


Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Кафедра технологій машинобудування та матеріалознавства



«ЗАТВЕРДЖЕНО»

завідувач кафедри

 В.А. Дербаб

«01» липня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**«Дослідження проблем тривимірного друку виробів
у циркуляційній економіці»**

Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Освітня програма	«Наскрізний інжиніринг машинобудівного виробництва»
Статус	обов'язкова
Загальний обсяг	4 кредитів ЄКТС (120 годин)
Форма підсумкового контролю	диференційований залік
Термін викладання	3-й семестр, (5;6 чверть)
Мова викладання	українська

Викладач: доц. Козечко В.А.

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» __ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» __ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

Дніпро
НТУ «ДП»
2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Дослідження проблем тривимірного друку виробів у циркуляційній економіці» для магістрів освітньо-наукової програми «Наскрізний інжиніринг машинобудівного виробництва» спеціальності 131 Прикладна механіка / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. технологій машинобудування та матеріалознавства. – Д. : НТУ «ДП», 2024. – 14 с.

Розробник: Козечко Вікторія Анатоліївна – доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри технологій машинобудування та матеріалознавства.

Робоча програма регламентує:

- мету дисципліни;
- дисциплінарні результати навчання, сформовані на основі трансформації очікуваних результатів навчання освітньої програми;
- базові дисципліни (за наявності);
- обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять;
- програму дисципліни (тематичний план за видами навчальних занять);
- алгоритм оцінювання рівня досягнення дисциплінарних результатів навчання (шкали, засоби, процедури та критерії оцінювання);
- інструменти, обладнання та програмне забезпечення;
- рекомендовані джерела інформації.

Робоча програма призначена для реалізації компетентнісного підходу під час планування освітнього процесу, викладання дисципліни, підготовки здобувачів вищої освіти до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм у межах спеціальності.

Погоджено рішенням науково-методичної комісії спеціальності 131 «Прикладна механіка» (протокол 01.07.2024 р.).

ЗМІСТ

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	4
2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ.....	4
3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ.....	4
4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ	5
5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	5
6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ	8
6.1 Шкали.....	8
6.2 Засоби та процедури	8
6.3 Критерії.....	9
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	12
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	13

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

В освітньо-науковій програмі «Наскрізний інжиніринг машинобудівного виробництва» спеціальності 131 Прикладна механіка здійснено розподіл програмних результатів навчання (ПРН) за організаційними формами освітнього процесу. Зокрема, до дисципліни С3 «Дослідження проблем тривимірного друку виробів у циркуляційній економіці» віднесено такі результати навчання

РН15	Керувати тривимірним друком за допомогою спеціалізованих комп'ютерних програм та досліджувати технологічні режими таких процесів
РН16	Досліджувати наскрізне використання рецикуювальних технологій на усіх стадіях життєвого циклу машини

Мета дисципліни – формування у здобувачів вищої освіти компетентностей, необхідних для уміння здійснювати дослідження в галузі адитивних технологій і матеріалів, а також виконувати якісне керування обладнанням для тривимірного друку при виробництві, з найменшою кількістю відходів.

Реалізація мети вимагає трансформації програмних результатів навчання в дисциплінарні та адекватний відбір змісту навчальної дисципліни за цим критерієм.

2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Шифр ПРН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
	шифр ДРН	зміст
РН15	РН15.1 – С3	Використовувати спеціалізовані комп'ютерні програми для 3D принтерів задля керування процесом друку виробів
	РН15.2 – С3	Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування для нових видів продукції в галузі адитивних технологій
РН16	РН16.1 – С3	Використовувати процеси тривимірного друку для впровадження рециклінгової економіки та як найменшого забруднення довкілля
	РН16.2 – С3	Впроваджувати новітні технології рециклінгу, в тому числі закордонні для вдосконалення процесів адитивного виробництва

