

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

Кафедра Комп'ютерне моделювання та інтегровані технології обробки тиском

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри «Комп'ютерне моделювання та інтегровані технології обробки тиском»

Віталій ЧУХЛІБ
(підпис)

«20» червня 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Адитивні технології та виробництво
(назва навчальної дисципліни)

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

галузь знань 13 Механічна інженерія
(шифр і назва)

спеціальність 131 Прикладна механіка
(шифр і назва)

освітня програма «Прикладна механіка»
(назви освітніх програм спеціальностей)

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

форма навчання денна
(денна / заочна/дистанційна)

Харків – 2023 рік

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни Адитивні технології та виробництво

Розробники:

Доцент кафедри

(посада, науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Сергій ГУБСЬКИЙ

(ініціали та прізвище)

_____ (посада, науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

_____ (ініціали та прізвище)

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри

«Комп'ютерне моделювання та інтегровані технології обробки тиском»

(назва кафедри)

Протокол від «20» червня 2023 року № 28

Завідувач кафедри КМІТ

(назва кафедри)

_____ (підпис)

Віталій ЧУХЛІБ

(ініціали та прізвище)

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Шифр та назва освітньої програми	ПІБ Гаранта ОП	Підпис, дата
«Прикладна механіка»	Олександр Миколайович ШЕЛКОВИЙ	

Голова групи забезпечення
спеціальності _____

Олександр ПЕРМЯКОВ

(підпис, ПІБ)

20 червня 2023 року

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

Отримання знань і розвиток практичних навичок у сфері адитивних технологій. Здобуття теоретичних основ, розвиток проєктувальних навичок, підготовка до роботи в інноваційному виробництві. Глибоке розуміння класифікації та технічних аспектів адитивних технологій, створення інноваційних продуктів та вибору оптимальних матеріалів для друку.

Компетентності:

ЗК2. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК3. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК4. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ФК1. Здатність застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проєктування і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування.

ФК2. 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.

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.

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.

Результати навчання:

РН1 Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проєктування, аналізу і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування та суміжних галузях знань.

РН2 Розробляти і ставити на виробництво нові види продукції, зокрема виконувати дослідно-конструкторські роботи та/або розробляти технологічне забезпечення процесу їх виготовлення.

РН3 Застосовувати системи автоматизації для виконання досліджень, проєктно-конструкторських робіт, технологічної підготовки та інженерного аналізу в машинобудуванні.

РН8 Оволодівати сучасними знаннями, технологіями, інструментами і методами, зокрема через самостійне опрацювання фахової літератури, участь у науково-технічних та освітніх заходах.

РН15 Продемонструвати знання структури, функціонування, технічного та програмного забезпечення інформаційно-вимірювальних комп'ютеризованих систем в машинобудівному виробництві.

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на:	На результати вивчення цієї дисципліни безпосередньо спираються:
CAD/CAM/CAE системи	Дипломна робота
Сучасні технології в прикладній механіці	
Робочі процеси сучасних виробництв	
Методи обчислювальної математики в обробці тиском	
Теорія процесів в обробці тиском	
Автомати, автоматичні лінії та комплекси в обробці тиском	

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
2 (магістр)	120/4	48	72	32	-	16	Р	2	-	+

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу в другому семестрі складає 40 (%)

