

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

Національний університет «Запорізька політехніка»

(повне найменування закладу вищої освіти)

Кафедра Технології машинобудування

(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор (перший проректор)

«_____» _____ 20__ року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК7 АДИТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 131 Прикладна механіка

(код і найменування спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Технології машинобудування

(назва освітньої програми (спеціалізації))

інститут, факультет Машинобудівний

(найменування інституту, факультету)

мова навчання українська

2022 рік

Робоча програма ОК 7 Адитивні технології

(назва навчальної дисципліни)

для студентів

спеціальності 131 Прикладна механіка,

освітня програма (спеціалізація) Технології машинобудування.

(назва освітньої програми (спеціалізації))

« 20 » _____ вересня _____, 2022 року- 10 с.

Розробники: Тришин Павло Романович, PhD, старш. викл. каф. «Технологія машинобудування»

(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри

Технологія машинобудування

Протокол від « 21 » _____ вересня _____ 2022 року № 2

Завідувач кафедри _____ Технологія машинобудування

(найменування кафедри)

« 21 » _____ вересня _____ 2022 року _____ (_____ Дядя С.І. _____)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією _____ машинобудівного факультету

(найменування факультету)

Протокол від « 22 » _____ вересня _____ 2022 року № 1

« 22 » _____ вересня _____ 2022 року Голова _____ (_____ Глушко В.І. _____)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Узгоджено групою забезпечення освітньої програми* _____

« _____ » _____ 20 _____ року Керівник групи _____ (_____)

(підпис) (прізвище та ініціали)

*Якщо дисципліна викладається невипусковою кафедрою

_____ 2022 рік

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань <u>13 Механічна інженерія</u> (шифр і найменування)	обов'язкова	
Модулів – 1	Спеціальність (освітня програма, спеціалізація) <u>131 Технології машинобудування</u> (код і найменування)	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		5-й	5-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин – 120		10-й	10-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 5,5	Освітній ступінь: другий (магістерський) рівень освіти	Лекції	
		14 год.	4 год.
		Практичні, семінарські	
		Лабораторні	
		28 год.	2 год.
		Самостійна робота	
		78 год.	144 год.
		Індивідуальні завдання: год.	
		Вид контролю: залік	

Примітка.

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

для денної форми навчання – 0,53

для заочної форми навчання – 0,05

1. Мета навчальної дисципліни

Мета дисципліни – надання знань о сучасних адитивних технологіях взагалі та 3D-друку виробів зокрема, ознайомлення з технологіями та матеріалами для 3D-друку, а також з відповідним програмним забезпеченням для 3D-моделювання та розробки керуючої програми друку 3D-об'єктів.

Завдання вивчення дисципліни – ознайомлення із технічними можливостями сучасних адитивних технологій, розгляд основ 3D-моделювання деталей у різних програмних середовищах та підготовки деталей до друку у програмах-слайсерах, друк деталей на 3D-принтерах.

Предмет навчальної дисципліни:

1) сучасні адитивні технології для виготовлення різноманітних об'єктів та деталей для різних галузей промисловості та сфер людського життя;

2) новітні системи автоматизованого моделювання, підготовки та друку 3D-об'єктів;

3) сучасне обладнання та матеріали для виготовлення 3D-деталей;

4) нові розробки та досягнення у галузі адитивних технологій.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати:

загальні компетентності:

ЗК1. Здатність виявляти, ставити та вирішувати інженернотехнічні та науково-прикладні проблеми;

ЗК2. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології;

ЗК6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

ЗК8. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК9. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

фахові компетентності:

ФК1. Здатність застосовувати відповідні методи і ресурси сучасної інженерії для знаходження оптимальних рішень широкого кола інженерних задач із застосуванням сучасних підходів, методів прогнозування, інформаційних технологій та з урахуванням наявних обмежень за умов неповної інформації та суперечливих вимог.

очікувані програмні результати навчання:

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

2. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Адитивні технології та 3D-друк.

Тема 1. Історія виникнення 3D-друку

Термінологія та основні поняття, історія створення та використання людством адитивних технологій, класифікація та загальна характеристика адитивних технологій, сучасна адитивна технологія – 3D-друк. Історія виникнення та розвитку

3D-принтерів, класифікація технологій 3D-друку, промислові та побутові 3D-принтери.

Лекція – 2 год

Література – [3-8, 12]

Тема 2. Конструкція FDM 3D-принтера та його основні параметри

Конструкція FDM 3D-принтера, основні параметри FDM 3D-принтера, основні службові задачі компонентів конструкції принтеру, вплив діаметра сопла на друк, види підігріву столу, види подачі матеріалу, види кінематики рухів виконавчих органів.

Лекція – 2 год

Література – [3]

Тема 3. Адитивні технології, що застосовуються у 3D-принтерах.

Основні технології 3D-друку, стереолітографія (SLA, STL), моделювання методом наплавлення (FDM), селективне лазерне спікання (SLS), обладнання та матеріали для друку, порівняння технологій 3D-друку FDM, SLA и SLS. Основні елементи принтерів, принцип друку кожною технологією.

