

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

МАШИНОБУДІВНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА ІНЖЕНЕРНОЇ МЕХАНІКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ



ЗАТВЕРДЖЕНО

Доктор з науково-педагогічної

Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Program of the Discipline

Наукові проблеми конструювання та виробництва вузлів двигунів
Scientific problems of designing and manufacturing engine assemblies

рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)
тип дисципліни: обов'язкова
мова(и) викладання: українська

Освітньо-наукова програма «**Прикладна механіка**»
Спеціальність **131 «Прикладна механіка»**
Галузь знань **13 «Механічна інженерія»**

Робоча програма навчальної дисципліни **«Наукові проблеми конструювання та виробництва вузлів двигунів»** є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань **13 «Механічна інженерія»** спеціальності **131 «Прикладна механіка»**, освітньо-наукова програма **«Прикладна механіка»**

«01» 04 2024 року. – 14 с.

Розробник: Новошицький Антон Володимирович, канд. техн. наук, доцент кафедри інженерної механіки та технології машинобудування.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Наукові проблеми конструювання та виробництва вузлів двигунів» узгоджено з гарантом освітньо-наукової програми.

Гарант освітньо-наукової програми «Наукові проблеми конструювання та виробництва вузлів двигунів» Ткач Михайло Романович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інженерної механіки та технології машинобудування Машинобудівного навчально-наукового інституту

Гарант освітньо-наукової програми _____ Михайло ТКАЧ

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Наукові проблеми конструювання та виробництва вузлів двигунів» розглянуто на засіданні кафедри Інженерної механіки та технології машинобудування

Протокол № 12 від «01» 07 2024 р.

Завідувач кафедри  Михайло ТКАЧ

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Наукові проблеми конструювання та виробництва вузлів двигунів» розглянуто Навчально-методичною радою Машинобудівного науково-навчального інституту

Протокол № 1 від «24» 08 2024 р.

Голова _____ Сергій СЕРБІН

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Наукові проблеми конструювання та виробництва вузлів двигунів» погоджено з навчальним відділом _____

Начальник відділу  Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Наукові проблеми конструювання та виробництва вузлів двигунів» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 6 від «18» 08 2024 р.

Голова НМР НУК _____ Сергій СЛОБОДЯН

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. Опис навчальної дисципліни.....	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання.....	6
5. Програма навчальної дисципліни.....	6
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	9
7. Форми поточного та підсумкового контролю	10
8. Критерії оцінювання результатів навчання	12
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	12
10. Рекомендовані джерела інформації.....	12
11. Інформаційні ресурси в інтернет	13
ДОДАТОК.....	14

ВСТУП

Анотація

Дисципліна «Наукові проблеми конструювання та виробництва вузлів двигунів» є обов'язковою дисципліною циклу підготовки аспірантів відповідно до освітньо-наукової програми «Прикладна механіка» галузі знань 13 «Механічна інженерія» спеціальності 131 «Прикладна механіка».

Сучасні конкурентоспроможні науково-дослідницькі та машинобудівні підприємства не можуть функціонувати без наявності кваліфікованих фахівців, здатних вирішувати задачі в галузі прикладної механіки.

Важлива роль у підготовці аспірантів з прикладної механіки відводиться дисципліні «Наукові проблеми конструювання та виробництва вузлів двигунів», яка надає аспірантам теоретичні знання щодо методів пошуку нових технічних рішень, застосування сучасних інформаційних технологій та адитивних технологій.

Велике значення дисципліни полягає в формуванні вмінь пошуку нових технічних рішень та вдосконалення існуючих, розв'язання наукових задач за допомогою інформаційних технологій, використання адитивних технологій при конструюванні та виробництва вузлів двигунів.

Ключові слова: пошук нових технічних рішень, інформаційні технології, алгоритми пошуку нових технічних рішень, адитивні технології, тривимірний друк.