3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
Ф4 Комп'ютерні дослідження процесів обробки деталей на багатівісних верстатах з ЧПК	Вміти будувати системи автоматизації технологічних досліджень, проводити проектно-конструкторські роботи, технологічну підготовку та інженерний аналіз у машинобудуванні; моделювати, проводити аналізи конструкцій і матеріалів деталей, матеріалів та процесів на стадії проектування з використанням сучасних комп'ютерних систем; керувати фрезерними багатівісними верстатами з числовим програмним керуванням за допомогою спеціалізованих комп'ютерних програм та моделювати траєкторії переміщення

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
	інструментів у просторі; керувати токарними багатовісними верстатами з числовим програмним керуванням за допомогою спеціалізованих комп'ютерних програм та моделювати стратегії використання різнотипних інструментів; застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування, аналізу і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування та суміжних галузях знань; застосовувати системи автоматизації для виконання досліджень, проектно-конструкторських робіт, технологічної підготовки та інженерного аналізу в машинобудуванні; використовувати сучасні методи оптимізації параметрів технічних систем засобами системного аналізу, математичного та комп'ютерного моделювання; виконувати раціональні розрахунки керуючих програм для високошвидкісних верстатів з програмним керуванням за умов використання CAD/CAM-систем.

4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Розподіл за формами навчання, години							
	денна			вечірня		заочна		
	Обсяг	аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота	Обсяг	аудиторні заняття	самостійна робота
лекційні	60	26	34	-	-	-	-	-
практичні	60	26	34	-	-	-	-	-
лабораторні	-	-	-	-	-	-	-	-
семінари	-	-	-	-	-	-	-	-
РАЗОМ	120	52	68	-	-	-	-	-

5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	ЛЕКЦІЇ	60
РН15.2–С3	1. Класифікація та загальна характеристика основних методів тривимірного друку	5
	1.1 Поняття та принцип роботи технології тривимірного друку (основні етапи 3D-друку, створення 3D-моделі, підготовка файлу, процес друку).	
	1.2 Класифікація методів тривимірного друку (поділ технологій за способом формування виробу та використовуваними матеріалами).	
	1.3 Характеристика основних технологій 3D-друку (опис найбільш поширених методів: FDM, SLA, SLS та ін.).	

	1.4 Переваги, недоліки та сфери застосування різних методів 3D-друку (порівняння технологій і приклади використання в промисловості, медицині, дизайні)	
PH15.2–C3	2. Принтери 3DP (three dimensional printing) та SL (Stereolithography) - стереолітографія	5
	2.1 Технологія 3DP (Three Dimensional Printing): принцип роботи та особливості (опис методу пошарового нанесення порошкового матеріалу та зв'язуючої речовини, характеристики технології, переваги та недоліки).	
	2.2 Технологія SL (Stereolithography) — стереолітографія: принцип дії та застосування (процес затвердіння фотополімерної смоли під дією лазера, точність друку, матеріали та сфери використання).	
PH15.2–C3	3. LS (laser sintering) – лазерне спікання. Вибіркове лазерне спікання (SLS). Вибіркова лазерна плавка (SLM)	5
	3.1 Технологія лазерного спікання (LS): принцип роботи та особливості процесу (основи методу лазерного спікання порошкових матеріалів, обладнання, матеріали та загальна характеристика технології).	
	3.2 Вибіркове лазерне спікання (SLS) та вибіркова лазерна плавка (SLM): технологічні особливості та сфери застосування (порівняння процесів SLS і SLM, точність друку, використовувані матеріали та застосування в промисловості).	
PH15.2–C3	4. Технологія Polyjet. Маскова стереолітографія. LENS (LASER ENGINEERED NET SHAPING)	5
	4.1 Технологія PolyJet та маскова стереолітографія: принцип роботи та особливості (пошарове нанесення фотополімеру в технології PolyJet, затвердіння ультрафіолетом, принцип роботи маскової стереолітографії, точність та матеріали).	
	4.2 Технологія LENS (Laser Engineered Net Shaping): принцип дії та застосування (використання лазера для плавлення металевих порошків, особливості процесу формування деталей та застосування в промисловості).	
PH15.2–C3	5. LOM (laminated object manufacturing). 3D принтери для будівництва будівель	5
	5.1 Технологія LOM (Laminated Object Manufacturing): принцип роботи та особливості (процес створення об'єктів шляхом пошарового ламінування матеріалів — паперу, пластику або металевих фольг).	
	5.2 Принцип роботи та конструкція будівельних 3D-принтерів (особливості обладнання, використання бетонних сумішей, автоматизований процес зведення конструкцій).	
	5.3 Застосування 3D-принтерів у будівництві та їхні переваги (швидкість будівництва, зменшення витрат матеріалів, приклади використання у сучасному будівництві).	
PH15.2–C3	6. Технології друку металами. Використання альтернативних матеріалів в адитивному виробництві	5
	6.1 Технології 3D-друку металами: основні методи та їх характеристика (особливості адитивного виробництва металевих виробів, основні технології, матеріали та сфери застосування).	
	6.2 Використання альтернативних матеріалів в адитивному виробництві (застосування біоматеріалів, композитів, кераміки, перероблених та екологічних матеріалів у 3D-друці).	
PH15.2–C3	7. Пошарове сплавлення порошку. SLM (вибіркове лазерне плавлення) або DMLS (пряме спікання металу лазером)	5

