МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Машинобудівний навчально-науковий інститут
(повна назва підрозділу)

Кафедра інженерної механіки та технології машинобудування
(повна назва кафедри)

Код РНПД:

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної роботи

Слободян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Program of the Discipline

ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ШВИДКОГО СТВОРЕННЯ ВИРОБІВ СКЛАДНОЇ ФОРМИ

INTEGRATED TECHNOLOGIES OF RAPID CREATION OF PRODUCTS COMPLEX FORM

рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
тип дисципліни	вибіркова
мова(и) викладання	українська

Миколаїв 2024

Робоча програма навчальної дисципліни **«ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ШВИДКОГО СТВОРЕННЯ ВИРОБІВ СКЛАДНОЇ ФОРМИ»** як вибіркового курсу є однією із можливих складових комплексної підготовки фахівців усіх спеціальностей та освітніх програм технічного спрямування, за якими ведеться підготовка в Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова

"18" 09 2024 року. 16 с.

Розробник: Ткач Михайло Романович, д-р. наук, професор кафедри інженерної механіки та технології машинобудування.

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни **«ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ШВИДКОГО СТВОРЕННЯ ВИРОБІВ СКЛАДНОЇ ФОРМИ»** розглянуто на засіданні кафедри інженерної механіки та технології машинобудування
Протокол №2 від «18» 09 2024 р.

Завідувач кафедри _____ Ткач М.Р.

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни **«ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ШВИДКОГО СТВОРЕННЯ ВИРОБІВ СКЛАДНОЇ ФОРМИ»** розглянуто Навчально-методичною радою Машинобудівного навчально-наукового інституту
Протокол №2 від «25» 09 2024 р.

Голова _____ Сербін С.І.

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни **«ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ШВИДКОГО СТВОРЕННЯ ВИРОБІВ СКЛАДНОЇ ФОРМИ»** погоджено з навчальним відділом

Начальник навчального відділу _____ Лабарткава А.В.

Робоча програма навчальної дисципліни **«ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ШВИДКОГО СТВОРЕННЯ ВИРОБІВ СКЛАДНОЇ ФОРМИ»** затверджена Навчально-методичною радою НУК
Протокол №8 від «23» 10 2024 р.

Голова НМР ~~НУК~~ _____ Слободян С.О.

© Ткач М.Р.. 2024 рік
© НУК 2024 рік

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……..... 11
7. Форми поточного та підсумкового контролю 11
8. Критерії оцінювання результатів навчання 13
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна 15
10. Рекомендовані джерела інформації 15
Додаток ……. 17

ВСТУП

Анотація

Дисципліна «ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ШВИДКОГО СТВОРЕННЯ ВИРОБІВ СКЛАДНОЇ ФОРМИ» є вибірковою дисципліною підготовки бакалаврів усіх спеціальностей та освітніх програм технічного спрямування, за якими ведеться підготовка в НУК імені адмірала Макарова.

Дисципліна дозволяє оволодіти комплексом знань, методів та практичних навичок, які необхідні для роботи в області адитивних технологій та описує процеси та процедури виробництва обмеженої кількості виробів складної форми: створення параметричних та фасетних тривимірних цифрових моделей, підготовку їх до друку, характеристики та показники основних технологічних процесів об'ємного друку деталей з полімерних та металевих матеріалів, сфери раціонального застосування отриманих деталей.

Дисципліна має надати професійні знання, необхідні для опанування роботи зі обладнанням для тривимірного сканування, покращення якості отриманої інформації, підготовки моделей до друку, налаштування параметрів 3д принтера та отримання готового виробу.

Ключові слова: адитивні технології, 3d моделювання, параметрична модель, фасетна модель, тривимірний друк, філамент

Abstract

The discipline "INTEGRATED TECHNOLOGIES OF RAPID CREATION OF COMPLEX FORM PRODUCTS" is a selective discipline for the training of bachelors of all specialties and educational programs of a technical direction, according to which training is conducted at the Admiral Makarov National Technical University.

