математичних методів оптимізації.	3,5
23, 24	Л СР	4 4	Тема 10 Аналіз оптимізаційних моделей. Мінімум та максимум за відсутності обмежень. Умови дослідження екстремуму. Мінімум та максимум за наявності обмежень. Метод множників Лагранжа.	2,3,6
25-27	Л СР	6 6	Тема 11 Методи оптимізації одновірних задач. Метод загального пошуку. Метод половинного ділення. Метод дихотомії. Метод «золотого перерізу». Порівняння методів одновірного пошуку.	2,6,9
28, 29	ЛР	4	Лабораторна робота № 7 Дослідження залежності часу оптимізації від розмірності задачі	
30	Л СР	2 2	Тема 12 Інтегральні оцінки якості перехідних процесів як критерії оптимізації. Лінійні по вихідній координаті, квадратичні по вихідній координаті, квадратичні по вихідній координаті і її похідною.	2,6,9
31	Л СР	2 2	Тема 13 Багатокритеріальна оптимізація. Загальні відомості оптимізації як шлях оптимізації параметрів ГПС і їх елементів. Критерії оптимальності.	2,6,9
32	Л СР	2 2	Тема 14 Методи прямого пошуку. Метод по координатного підйому. Метод виключення областей. Метод випадкового пошуку. Градієнтні методи.	2,6,9
Разом (годин) 120год, Л – 48год, ЛР – 16 год., СР – 56 год.				

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	10
2	Підготовка до практичних(лабораторних, семінарських) занять	12
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	4
4	Виконання індивідуального завдання (КП)	30
5	Інші види самостійної роботи	-
	Разом	56

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Курсовий проєкт

(вид індивідуального завдання)

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1	Розробка математичної моделі робочого процесу об'ємної гідромашини (насос, гідромотор, гідроциліндр, гідроапарат) у складі гідросистем.	

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Викладання теорії супроводжується прикладами, запозиченими зі спеціальних фахових дисциплін, що сприяє їхньому більш глибокому засвоєнню. На лекціях використовуються технічні засоби навчання, активні методи навчання за методиками діалогу з аудиторією, постановки проблем, подачі інформації в алгоритмічній формі. Теоретичний матеріал, що не призначено до самостійного вивчення, пропонується окремим студентам до підготовки реферату або програмованого конспекту, з подальшим обговоренням на груповому занятті за методикою круглого столу.

На лабораторних заняттях прищеплюються навички творчого застосування знань та вмінь, які отримані на лекціях. В організації занять застосовуються засоби ПК та пакети прикладних програм, індивідуально-групові методи при розв'язанні завдань лабораторної роботи, пропонуються завдання творчого характеру.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль реалізується у формі опитування, виступів на практичних заняттях, тестів, виконання індивідуальних завдань, проведення контрольних робіт.

Контроль складової робочої програми, яка освоюється під час самостійної роботи студента, проводиться:

- з лекційного матеріалу – шляхом перевірки конспектів, виступу на практичних заняттях;

- з практичних, індивідуальних завдань – за допомогою перевірки виконаних завдань, реферату за обраною темою.

Контроль виконання курсової роботи (проекту) включає поточний контроль за виконанням розділів роботи (проекту) та захист перед комісією.

Семестровий контроль проводиться у формі заліку (з оцінкою) або екзамену відповідно до навчального плану в обсязі навчального матеріалу, визначеного навчальною програмою та у терміни, встановлені навчальним планом.

Семестровий контроль може проводитися в усній формі по екзаменаційних білетах або в письмовій формі за контрольними завданнями, а також шляхом тестування з використанням технічних засобів. Можливе поєднання різних форм контролю. Форма проведення семестрового контролю зазначається у робочій програмі навчальної дисципліни.

Результати поточного контролю можуть враховуватися як допоміжна інформація для виставлення оцінки з даної дисципліни.

Студент вважається допущеним до семестрового екзамену з навчальної дисципліни за умови повного відпрацювання усіх практичних, лабораторних, семінарських занять та індивідуальних завдань, передбачених навчальною програмою з дисципліни.

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

Таблиця 1 – Розподіл балів для оцінювання успішності студента для іспиту

Контрольні роботи	Лабораторні роботи	КП	РГЗ	Індивідуальні завдання	Тощо	Іспит	Сума
20	30	30	-	5		15	100

Критерії та система оцінювання знань та вмінь студентів.

Згідно основних положень ЄКТС, під системою оцінювання слід розуміти сукупність методів (письмові, усні і практичні тести, екзамени, проекти, тощо), що використовуються при оцінюванні досягнень особами, що навчаються, очікуваних результатів навчання.

Успішне оцінювання результатів навчання є передумовою присвоєння кредитів особі, що навчається. Тому твердження про результати вивчення компонентів програм завжди повинні супроводжуватися зрозумілими та відповідними критеріями оцінювання для присвоєння кредитів. Це дає можливість стверджувати, чи отримала особа, що навчається, необхідні знання, розуміння, компетенції.

Критерії оцінювання – це описи того, що як очікується, має зробити особа, яка навчається, щоб продемонструвати досягнення результату навчання.

Основними концептуальними положеннями системи оцінювання знань та вмінь студентів є:

1. Підвищення якості підготовки і конкурентоспроможності фахівців за рахунок стимулювання самостійної та систематичної роботи студентів протягом навчального семестру, встановлення постійного зворотного зв'язку викладачів з кожним студентом та своєчасного коригування його навчальної діяльності.