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. 3D друк (FDM)	
1	Л	2	Адитивні технології виробництва (3D друк). Сутність та переваги адитивних технологій у виробництві. Вплив на промисловість, інноваційні можливості та перспективи ефективного використання.	1-9, 11-16
	СР	5	Інноваційне застосування адитивних технологій.	
2	Л	2	Слайсери 3D-принтерів. Важливість слайсерів у процесі 3D друку. Аналіз функцій слайсерів, можливості оптимізації та вплив на якість та точність виготовлення об'єктів за допомогою технології 3D друку.	2-16
	ПР	2	Підготувати до 3D-друку об'ємної деталі в слайсері PrusaSlicer	
	СР	4	Сучасні тенденції у розвитку слайсерів для 3D друку.	
3	Л	2	Матеріали для 3D друку. Вибір матеріалів, їхні властивості, інноваційні рішення та вплив на якість та можливості виробництва у сучасному технологічному середовищі.	2-9, 11-15
	СР	5	Сучасні підходи до матеріалів для 3D друку.	
4	Л	2	Різновиди кінематик 3D-принтерів. Загальний огляд кінематик 3D-принтерів. Визначення кінематики та її вплив на функціональність принтерів. Аналіз переваг та обмежень кожного типу кінематики. Роль кінематики у точності та швидкості друку.	2-16
	ПР	2	Підготувати до 3D-друку об'ємної деталі в слайсері Cura 3D.	
	СР	4	Інновації та майбутні тенденції у розвитку кінематик 3D-принтерів.	
5	Л	2	Електросхема 3D-принтера. Загальні характеристики електросхем 3D-принтерів. Характеристики та функції елементів. Варіативність при виборі електросхеми 3D-принтерів.	2-9, 11-15
	СР	5	Сучасні тенденції розвитку електросхем 3D-принтерів.	
6	Л	2	Екструдери пластику для 3D-принтерів. Значення екструдерів у технології 3D-друку. Типи екструдерів та їх функціональні особливості.	2-16

№ 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)
	ПР СР	2 4	Матеріали для екструзії. Вплив екструдерів на якість та швидкість друку. Налаштування заповнення в PrusaSlicer. Інновації та тенденції розвитку в конструкції екструдерів.	
7	Л СР	2 5	3D-друк спеціальними матеріалами. Огляд використання спеціальних матеріалів у 3D-друці. Типи та властивості спеціальних матеріалів. Застосування в медицині, авіації, та інших галузях. Технологічні виклики та переваги. Перспективи та дослідження 3D-друк спеціальними матеріалами.	2-9, 11-15
8	Л ПР СР	2 2 4	Додаткове обладнання 3D-принтерів. Огляд важливості додаткового обладнання для 3D-принтерів. Різновиди додаткового обладнання. Функціональні можливості та переваги. Вплив на якість та розширення можливостей друку. PrusaSlicer: налаштування підтримок. Інновації та перспективи розвитку в додатковій оснастці 3D-принтерів.	2-16
			Змістовий модуль № 2. 3D друк у промисловості та інших галузях	
9	Л СР	2 5	3D-друк при будівництві. Роль та значення 3D-друку у будівництві. Використання спеціальних матеріалів. Процес друку будівельних елементів. Архітектурні та структурні вигоди. Інновації 3D-друку при будівництві.	2-9, 11-15
10	Л ПР СР	2 2 4	Застосування 3D-друку в ливарному виробництві. Роль 3D-друку в ливарному виробництві. Методи та технології 3D-друку у литті. Матеріали та їх властивості. Вплив на точність та ефективність процесу 3D-друку а ливарному виробництві. Підготовка до 3D-друку зубчастих передач в PrusaSlicer. Інновації та перспективи розвитку 3D-друку в ливарному виробництві.	2-16
11	Л	2	3D-друк в медицині. Застосування 3D-друку у медицині: імплантати та протези. Моделювання органів та тканин. Індивідуалізація лікування. Виробництво медичних пристроїв. Внесок у хірургічне планування.	2-9, 11-15