The discipline allows you to master a set of knowledge, methods and practical skills that are necessary for work in the field of additive technologies and describes the processes and procedures for the production of a limited number of products of complex shape: the creation of parametric and faceted three-dimensional digital models, their preparation for printing, characteristics and indicators of the main technological processes of three-dimensional printing of parts from polymer and metal materials, the sphere of rational application of the obtained parts.

The discipline should provide professional knowledge necessary for mastering work with equipment for three-dimensional scanning, improving the quality of received information, preparing models for printing, setting parameters of a 3D printer and obtaining a finished product

Keywords: additive technologies, 3d modeling, parametric model, facet model, three-dimensional printing, filament

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><th rowspan="2">Найменування показників</th><th rowspan="2">Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень</th><th colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</th></tr>
<tr><th>Денна форма навчання (ДФН)</th><th>Заочна форма навчання (ЗФН)</th></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 5</td><td rowspan="3">4</td><td colspan="2">Вибіркова</td></tr>
<tr><td>Модулів – 1</td><td colspan="2">Рік підготовки</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 2</td><td>4-й</td><td>4-й</td></tr>
<tr><td>Електронний адрес РПНД на сайті Університету</td><td rowspan="8">Усі спеціальності та освітні програми технічного спрямування, за якими ведеться підготовка в Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Індивідуальне науково-дослідне завдання:</td><td>7-й</td><td>7-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Загальна кількість годин – 150</td><td>30 год.</td><td>10 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні</td></tr>
<tr><td>30 год.</td><td>10 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>--</td><td>--</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 4;
самостійної роботи студента – 6</td><td rowspan="5">Освітній рівень:
перший (бакалаврський)</td><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>90 год.</td><td>130 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальне завдання:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю: залік</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма контролю: письмова</td></tr>
</table>

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Мета вивчення навчальної дисципліни – надання студентам знань о сучасних технологіях швидкого створення виробів складної геометричної форми зокрема, ознайомлення з технологіями створення комп'ютерних моделей тривимірних об'єктів, відповідним програмним забезпеченням, технологіями виготовлення відповідних деталей.

Завдання вивчення дисципліни – ознайомлення із технічними можливостями сучасних технологій швидкого створення виробів складної геометричної форми, огляд основ тривимірного моделювання деталей у програмних середовищах, підготовки комп'ютерних моделей до друку, створення деталей на 3d-принтерах.

Предмет навчальної дисципліни:

1) сучасні технології] швидкого створення виробів для різних галузей промисловості та сфер людського життя;

2) системи моделювання, підготовки та друку 3 d моделей;

3) обладнання та матеріали для виготовлення 3 d деталей;

4) новітні технології створення деталей та виробів.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Дисципліна базується на загальних знаннях з дисциплін: Фізика; Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка; Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів; Деталі машин, та навичках практичного використання CAD систем.

4. Очікувані результати навчання

Програма курсу формує основні навички, які повинен мати користувач методів та засобів сучасних технологій швидкого створення виробів: навички створення та імпортування моделей виробів, підготовки їх до друку, налаштування обладнання для друку, друк виробу.

Дисципліна дисципліни «ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ШВИДКОГО СТВОРЕННЯ ВИРОБІВ СКЛАДНОЇ ФОРМИ» може бути корисною для подальшої підготовки та виконання кваліфікаційної роботи бакалавра.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Створення тривимірних віртуальних моделей виробів

Тема 1. Створення параметричних 3d моделей. Програмне забезпечення.

Програми для створення 3D моделювання: AutoCAD, Solidworks.

Література – [5], с.3-31; [8], [9].

Тема 2. Створення 3d моделей методом тривимірного сканування. Параметри процесу

Принципи тривимірного сканування. Контактний та безконтактний методи сканування. Загальні правила та параметри сканування. Програмне забезпечення створення фасетних моделей.

Література – [4] с.25-65; [10].

Тема 3. Створення 3d моделей методом фотограмметрії. Параметри генерації моделі.

Загальні правила підготовки інформації для отримання тривимірної моделі. Реконструкція моделі за набором фотографій, параметри генерації моделі. Програмне забезпечення.