Abstract

The discipline «Scientific problems of designing and manufacturing engine assemblies» is a mandatory discipline of the postgraduate training cycle in accordance with the educational and scientific program «Applied Mechanics» of the field of knowledge 13 "Mechanical Engineering" specialty 131 «Applied Mechanics».

Modern competitive research and engineering enterprises cannot function without the presence of qualified specialists capable of solving problems in the field of applied mechanics.

An important role in the training of graduate students in applied mechanics is given to the discipline «Scientific problems of designing and manufacturing engine assemblies», which provides graduate students with theoretical knowledge about methods of finding new technical solutions, the use of modern information technologies and additive technologies.

The great importance of the discipline lies in the formation of the skills of finding new technical solutions and improving existing ones, solving scientific problems with the help of information technologies, using additive technologies in the design and production of engine assemblies.

Keywords: search for new technical solutions, information technologies, algorithms for searching for new technical solutions, additive technologies, three-dimensional printing.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання (ДФН)	Заочна форма навчання (ЗФН)
Кількість кредитів – 7	Галузь знань: 13 Механічна інженерія	Обов’язкова	
Модулів – 1		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 3		1-й	1-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету T93625	Спеціальність: 131 Прикладна механіка Освітньо-наукова програма: Прикладна механіка	Семестр	
Індивідуальне науково-дослідне завдання: –		1-й	1-й
		Лекції	
		45 год.	24 год.
		Практичні	
Загальна кількість годин – 210		30 год.	12 год.
		Самостійна робота	
	135 год.	174 год.	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5; самостійної роботи – 9	Освітній рівень: третій	Індивідуальні завдання: –	
		Вид контролю: залік	
		Форма контролю: письмова	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Наукові проблеми конструювання та виробництва вузлів двигунів» є формування у аспірантів відповідно до освітньо-наукової програми таких компетентностей:

ФК01. Найбільш передові концептуальні та методологічні знання в галузі наукових досліджень і проектування конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування та на межі суміжних предметних галузей.

ФК04. Застосування інформаційних технологій в науковій діяльності.

ФК06. Здатність генерувати нові ідеї та уміння обґрунтування нових інноваційних проектів та просування їх на ринку.

ФК08. 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.

ФК09. 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.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є дисципліни: філософія науки, методологія наукових досліджень та педагогічної діяльності.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у аспірантів таких результатів навчання:

ПРН05. Володіти концептуальними та методологічними знаннями в галузі прикладної механіки та бути здатним застосовувати їх до професійної діяльності на межі предметних галузей.

ПРН08. Уміти застосовувати сучасні інформаційні технології у науковій діяльності.

ПРН09. Володіти прогресивними методами та технологіями, уміти модифікувати існуючі та розробляти нові методи та/або завдання, здійснювати заходи для ефективного виконання професійних завдань.

ПРН11. Уміти приймати обґрунтовані рішення з інженерних питань механічної інженерії у складних та/або непередбачуваних умовах, у тому числі із застосуванням прогнозування та сучасних засобів підтримки прийняття рішень.

ПРН13. Уміти запропонувати оригінальне інноваційне рішення, направлене на розв'язання конкретної проблеми зі спеціальності прикладна механіка.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Застосування методів пошуку нових технічних рішень щодо розробки конструкцій вузлів двигунів

Тема 1. Методи пошуку нових технічних рішень.

Технічний об'єкт. Закономірності розвитку технічних об'єктів. Методи пошуку нових та вдосконалення існуючих технічних рішень. Прийоми усунення технічних суперечностей. Література: [4], с. 60-67; [3], с. 60-85.

Тема 2. Фізичні ефекти та явища.

Застосування фізичних ефекти та явищ при пошуку нових технічних рішень. Фонд технічних рішень. Література: [2], с. 72-87; [3], с. 56-57; [4], с. 111-117.

Тема 3. Типові евристичні прийоми.

Використання типових евристичних прийомів при пошуку нових технічних рішень.
Література: [1], с. 74-79; [2], с. 88-110; [3], с. 50-55; [4], с. 77-91.

Тема 4. Асоціативні методи пошуку нових технічних рішень.