PH15.2–C3	8. Binder Jetting - склеювання частинок металу для подальшого випалення. Заміс металевго порошку в металеву пасту	5
	8.1 Технологія Binder Jetting: принцип склеювання частинок металевго порошку (процес пошарового нанесення порошку та зв'язуючої речовини, подальше випалення та формування металевих деталей).	
	8.2 Технологія використання металевго пасту в 3D-друці (заміс металевго порошку у пасту, процес друку, подальша термічна обробка та сфери застосування).	
PH15.2–C3	9. Наплавлення. DED (Directed Energy Deposition), або лазерне наплавлення	5
	9.1 Технологія наплавлення: принцип роботи та особливості (застосування матеріалу у вигляді дроту або порошку, створення виробів пошарово, контроль форми та розміру деталі).	
	9.2 DED (Directed Energy Deposition) або лазерне наплавлення: технологія та сфери застосування (використання лазера для плавлення матеріалу під час нанесення, висока точність, ремонт і виготовлення металевих деталей у промисловості).	
PH15.2–C3	10. EBM (Electron Beam Manufacturing – виробництво електронним променем)	5
	Принцип роботи технології EBM (Electron Beam Manufacturing) (використання електронного променя для пошарового плавлення металевго порошку, контроль температури та точності друку).	
	Застосування EBM та переваги технології (виробництво високотехнологічних металевих деталей, сфери використання у авіації, медицині та космічній промисловості, переваги над іншими методами адитивного виробництва).	
PH16.1–C3, PH16.2–C3	11. Технології тривимірного друку у циркуляційній економіці	5
	11.1 Роль 3D-друку у циркуляційній економіці (як адитивні технології сприяють повторному використанню матеріалів, зменшенню відходів та ефективному виробництву).	
	11.2 Використання перероблених та екологічних матеріалів у 3D-друці (біопластики, композити, металеві та полімерні перероблені порошки).	
	11.3 Економія ресурсів і енергії завдяки адитивним технологіям (мінімізація матеріальних витрат, оптимізація конструкцій, скорочення логістичних витрат).	
	11.4 Приклади застосування 3D-друку у циркуляційній економіці (виробництво деталей на замовлення, ремонт і відновлення виробів, модульне виробництво та локальне виготовлення).	
PH16.1–C3, PH16.2–C3	12. Закнений цикл виробництва без шкоди навколишньому середовищу	5
	12.1 Поняття та принципи замкненого циклу виробництва (визначення, основні принципи циклічності та мінімізації відходів у виробництві).	
	12.2 Методи зменшення впливу на навколишнє середовище (переробка відходів, повторне використання матеріалів, енергозбереження, екологічно чисті технології).	
	12.3 Використання відновлюваних та альтернативних ресурсів (біоматеріали, перероблені матеріали, відновлювана енергія та її інтеграція у виробничий процес).	