Література – [2], с.131-151; [11], [12],

Тема 4. Редагування та підготовка до тривимірного друку 3D-моделей

Програми перетворення 3D-моделей у послідовність шарів та підготовки друку: Ultimaker Cura, UPStudio, FlashPrint, Simplify3D. Керуючи програми для 3D друку.

Література – [3], с.37-103; [6], с.205-243, [9].

Змістовий модуль 2. Адитивні технології швидкого створення прототипів виробів

Тема 5. Технології створення виробів з полімерів: FDM, MJM

Створення виробів з термопластичних матеріалів. Методи: пошарового наплавлення – ((Fused Deposition Modeling, FDM), багатоструменеве моделювання (Multi Jet Modeling, MJM). Типи витратних матеріалів – філамент (Filament) та їх характеристики. Характеристики отриманих виробів. Сфера застосування.

Література – [1], с.53-60; [3], с.25-37; [5], с.29-36.

Тема 6. Технології створення виробів з полімерів: CJP, DLP, SLA

Створення виробів з термопластичних матеріалів. Методи: кольоровий струменевий друк (Color Jet Printing, CJP), цифрова обробка світла (Digital Light Processing, DLP). Типи витратних матеріалів та їх характеристики. Характеристики отриманих виробів. Сфера застосування.

Література – [1], с.53-60; [3], с.25-37; [5], с.19-64.

Тема 7. Технології створення металевих виробів: PBF, SLS, DMLS

Селективне лазерне спікання (Selective Laser Sintering, SLS). Селективне лазерне плавлення (Selective Laser Melting, SLM). Пряме лазерне спікання (Direct Metal Laser Sintering, DMLS).

Література – [6], с.65-97, 269-297; [7], с.125-174, 347-364.

Тема 8. Технології створення металевих виробів: SHS, DED. Технології прямого запису (DWT)

Вибіркове теплове спікання (Selective Heat Sintering, SHS). Направлений енергетичний вплив (Direct Energy Deposition, DED). Технології прямого запису – (Direct Write Technologies, DWT).

Література [7], с. 319-364; [5], с.215-275

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек	пр	лаб	с.р		лек	пр	лаб	с.р
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1 (М1)										
Змістовий модуль 1. Створення тривимірних віртуальних моделей виробів										
Тема 1. Створення параметричних 3d моделей. Програмне забезпечення.	16	3	3		10	19	2	2		15
Тема 2. Створення 3d моделей методом тривимірного сканування. Параметри процесу.	18	4	4		10	22	1	1		20
Тема 3. Створення 3d моделей методом фотограмметрії. Параметри генерації моделі.	20	4	4		12	17	1	1		15
Тема 4. Редагування та підготовка до тривимірного друку 3d -моделей	21	4	4		13	17	1	1		15
Разом за змістовим модулем 1	**75**	**15**	**15**	**0**	**45**	**75**	**5**	**5**	**0**	**65**
Змістовий модуль 2. Адитивні технології швидкого створення прототипів виробів										
Тема 5. Технології створення виробів з полімерів: FDM, MJM	18	4	4		10	19	2	2		15
Тема 6. Технології створення виробів з полімерів: CJP, DLP, SLA	18	4	4		10	22	1	1		20
Тема 7. Технології створення металевих виробів: PBF, SLS, DMLS	21	3	3		15	17	1	1		15
Тема 8. Технології створення металевих виробів: SHS, DED. Технології прямого запису (DWT)	18	4	4		10	17	1	1		15
Разом за змістовим модулем 2	**75**	**15**	**15**	**0**	**45**	**75**	**5**	**5**	**0**	**65**
Усього годин за М1	**150**	**30**	**30**	**0**	**90**	**150**	**10**	**10**	**0**	**130**

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Створення параметричних 3d моделей в AutoCAD (Solidworks)	3	2
2	Створення 3d моделей на базі тривимірного сканування	4	1
3	Створення 3d моделей фотограмметрією	4	1
4	Перетворення 3d моделей у послідовність шарів	4	1
5	Створення 3d деталі за технологіями FDM (MJM)	4	2
6	Створення 3d деталі за технологіями CJP (DLP, SLA)	4	1
7	Технології PBF (SLS, DMLS) створення металевих виробів	3	1
8	Технології SHS (DED, DWT) створення металевих виробів	4	1
	Разом	**30**	**10**