Лекція – 2 год

Література – [3,4, 12, 14]

Тема 4. Матеріали для 3D-друку.

Полімерні та металовмісні матеріали використуванні для 3D-друку, механічні та фізичні властивості даних матеріалів. ABS- та PLA-пластик., акрил, поліпропілен, поліетилен. Фотополімерна смола та її застосування. Металеві порошки титану, нержавіючої сталі, алюмінієвих сплавів, нікелевих сплавів.

Лекція – 2 год

Література – [3, 4-8, 14]

Змістовий модуль 2. Особливості процесу друку на 3D-принтері

Тема 5. Сфери застосування 3D-друку.

Використання 3D-друку в сучасній медицині, аерокосмічному виробництві, військовому виробництві, автомобілебудуванні. Харчові 3D принтери, принтери для дому, ручний принтер.

Лекція – 2 год

Література – [3, 9-10, 12, 13, 15]

Тема 6. Програмне забезпечення для підготовки моделі для друку.

Програмне забезпечення для підготовки моделі для друку. Програми для 3D моделювання: OpenSCAD, Solidworks Standard, Autodesk 123D Design, Autodesk 3Ds Max. Редагування та підготовка до друку готових 3D-моделей, програми

слайсери: UPStudio, FlashPrint, Simplify3D. 3D-сканування. Керуюча програма для 3D-друку або G-code. Формування G-коду.

Лекція – 2 год

Література – [3, 11]

Тема 7. Підготовка 3D-моделей до друку. Налаштування друку.

Особливості процесу друку на 3D-принтері, основні параметри 3D-друку, основні налаштування 3D-принтеру, типові помилки під час 3D-друку, принципи розміщення моделі у робочому просторі 3D-принтеру, методи та технології постобробки деталей після друку. Налаштування програми Repetier Host.

Лекція – 2 год

Література – [3]

3. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усьо го	у тому числі					усьо го	у тому числі				
1	2	лк	пр	лаб	інд	с.р.	8	лк	пр	лаб	інд	с.р.
Змістовий модуль 1. Адитивні технології та 3D-друк.												
Тема 1. Історія виникнення 3D-друку.	16	2	-	4	-	10	18	1	-	1	-	16
Тема 2. Конструкція FDM 3D-принтера та його основні параметри.	16	2	-	4	-	10	16	-	-	1	-	15
Тема 3. Адитивні технології, що застосовуються у 3D-принтерах.	16	2	-	4	-	10	18	1	-	-	-	17
Тема 4. Матеріали для 3D-друку.	18	2	-	4	-	12	17	-	-	-	-	17
Разом за змістовим модулем 1	66	8	-	16	-	42	69	2	-	2	-	65
Змістовий модуль 2. Особливості процесу друку на 3D-принтері												
Тема 5. Сфери застосування 3D-друку.	18	2		4		12	18	-	-	-		18
Тема 6. Програмне забезпечення для	18	2	-	4	-	12	19	1	-	-	-	18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
підготовки моделі для друку.												
Тема 7. Підготовка 3D-моделей до друку. Налаштування друку.	18	2	-	4	-	12	14	1	-	-	-	13
Разом за змістовим модулем 2	54	6	-	12	-	36	51	2	-	-	-	49
Усього годин	120	14	-	28	-	78	120	4	-	2	-	114

4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість Годин
1		
...		

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Створення моделі для 3D-друку.	4
2	Тема 2 Моделювання 3D-моделі в програмі Meshmixer.	4
3	Тема 3. Підготовка 3D-моделі до друку в програмі Meshmixer.	4
4	Тема 4. Автоматичне та ручне створення підтримок на 3D-моделі в програмі Meshmixer.	4
5	Тема 5. Налаштування 3D-моделі до друку в програмі Repetier-Host.	4
6	Тема 6. Створення керуючої програми для 3D-друку в програмі Repetier-Host.	4
7	Тема 7. Особливості процесу друку на 3D-принтері. Компоненти FDM-принтера.	4
	Разом	28

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
...		

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Розвиток адитивних технологій в Україні.	10
2	Тема 2. Порівняння адитивних та субтрактивних технологій.	10
3	Тема 3. Типові помилки під час 3D друку	10
4	Тема 4. Струменева полімеризація. (Polyjet, MJF, MJM).	12
5	Тема 5. Пошарове формування моделей з листового матеріалу (LOM).	12
6	Тема 6. 3D-біопринтинг, 3D-будівництво.	12
7	Тема 7. 3D-сканування.	12
	Разом	78

8. Індивідуальні завдання

Для студентів денної форми навчання – підготовка розрахунково-графічного завдання.

Для студентів заочної форми навчання – контрольна робота.

9. Методи навчання

Під час викладання курсу використовуються наступні методи навчання:

- розповідь – для оповідної, описової форми розкриття навчального матеріалу;
- пояснення – для розкриття сутності певного явища, закону, процесу;
- бесіда – для усвідомлення за допомогою діалогу нових явищ, понять;
- ілюстрація – для розкриття предметів і процесів через їх символічне зображення (малюнки, схеми, графіки);
- практична робота – для використання набутих знань у розв’язанні практичних завдань;
- аналітичний метод – мисленого або практичного розкладу цілого на частини з метою вивчення їх суттєвих ознак;
- індуктивний метод – для вивчення явищ від одиничного до загального;
- дедуктивний метод – для вивчення навчального матеріалу від загального до окремого, одиничного;
- проблемний виклад матеріалу – для створення проблемної ситуації.