Психологічна активізація творчості. Метод фокальних об'єктів. Метод гірлянд випадковостей та асоціацій.
Література: [1], с. 64-65; [2], с. 30-31; [3], с. 62-65; [4], с. 39-44.

Тема 5. Метод контрольних запитань.

Пошук нових технічних рішень методом контрольних запитань.
Література: [1], с. 65-67; [2], с. 25-30; [3], с. 65-68; [4], с. 44-47.

Тема 6. Морфологічний аналіз.

Сутність пошуку нових технічних рішень методом морфологічного аналізу. Принципи побудови морфологічної матриці. Процедура проведення морфологічного дослідження. Особливості застосування, типи розв'язуваних задач.
Література: [1], с. 71-73; [2], с. 37-39; [3], с. 72-75; [4], с. 55-59.

Змістовий модуль 2. Використання інформаційних технологій для пошуку нових технічних рішень

Тема 7. Основи програмування мовою Dart.

Середовище розробки. Структура програми. Змінні і константи. Типи даних. Операції. Умовні вирази. Операції з рядками. Умовні конструкції. Цикли.
Література: [5], с. 26-83, 132-137.

Тема 8. Реалізація алгоритму пошуку нових технічних рішень методом морфологічного аналізу.

Алгоритм пошуку нового технічного рішення методом морфологічного аналізу. Реалізація алгоритму з використанням мови програмування Dart.
Література: [1], с. 71-73; [2], с. 37-39; [3], с. 72-75; [4], с. 55-59; [5], с. 32-83, 132-137.

Змістовий модуль 3. Використання адитивних технологій для прототипування та виготовлення деталей двигунів

Тема 9. Загальні відомості про адитивне виробництво.

Порівняння адитивного виробництва з іншими видами виробництва. Переваги адитивних технологій. Класифікація. Області застосування. Світові та галузеві ринки адитивних технологій. Рівень впровадження по галузях.
Література: [6], с. 5-17; [6], с. 5-20.

Тема 10. Тривимірний друк методом наплавлення.

Принцип друку методом наплавлення. Особливості технології. Області застосування. Основні матеріали. Конструкції 3D-принтерів. Програмне забезпечення для підготовки моделі до друку. Програми слайсери. Налаштування 3D-принтера. Особливості процесу друку.
Література: [6], с. 15; [7], с. 12-16, 20-103.

Тема 11. Лазерна стереолітографія.

Принцип друку лазерною стереолітографією. Особливості технології. Області застосування. Основні матеріали. Конструкції 3D-принтерів.
Література: [6], с. 8-11, 18-65; [7], с. 9.

Тема 12. Селективне лазерне сплавлення порошкових матеріалів.

Принцип друку лазерним сплавленням. Особливості технології. Області застосування. Основні матеріали. Конструкції 3D-принтерів.
Література: [6], с. 13-65; [7], с. 9-12.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	Денна форма				Заочна форма			
	усьо- го	у тому числі			усьо- го	у тому числі		
		лек	п.р.	с.р		лек	п.р.	с.р
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Модуль 1 (M1)								
Змістовий модуль 1. Застосування методів пошуку нових технічних рішень щодо розробки конструкцій вузлів двигунів								
Тема 1. Методи пошуку нових технічних рішень.	14	4		10	14	2		12
Тема 2. Фізичні ефекти та явища.	16	4	2	10	15	2	1	12
Тема 3. Типові евристичні прийоми.	16	4	2	10	15	2	1	12
Тема 4. Асоціативні методи пошуку нових технічних рішень.	14	2	2	10	15	2	1	12
Тема 5. Метод контрольних запитань.	14	2	2	10	15	2	1	12
Тема 6. Морфологічний аналіз.	16	2	4	10	16	2	1	13
Разом за змістовим модулем 1	90	18	12	60	90	12	5	73
Змістовий модуль 2. Використання інформаційних технологій для пошуку нових технічних рішень								
Тема 7. Основи програмування мовою Dart.	32	6	6	20	31	3	2	26
Тема 8. Реалізація алгоритму пошуку нових технічних рішень методом морфологічного аналізу.	28	6	4	18	29	3	1	25
Разом за змістовим модулем 2	60	12	10	38	60	6	3	51
Змістовий модуль 3. Використання адитивних технологій для прототипування та виготовлення деталей двигунів								
Тема 9. Загальні відомості про адитивне виробництво.	16	4	2	10	17	2	1	14
Тема 10. Тривимірний друк методом наплавлення.	23	6	6	11	19	2	3	14
Тема 11. Лазерна стереолітографія.	10	2		8	12	1		11
Тема 12. Селективне лазерне сплавлення порошкових матеріалів.	11	3		8	12	1		11
Разом за змістовим модулем 3	60	15	8	37	60	6	4	50
Усього годин	210	45	30	135	210	24	12	174