	12.4 Переваги та економічна ефективність замкненого циклу (зменшення витрат, підвищення екологічної безпеки, конкурентні переваги та стійкий розвиток підприємств).	
	ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	60
PH15.1–C3	1. Моделювання і тривимірний друк деталі зі складними поверхнями пластиком	15
PH15.1–C3	2. Компютерні програми для керування 3D принтерами: Ultimaker Cura, Prusa, Autodesk	15
PH15.2–C3, PH16.1–C3	3. Пластики для тривимірного друку (фотополімери), термопластики (PLA, ABS, PVA, HIPS і т.п.), PET-S	15
PH15.2–C3, PH16.2–C3	4. Метали для тривимірного друку - титан, нержавіюча сталь, інконель, алюміній, мідь, дорогоцінні метали	15
	РАЗОМ	120

6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Сертифікація досягнень здобувачів вищої освіти здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до Положення університету «Про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання студента за дисципліною.

6.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок мобільних здобувачів.

Шкали оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти НТУ «ДП»

Рейтингова	Інституційна
90...100	відмінно / Excellent
74...89	добре / Good
60...73	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної дисципліни зараховуються, якщо здобувач отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

6.2 Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії здобувача за вимогами НРК до 7-го кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Здобувач на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2).

Засоби діагностики, що надаються здобувачам на контрольних заходах у вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю

дисципліни затверджуються кафедрою.

Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано нижче.

Засоби діагностики та процедури оцінювання

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальні заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	процедури
лекції	контрольні лекційні завдання за кожною темою	виконання завдання під час лекцій	комплексна контрольна робота (ККР)	визначення сумарного результату поточних контролів;
практичні	індивідуальне завдання	виконання завдань під час самостійної роботи		виконання ККР під час заліку за бажанням здобувача

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих лекційних завдань. Практичні заняття оцінюються якістю виконання індивідуального завдання.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком складовим, то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем.

За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі здобувача шляхом визначення сумарного значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен здобувач під час заліку має право виконувати ККР, яка містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання.

Кількість конкретизованих завдань ККР повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів ККР має забезпечити індивідуалізацію завдання.

Значення оцінки за виконання ККР визначається сумарною оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.

Інтегральне значення оцінки виконання ККР може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюється кафедрою для кожної складової опису кваліфікаційного рівня за НРК.

6.3 Критерії

Реальні результати навчання здобувача ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії здобувача для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і практичних занять в якості критерію використовується коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де a – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення; m – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для магістерського рівня вищої освіти.

Загальні критерії досягнення результатів навчання для 7-го кваліфікаційного рівня за НРК