10. Очікувані результати навчання з дисципліни

Після вивчення курсу студенти повинні **знати та вміти**: працювати в програмах 3D-моделювання, розробляти керуючих програми для друку 3D-моделей, виконувати налаштування 3D-друку на 3D-принтері. **Мати уявлення**: про прогресивні технології та матеріали для 3D-друку, про основні програмні продукти, які застосовуються для обробки та підготовки для друку 3D-моделей.

11. Засоби оцінювання

Для студентів денної форми навчання: опитування з кожної теми лекційного курсу; виконання та захистів звітів лабораторних робіт; перший рубіжний контроль; екзамен в кінці семестру (за умови виконання студентом вимог навчального процесу).

Для студентів заочної форми навчання: виконання та захисту звітів лабораторних робіт; захист контрольної роботи; екзамен в кінці семестру (за умови виконання студентом вимог навчального процесу).

12. Критерії оцінювання

Критерії оцінювання для екзамену

Поточне тестування та самостійна робота							Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль №1				Змістовий модуль №2				
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	40	100
10	10	10	10	10	5	5		

T1, T2 ... T7 – теми змістових модулів.

Шкала оцінювання

За 100-бальною шкалою	За національною шкалою	Визначення
90-100	відмінно	відмінно – відмінне виконання з незначною кількістю помилок
75-89	добре	добре – в цілому правильне виконання, але з помилками
60-74	задовільно	задовільно – виконання в повному обсязі, але зі значною кількістю недоліків
35-59	незадовільно	незадовільно з можливістю повторного складання
1-34		незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

13. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Адитивні технології» для студентів всіх форм навчання спеціальності 131

«Прикладна механіка» спеціалізації «Технології машинобудування» галузі знань «Механічна інженерія» / Укл. ст. викл. Тришин П.Р. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 202 – 76 с.

2. Методичні вказівки до виконання самостійних робіт з дисципліни «Адитивні технології» для студентів всіх форм навчання спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізації «Технології машинобудування» галузі знань «Механічна інженерія» / Укл. ст. викл. Тришин П.Р. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2022 – 16 с.

3. Тексти (конспект) лекцій з дисципліни «Адитивні технології» для студентів всіх форм навчання спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізації «Технології машинобудування» галузі знань «Механічна інженерія» / Укл. ст. викл. Тришин П.Р. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2022 – 77 с.

14. Рекомендована література

Базова

4. Андрощук Г. О. Адитивні технології: перспективи і проблеми 3D-друку (I частина). *Наука, технології, інновації*. 2017. № 1. С. 68-77.

5. Андрощук Г. О. Адитивні технології: перспективи і проблеми 3D-друку (II частина) *Наука, технології, інновації*. 2017. № 2 (2). С. 29-36.

6. Андрощук Г. О., Копил Я. В. 3D-друк в епоху інноваційних технологій: проблеми регулювання. *Інтелектуальна власність в Україні*. 2016. № 5. С. 17-26.

7. Гречко О. М. Сучасні адитивні технології та 3D-друк. Огляд останніх досягнень в різних сферах людського життя. *Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер. Проблеми удосконалювання електричних машин і апаратів. Теорія і практика*. 2019. № 1. С. 63-75.

8. Масючок О.П., Юрженко М.В., Колісник Р.В., Кораб М.Г. Адитивні технології полімерних матеріалів. *Автоматичне зварювання*. 2020. №5. С.53-60. DOI: <https://doi.org/10.37434/as2020.05.08>.

9. Олексієнко С. В., Прибителько І. О., Ганєєв Т. Р., Ганєєва Т. В. Адитивні технології в архітектурі та містобудуванні. *Новітні технології у науковій діяльності і навчальному процесі* : зб. тез Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих учених, 18-19 берез. 2021 Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2021. С. 40-41.

10. Назаркевич Є. Адитивні технології та 3D моделювання в ювелірному мистецтві. *Народна творчість та етнологія*, 2021, №2(390). С. 113-122.

11. Струтинська О. В. Сучасний стан і перспективи розвитку технологій тривимірного моделювання та друкування. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. 2018. №20(27). С. 88-94.

15. Інформаційні ресурси

12. https://uk.wikipedia.org/wiki/Адитивні_технології.

13. <https://newfolk.com.ua/ua/novyny/> зворотній-інжиніринг-і-адитивне-виробництво.- світовий-тренд-імпортозаміщення-та-локалізації-для-забезпечення-сталого-розвитку.
14. <https://3dprint.infomir.eu/uk/aditivne-virobnictvo>.
15. <http://poradu.pp.ua/tehnka-tehnologyi/35539-aditivna-tehnologiya-opis-viznachennya-osoblivost-zastosuvannya-ta-vidguki-aditivn-tehnologyi-v-promislovost.html>.