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1.	Використання переліку фізичних ефектів та явищ для удосконалення технічного об'єкту.	2	1
2.	Використання типових евристичних прийомів для удосконалення технічного об'єкту.	2	1
3.	Використання асоціативних методів пошуку нових технічних рішень.	2	1
4.	Використання «методу контрольних запитань» для пошуку нових технічних рішень	2	1
5.	Використання методу пошуку нових технічних рішень «морфологічний аналіз».	4	1
6.	Ознайомлення з середовищем розробки. Структура програми на Dart. Змінні і константи. Примітивні типи даних.	2	1
7.	Програмування на Dart Операції. Умовні вирази. Операції з рядками. Умовні конструкції. Цикли. Списки.	4	1
8.	Реалізація алгоритму пошуку нових технічних рішень методом морфологічного аналізу.	4	1
9.	Вивчення конструкції 3D-принтера.	2	1
10.	Створення в CAD-системі 3D-моделі деталі для друку.	2	1
11.	Налаштування 3D-моделі та створення керуючої програми для 3D-друку в програмі слайсері.	2	1
12.	Виготовлення деталі на FDM принтері.	2	1
Разом		30	12

Самостійна робота Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1.	Підготовка до лекцій	24	36
2.	Підготовка до практичних робіт	18	24
3.	Підготовка, оформлення та захист практичних робіт	54	60
4.	Підготовка до контрольних робіт	21	30
5.	Підготовка до заліку	18	24
Разом		135	174

Індивідуальне науково-дослідне завдання

Індивідуальне науково-дослідне завдання не передбачене навчальним планом.

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання: робота з літературою; пояснення; демонстрування; лекція; бесіда; ілюстрування; лабораторна робота; інструктаж; фронтальне опитування.

Засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування:

- залік;
- контрольні роботи;
- захист практичних робіт.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення аспіранта оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного заліку. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках аспірант може набрати **60 балів**. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (виконання та захист практичних робіт, виконання трьох контрольних робіт за матеріалами 1–3-го змістових модулів для аспірантів денної та заочної форм навчання).

Для аспірантів денної та заочної форми навчання поточний контроль включає оцінювання виконання та захист практичних робіт, виконання контрольних робіт за матеріалами 1–3-го змістових модулів. Аспіранти виконують та захищають практичні роботи у встановлені терміни. Максимальна кількість балів за кожну тему практичної роботи становить 3 бали з урахуванням правильності та якості оформлення звіту, коректності рішень та відображення отриманих результатів, а також відповідей на контрольні запитання. Максимальна оцінка аспіранта за практичні роботи 36 балів (12 практичних робіт по 3 бали). Аспіранти денної та заочної форм навчання виконують три контрольні роботи за матеріалами 1–3-го змістових модулів. Максимальна оцінка аспіранта за даний компонент програми 24 бали (3 контрольні роботи по 8 балів). Кожна контрольна робота включає два питання (4 * 4 бали = 8 балів). Тривалість виконання роботи 45 хв.