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
Знання		
♦ спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері професійної діяльності або галузі знань і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у галузі та на межі галузей знань	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: – спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень; – критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей	95-100
	Відповідь містить не грубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84
	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
	Відповідь фрагментарна	70-73
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення студента про об'єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64
	Рівень знань незадовільний	<60
Уміння/навички		
♦ спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур; ♦ здатність інтегрувати знання та розв'язувати складні задачі у	Відповідь характеризує уміння: – виявляти проблеми; – формулювати гіпотези; – розв'язувати проблеми; – оновлювати знання; – інтегрувати знання; – провадити інноваційну діяльність; – провадити наукову діяльність	95-100
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності з не грубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
широких або мультидисциплінарних контекстах; ♦ здатність розв'язувати проблеми у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	Рівень умінь/навичок незадовільний	<60
Комунікація		
♦ зрозуміле і недвозначне донесення власних знань, висновків та аргументації до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються	Зрозумілість відповіді (доповіді). <i>Мова:</i> правильна; чиста; ясна; точна; логічна; виразна; лаконічна. <i>Комунікаційна стратегія:</i> – послідовний і несуперечливий розвиток думки; – наявність логічних власних суджень; – доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням; – правильна структура відповіді (доповіді); – правильність відповідей на запитання; – доречна техніка відповідей на запитання; – здатність робити висновки та формулювати пропозиції; – використання іноземних мов у професійній діяльності	95-100
	Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	74-79
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
	Рівень комунікації незадовільний	<60
Відповідальність і автономія		
<ul style="list-style-type: none"> ◆ управління робочими або навчальними процесами, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів; ◆ відповідальність за внесок до професійних знань і практики та/або оцінювання результатів діяльності команд та колективів; ◆ здатність продовжувати навчання з високим ступенем автономії 	Відмінне володіння компетенціями: <ul style="list-style-type: none"> – використання принципів та методів організації діяльності команди; – ефективний розподіл повноважень в структурі команди; – підтримка врівноважених стосунків з членами команди (відповідальність за взаємовідносини); – стресовитривалість; – саморегуляція; – трудова активність в екстремальних ситуаціях; – високий рівень особистого ставлення до справи; – володіння всіма видами навчальної діяльності; – належний рівень фундаментальних знань; – належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок 	95-100
	Упевнене володіння компетенціями відповідальності і автономії з незначними хибами	90-94
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано дві вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано три вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано чотири вимоги)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано п'ять вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано шість вимог)	65-69
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (рівень фрагментарний)	60-64
	Рівень відповідальності і автономії незадовільний	<60

7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Використовуються лабораторне та мультимедійне обладнання, показові, робочі, контрольні колекції кафедри технологій машинобудування та матеріалознавства, включно:

- персональні комп'ютери;
- програмне забезпечення Office 365; Autodesk, Cura, Prusa;
- 3D-принтери з програмним керуванням.
- дистанційна платформа MOODLE.

8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Сучасні адитивні технології 3D друку. Особливості практичного застосування : навчальний посібник / О. Д. Манжілевський, Р. Д. Іскович-Лотоцький. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 105 с.
2. Архітектурно-конструктивно-технологічна система 3д-друку будівельних об'єктів : колективна монографія / М. Савицький, Ш. Айріх, І. З. Халаф [та ін.]. ; за заг. ред. д-ра техн. наук, проф. М. Савицького, – Дніпро, ФОП Удовиченко О.М., 2021. – 233 с.
3. 3D Printer Market Sales Will Exceed \$14.6 billion in 2019 [electronic resource]. — Access: <http://blogs.gartner.com/pete-basilere/2015/09/29/3dprinter-market-sales-will-exceed-14-6-billion-in2019/>.
4. Козечко В.А., Дербаба В.А. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт з дисципліни «Дослідження проблем тривимірного друку виробів у циркуляційній економіці» для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-наукової програми «Наскрізний інжиніринг машинобудівного виробництва» / НТУ «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 16 с.

Допоміжна література

1. Проців В.В. Сучасні полімерні матеріали та технології в 3D-прінтингу / В.В. Проців, В.А. Козечко, В.А. Дербаба, О.О. Богданов// Збірник наукових праць НГУ. – Д.: Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», 2021 – № 65 – С.107-117. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/65.107>
2. Дербаба, В.А., Григоренко, В.У. & Рубан, В.М. (2023). Розвиток елементів комп'ютерного програмування у складових наскрізних технологіях виготовлення механічного обладнання в машинобудуванні. Збірник наукових праць НГУ. – Дніпро: Національний ТУ «Дніпровська політехніка», (72), 212-221. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/72.212>

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Дослідження проблем тривимірного друку виробів у циркуляційній економіці» для магістрів освітньо-наукової програми «Наскрізний інжиніринг машинобудівного виробництва» спеціальності
131 Прикладна механіка

Розробник:

Козечко Вікторія Анатоліївна

В редакції автора

Підготовлено до виходу в світ
у Національному технічному університеті
«Дніпровська політехніка».

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19