Підвищення об'єктивності оцінювання знань студентів відбувається за рахунок контролю протягом семестру із використанням 100 бальної шкали (табл. 1., 2). Оцінки обов'язково переводять у національну шкалу (з виставленням державної семестрової оцінки „відмінно”, „добре”, „задовільно” чи „незадовільно”) та у шкалу ECTS (A, B, C, D, E, FX, F).

Таблиця 2 – Шкала оцінювання знань та вмінь: національна та ECTS

Рейтингова Оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національн а оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
1	2	3	4	5
90-100	A	Відмінно	- Глибоке знання навчального матеріалу модуля, що містяться в основних і додаткових літературних джерелах; - вміння аналізувати явища, які вивчаються, в їхньому взаємозв'язку і розвитку; - вміння проводити теоретичні розрахунки; - відповіді на запитання чіткі, лаконічні, логічно послідовні; - вміння вирішувати складні практичні задачі.	Відповіді на запитання можуть містити незначні неточності
82-89	B	Добре	- Глибокий рівень знань в обсязі обов'язкового матеріалу , що передбачений модулем; - вміння давати аргументовані відповіді на запитання і проводити теоретичні розрахунки; - вміння вирішувати складні практичні задачі.	Відповіді на запитання містять певні неточності;
75-81	C	Добре	- Міцні знання матеріалу, що вивчається, та його практичного застосування; - вміння давати аргументовані відповіді	- невміння використовувати теоретичні знання для вирішення складних

			на запитання і проводити теоретичні розрахунки ; - вміння вирішувати практичні задачі .	практичних задач .
64-74	Д	Задовільно	- Знання основних фундаментальних положень матеріалу, що вивчається, та їх практичного застосування ; - вміння вирішувати прості практичні задачі .	Невміння давати аргументовані відповіді на запитання; - невміння аналізувати викладений матеріал і виконувати розрахунки ; - невміння вирішувати складні практичні задачі .
60-63	Е	Задовільно	- Знання основних фундаментальних положень матеріалу модуля, - вміння вирішувати найпростіші практичні задачі .	Незнання окремих (непринципових) питань з матеріалу модуля; - невміння послідовно і аргументовано висловлювати думку; - невміння застосовувати теоретичні положення при розв'язанні практичних задач
35-59	FX (потрібне додаткове вивчення)	Незадовільно	Додаткове вивчення матеріалу модуля може бути виконане в терміни, що передбачені навчальним планом .	Незнання основних фундаментальних положень навчального матеріалу модуля; - істотні помилки у відповідях на запитання; - невміння розв'язувати прості практичні задачі .

1-34	F (потрібне повторне вивчення)	Незадовільно	-	- Повна відсутність знань значної частини навчального матеріалу модуля; - істотні помилки у відповідях на запитання; - незнання основних фундаментальних положень; - невміння орієнтуватися під час розв'язання простих практичних задач
------	-----------------------------------	--------------	---	---

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

Навчальний контент, завдання для лабораторних робіт, самостійної роботи, питання 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

№	Назва
1.	Лур'є З.Я. Динаміка об'ємних гідропневмосистем загальнопромислового призначення : навч. посібник : у 2-х ч. /З.Я. Лур'є, О.І. Гасюк. – Ч. 1. – Харків : НТУ «ХП», 2008. – 132 с.
2.	Холодняк Ю. В. Комп'ютерне проектування промислових виробів: конспект лекцій / Ю. В. Холодняк; ТДАТУ. – Мелітополь: Люкс, 2021. – 140 с.
3.	Основи проектування і моделювання: Навчально – методичний посібник / уклад. Л. М. Хоменко. – Умань: ФОП Жовтий О.О., 2016. – 125 с.
4.	Математичне моделювання робочих процесів в керуючій апаратурі гідроімпульсного привода / Я. В. Іванчук, Р. Д. Іскович-Лотоцький, І. В. Севостьянов, Н. Р. Веселовська, К. О. Коваль, Р. С. Белзецький, К. В. Добровольська, Я. Ю. Куша, Б. П. Воловик // Mechanics and Advanced Technologies. – 2021. – No. 2. – С. 193-202.
5.	Математичне моделювання систем і процесів: навч.посібник/ Р.М. Павленко, С.Ф. Філоненко, О.М. Чередніков, В.В. Трейтяк.- К.: НАУ, 2017. – 392 с
6.	Імітаційне моделювання в задачах машинобудівного виробництва : навч. посібник / Г. В. Біловол [та ін.] ; ред. О. М. Шелковий ; НТУ «ХП». — Харків : НТУ «ХП», 2019. — 500 с.
7.	Акімов Т.Е. Впровадження і використання CALS-технологій в машинобудуванні / Акімов Т.Е., Васін А.М // Дев'ята Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Сучасність, наука, час». [Електронний доступ]: http://www.intkonf.org .

Допоміжна література

8.	Андренко П.М. Гідравлічні пристрої мехатронних систем : навч. посіб. / П.М. Андренко. – Х. : Видавничий центр НТУ “ХПІ”, 2013. – 188 с.
9.	Пашков Є. В., Осинський Ю. О. Промислові мехатронні системи на основі пневмоприводу. Севастополь: СевНТУ, 2007. – 394 с.
10.	Веселовська Г.В. Комп’ютерна графіка / Веселовська Г.В., Ходаков В.Є, Веселовський В.М. - Херсон.: ОЛДІ - плюс, 2008. – 584 с.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

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

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

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

<http://www.twirpx.com/>