Аспіранти денної та заочної форм навчання складають заключний залік. Питома вага заліку в загальній системі оцінок – **40 балів**. Залік проводиться в письмовій формі. Заліковий білет включає **4 питання**. Максимальна кількість балів, яку набирає аспірант за відповідь на одне питання – 10 балів.

Право здавати заключний залік дається аспіранту, який з кожного виду поточного модульного контролю набирає не менше 60% від максимальної кількості балів. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту. Якщо сумарна кількість балів з поточного модульного контролю становить менше 60%, аспірант має повторно виконати практичні або контрольні роботи.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форми контролю результатів навчальної діяльності аспірантів та їх оцінювання

Кількість балів	Критерії оцінювання практичних робіт
3	Робота виконана у встановлений термін. Аспірант виконує практичну роботу самостійно в повному обсязі; звіт відповідає встановленим вимогам.
2	Робота виконана у встановлений термін або з незначним запізненням. Аспірант виконує практичну роботу самостійно або з незначною підказкою викладача; звіт містить неточності у розрахунках.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Аспірант виконує практичну роботу після консультацій з викладачем; звіт містить значні неточності у розрахунках та помилки.
0	Аспірант не виконує завдання
	<i>Максимальна оцінка аспіранта за даний компонент програми для денної або заочної форм навчання 36 балів (12 практичних робіт по 3 бали)</i>

Кількість балів	Критерії оцінювання контрольних робіт
8	Контрольна робота виконана у встановлений термін без помилок або з незначною помилкою. Відповіді на питання правильні, повні, логічні, містять аналіз, систематизацію, узагальнення, аргументовані висновки.
6...7	Контрольна робота виконана у встановлений термін з декількома незначними помилками. Відповіді на питання переважно правильні та повні.
4...5	Контрольна робота виконана у встановлений термін зі значною кількістю дрібних помилок. Відповіді на питання переважно правильні.
2...3	Контрольна робота виконана з порушенням встановлених термінів з однією грубою помилкою та значною кількістю дрібних помилок. Відповіді на питання переважно неправильні.
0...1	Контрольна робота виконана з порушенням встановлених термінів зі значною кількістю грубих помилок. Відповіді на питання переважно неправильні.
	<i>Максимальна оцінка аспіранта очної або заочної форм навчання за даний компонент програми 24 бали (3 контрольні роботи по 8 балів).</i>

Кількість балів	Критерії оцінювання заліку
10	Відповідь на питання повна, підтверджена відповідними поясненнями та ілюстративним матеріалом, включає аналіз та аргументовані висновки.
8...9	Відповідь на питання повна, підтверджена відповідними поясненнями та ілюстративним матеріалом, включає аналіз та аргументовані висновки, але містить незначну кількість дрібних помилок.
6...7	Відповідь на питання достатньо повна, частково підтверджена відповідними поясненнями та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість дрібних помилок.
3...5	Відповідь на питання неповна, частково підтверджена відповідними поясненнями та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість грубих та дрібних помилок.
0...2	Відповідь на питання неповна або відсутня, не підтверджена відповідними поясненнями та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість грубих та дрібних помилок.
	<i>Максимальна оцінка аспіранта за даний компонент програми 40 балів (4 питання по 10 балів).</i>

Поточний модульний контроль

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання та захист практичних робіт	12*3 балів = 36	12*3 балів = 36
Контрольна робота	3*8 балів = 24	3*8 балів = 24
Всього	60	60

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денне та заочне відділення	
		Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	T2	Практична робота №1	3
	T3	Практична робота №2	3
	T4	Практична робота №3	3
	T5	Практична робота №4	3
	T6	Практична робота №5	3
ЗМ 2	T7	Практична робота №6	3
	T7	Практична робота №7	3
	T8	Практична робота №8	3
ЗМ 3	T9	Практична робота №9	3
	T10	Практична робота №10	3
	T10	Практична робота №11	3
	T10	Практична робота №12	3
ЗМ 1	T1 – T6	Контрольна робота №1	8
ЗМ 2	T7, T8	Контрольна робота №2	8
ЗМ 3	T9 – T12	Контрольна робота №3	8
Підсумковий контроль		Залік	40
Сума			100

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

У якості наочного матеріалу під час лекційних та практичних робіт використовуються мультимедійні презентації, схеми, робочі креслення вузлів та деталей, проспекти фірм-виробників, довідники, зразки деталей тощо.