№ 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)
	СР	5	Перспективи застосування 3D-друку в медицині.	
12	Л	2	Застосування 3D-друку в автомобіле- та авіабудуванні. Роль 3D-друку в автомобіле- та авіабудуванні. Виробництво легких та міцних компонентів. Використання спеціальних матеріалів. Інноваційні рішення та дизайн. Вплив на ефективність, вагу та безпеку транспортних засобів.	2-16
	ПР	2	Використання ChatGPT для створення простих STL-моделей для 3D друк.	
	СР	4	Інновації та перспективи розвитку 3D-друку в автомобіле- та авіабудуванні.	
13	Л	2	SLA 3D-друк. Огляд технології SLA 3D-друку. Принцип роботи та особливості. Матеріали для SLA друку. Застосування в промисловості та дизайні. Точність та деталізація. Вплив на виробництво та перспективи розвитку.	2-9, 11-15
	СР	5	Застосування SLA 3D-друку при виготовленні ювелірних виробів.	
14	Л	2	SLS 3D-друк. Огляд технології SLS 3D-друку. Принцип роботи та технічні характеристики. Використання порошкових матеріалів. Застосування у виробництві та прототипуванні. Міцність та гнучкість деталей.	2-16
	ПР	2	Практичне застосування макросів в PrusaSlicer.	
	СР	4	Інновації та перспективи розвитку SLS 3D-друку.	
15	Л	2	3D-сканування. Роль та важливість 3D-сканування. Різновиди технологій сканування. Процес створення точних 3D-моделей об'єктів. Застосування в промисловості, медицині та дизайні. Точність та деталізація.	2-9, 11-15
	СР	5	Інновації та перспективи розвитку 3D-сканування.	
16	Л	2	3D-друк у виробництві електроніки. Огляд використання 3D-друку у виробництві електроніки. Виготовлення електросхем та компонентів. Матеріали та технології. Вплив на ефективність та інновації в електронній індустрії.	2-16
	ПР	2	Практика вибору оптимального розміщення деталей в PrusaSlicer для 3D-друку.	
	СР	4	Вплив 3D-друку на екологію.	
Разом (годин)		120		

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	10
2	Підготовка до практичних (лабораторних, семінарських) занять	10
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	10
4	Виконання індивідуального завдання	30
5	Інші види самостійної роботи	12
	Разом	72

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Навчальним планом для студентів передбачена участь в лекціях, практичних заняттях, самостійне опрацювання лекційного матеріалу та тем практичних занять, самостійне вивчення питань, не викладених на лекційних заняттях. Протягом семестру студентам пропонується виконання контрольних робіт. Завершальним етапом вивчення дисципліни є здача екзамену.

На лекційних заняттях викладання матеріалу здійснюється в усній формі із записом основних положень лекції у конспект. Для демонстрації презентацій застосовується медіа-проектор та комп'ютер.

Самостійна робота здійснюється з метою засвоєння та відпрацювання навчального матеріалу, формування у студентів самостійності, здатності до підготовки до майбутніх занять. Самостійна робота забезпечується підручниками, навчально-методичними посібниками, конспектами лекцій та методичними вказівками. Умовно самостійну роботу можна розділити на базову, яка забезпечує підготовку студента до аудиторних занять та контрольних заходів, та додаткову, яка спрямована на закріплення знань та розвиток аналітичних навичок. Раціональне планування та організація самостійної роботи є важливою умовою її ефективності.

Призначення практичних занять полягає в поглибленні опрацювання теоретичного матеріалу. При підготовці до практичних занять студентам рекомендується ознайомитися з тематикою заняття, прочитати конспект лекцій на задану тему, ознайомитися з рекомендованою літературою. Практичні заняття розвивають у студентів навички самостійної роботи з вирішення конкретних завдань.

Для досягнення мети навчання за планом робочої програми дисципліни реалізуються також наступні заходи:

- самостійне вивчення теоретичного матеріалу дисципліни з використанням Internet-ресурсів, методичних розробок, спеціальної навчальної та наукової літератури;
- закріплення теоретичного матеріалу на практичних заняттях, при виконанні розрахункового завдання.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Методами контролю у викладанні навчальної дисципліни є усний та письмовий контроль під час проведення поточного та семестрового контролю.

Поточний контроль реалізується у формі опитування, виступів на практичних заняттях, виконання та захист звітів по самостійним роботам, проведення поточних контрольних робіт.

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

- з лекційного матеріалу – шляхом перевірки конспектів;
- з практичних занять – за допомогою перевірки контрольних робіт за окремими темами.

Семестровий контроль проводиться у формі екзамену відповідно до навчального плану в обсязі навчального матеріалу, визначеного навчальною програмою та у терміни, встановлені навчальним планом.

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

Студент вважається допущеним до семестрового екзамену з навчальної дисципліни за умови повного відпрацювання усіх практичних та самостійних робіт, передбачених навчальною програмою з дисципліни.