При виконанні практичних робіт використовуються персональні комп'ютери з встановленим відповідним програмним забезпеченням (DartPad, Visual Studio Code, САПР SolidWorks, Ultimaker Cura) та FDM 3D-принтер.

Для поглиблення вивчення дисципліни рекомендується систематичне опрацювання вітчизняних та закордонних фахових журналів (паперових та електронних). Для ознайомлення з новітніми методиками та технологіями рекомендується відвідування машинобудівних підприємств.

З метою роз'яснення найбільш складних питань дисципліни та підвищення якості виконання практичних робіт проводяться групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри.

10. Рекомендовані джерела інформації Основна література

1. Черноусенко О.Ю., Чепелюк О.О., Риндюк Д.В. Основи наукових досліджень та інженерної творчості // Навчальний посібник. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. – 270 с.
2. Кравець С.В., Нечидюк А.А., Романовський О.Л. Теорія технічних систем. Навчальний посібник. – Рівне : НУВГП, 2015. – 139 с.
3. Грабченко А.І., Федорович В.О., Гаращенко Я.М. Методи наукових досліджень: Навч. посібник. – Х.: НТУ "ХПІ", 2009. – 142 с.

4. Строїтелев І.О., Лебедєв В.В., Червоний І.Ф. Основи науково-технічної творчості. Навчальний посібник // Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2008. – 131 с.
5. Кросплатформна розробка мобільних застосунків. : навч. посіб. / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: О. Л. Недашківський, І. І. Гусєва. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 221 с.
6. Пупань Л. І. Постпроцеси адитивних технологій: навч. посібник / Л. І. Пупань. – Харків: НТУ «ХПІ», 2023. – 91 с.
7. Манжілевський О. Д. Сучасні адитивні технології 3D друку. Особливості практичного застосування : навчальний посібник / О. Д. Манжілевський, Р. Д. Іскович-Лотоцький. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 105 с.

Допоміжна література

1. Кузнецов Ю. М. Теорія технічних систем в аспектах досліджень та технічної творчості : підручник / Ю. М. Кузнецов, Б. І. Придальний. – Луцьк : Вежа-Друк, 2023. – 284 с.
2. Тарара А.М. Проектування і конструювання об'єктів техніки : навчальний посібник / Тарара А.М.– К. : КОНВІ ПРИНТ, 2019. — 144 с.
3. Dart Apprentice (First Edition) : Beginning Programming with Dart by Matt Galloway, Jonathan Sande and raywenderlich Tutorial Team. 2021. – 296.
4. Data Structures & Algorithms in Dart By Jonathan Sande. Razeware LLC. 2022. – 425.
5. Advances in 3D Printing & Additive Manufacturing Technologies Springer Science+Business Media Singapore 2017. 195.
6. Gibson I. Additive Manufacturing Technologies 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing / I. Gibson, D. Rosen, B. Stucker., 2015. – 498 с. – (Second Edition).

11. Інформаційні ресурси в інтернет

- <https://dart.dev/guides>
- Кафедра «Інженерна механіка та технології машинобудування» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://imtm-nuk.com.ua>.
- Наукова бібліотека Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://lib.nuos.edu.ua>.
- Каталог бібліотек України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://izdn.ntu.edu.ua/_ua/lib/library_ua.html.

Теми лекцій

[illegible][illegible]

Протокол № _____ від « _____ » _____ 20__ р.

Завідувач кафедри Михайло ТКАЧ

Гарант освітньо-наукової програми «Прикладна механіка» Ткач Михайло Романович,
доктор технічних наук, професор

Гарант освітньої програми _____ Михайло ТКАЧ