Контроль знань та умінь студентів здійснюється у формі поточного та підсумкового контролю. Оцінювання рівня знань студентів проводиться за модульно-рейтинговою системою. Поточний контроль включає контроль знань, умінь та навичок студентів на лекціях, практичних заняттях та під час виконання індивідуального розрахункового завдання та модульних контрольних робіт. Підсумковий контроль проводиться у формі екзамену.

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

Таблиця 1 – Розподіл балів для оцінювання успішності студента для екзамену

Контрольні роботи	Лекційні заняття	Практичні заняття	Екзамен	Сума
20	20	20	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
75-81	C	
64-74	D	задовільно
60-63	E	
35-59	FX	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)
1-34	F	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Рекомендована література

1. D. Turney, "History of 3D Printing: It's Older than You Think," Redshift by Autodesk, Auguts 2021. [Online]. Available: <https://redshift.autodesk.com/articles/history-of-3dprinting>. [Accessed on: 22-04-2023].
2. Additive Manufacturing and 3D Printing Technology Principles and Applications / By G. K. Awari, C. S. Thorat, Vishwjeet Ambade, D. P. Kothari / 2021.
3. Design for Additive Manufacturing (Additive Manufacturing Materials and Technologies) 1st Edition / Martin Leary / 2021.
4. Chakrabarty K., Su F. Design Automation Challenges for Microfluidics-Based Biochips. - Montreux, Switzerland, 01-03 June 2005.
5. Zhang T., Chakrabarty K., Fair R. B. Microelectrofluidic Systems: Modeling and Simulation.- CRC Press, Boca Raton, FL, 2002.
6. QForm 2D/3D Програма для моделювання процесів обробки металів тиском. Версія VX 8.2. Ч.1-4., 2017.
7. Основи проектування і моделювання: Навчально – методичний посібник / уклад. Людмила Миколаївна Хоменко. – Умань: ФОП Жовтий О.О., 2016. – 125 с.
8. Timothy G. Williams 3D Printing Step by Step Guide: Unleash Your Creativity for Successful Prints / Independently published, 2023.
9. L. Ge, L. Dong, D. Wang, Q. Ge and G. Gu, "A Digital Light Processing 3D Printer for Fast and high-precision Fabrication of Soft Pneumatic Actuators," Sensors and Actuators A: Physical, vol. 273, 2018.
10. Методичні вказівки до виконання лабораторних і практичних робіт з курсу «Аддитивні технології та виробництво» для студентів освітньої програми «Прикладна механіка» денної і заочної форми навчання / уклад. : С. О. Губський, В. Л. Чухліб, А. В. Ашкелянєць, О. А. Юрченко. – Харків : НТУ «ХП», 2023. – 55 с.

Допоміжна література

11. Промисловий дизайн. Конспект лекцій з дисципліни «Основи комп'ютерного проектування та дизайну машин» / К.С. Заболотний, О.В. Панченко ; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2019. – 102 с.
12. Методичні вказівки до виконання лабораторних і практичних робіт з курсу "Основи моделювання процесів в обробці тиском" [Електронний ресурс] : для студентів освіт. програми "Прикладна механіка" ден. і заоч. форми навчання / уклад.: А. О. Окунь [та ін.] ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків, 2021. – 88 с.
13. Методичні вказівки до виконання лабораторних і практичних робіт з курсу «Основи інформаційних технологій в обробці тиском» для студентів освітньої програми «Прикладна механіка» денної і заочної форми навчання / уклад. : С.О. Губський, В.Л. Чухліб. –Харків: НТУ «ХП», 2020. – 76 с.
14. P. Dudek, "FDM 3D Printing Technology in Manufacturing Composite

Elements," Archives of Metallurgy and Materials, 58(4), pp. 1415-1418, 2013.

15. A. Ramya and Sai leela Vanapalli, "3d Printing Technologies in Various Applications", International Journal of Mechanical Engineering and Technology, 7(3), 2016, pp. 396–409.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

16. <http://repository.kpi.kharkov.ua/>