Самостійна робота
Завдання для самостійної роботи
Завдання для самостійної роботи при підготовці до лекційних та практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Розвиток адитивних технологій у світі	5	7
2	Раціональне використання адитивних та традиційних технологій	6	8
3	Створення 3d виробів із керамічних матеріалів	6	8
4	Струменева полімеризація для 3d виробів	8	11
5	Формування 3d виробів з листового матеріалу	6	8
6	Створення 3d виробів з біоматеріалів	8	10
7	Будівництво на базі 3d технологій	6	8
	Разом	**45**	**60**

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до лекційних занять	15	30
2	Підготовка до практичних занять	30	30
3	Підготовка до МКР	30	45
4	Підготовка до заліку	15	25
	Разом	**90**	**130**

Індивідуальне завдання

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

Для студентів заочної форми навчання – контрольна робота.

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

Під час викладання курсу використовуються наступні методи навчання: робота з літературою; пояснення; дискусія, демонстрування; лекція, ілюстрування, відеометод, практична робота, проблемний виклад матеріалу.

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання: залік; конспект лекцій; індивідуальне завдання; презентації результатів виконаних завдань; студентські презентації та виступи на наукових заходах.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента 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 студент може набрати 60 балів. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (виконання та захист практичних робіт, виконання модульних контрольних робіт; підготовка конспекту лекцій для студентів заочної форми навчання тощо).

Поточний контроль проводиться на кожному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час роботи на лекційних заняттях та набутих практичних навичок під час виконання завдань практичних робіт.

Студенти заочної форми навчання виконують модульні контрольні роботи та мають підготувати конспект лекцій за темами дисципліни. Максимальна оцінка студента за контрольні роботи 28 балів. Максимальна оцінка студента за конспект лекцій 32 бали (8 тем по 4 бали).

Студенти денної та заочної форми навчання складають заключний залік. Питома вага заліку в загальній системі оцінок – 40 балів. Залік проводиться в письмовій формі. Екзаменаційний білет включає 2 питання і задачу. Максимальна кількість балів, яку набирає студент за відповідь на одне питання – 10 балів, за задачу – 20 балів.

Право здавати заключний залік дається студенту, 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 заліку. Якщо сумарна кількість балів з поточного модульного контролю становить менше 60%, студент повинен набрати цю кількість за рахунок виконання додаткового індивідуального завдання.

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 студентів та їх оцінювання
Поточний модульний контроль

Модуль 1

Поточний контроль										Підсумковий залік	Сума
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2						
Пр1	Пр2	Пр3	Пр4	МКР1	Пр5	Пр6	Пр7	Пр8	МКР2	40	100
4	4	4	4	14	4	4	4	4	14		

Пр1, Пр2, …, Пр9 – теми практичних робіт

МКР – модульна контрольна робота

Критерії оцінювання виконання практичних робіт

Ваговий бал – 4: виконання роботи - 2 бали; оформлення роботи – 0,5 балу; захист роботи – 1,5 бали. Максимальна кількість балів за цикл практичних робіт (8 шт.) дорівнює: 4 бали х 8 = 32 бали.

Модульні контрольні роботи

Максимальна кількість балів за 2 МКР дорівнює 28 бали. Розподіл балів за модулями: МКР1 -- 14 балів; МКР2 -- 14 балів.

Поточний модульний контроль

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Робота на практичних заняттях	32 бали	--
Модульні контрольні роботи	28 балів	28 балів
Конспект лекцій	–	8*4 бали = 32
Всього	**60**	**60**

	Денне відділення	
	Вид роботи	Кількість балів
Поточний контроль	Робота на заняттях, виконання та захист практичних робіт	32
ЗМ 1	Модульна контрольна робота 1	14
ЗМ 2	Модульна контрольна робота 2	14
Підсумковий контроль	Залік	40
Сума		100

	Заочне відділення	
	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	Модульна контрольна робота 1	14
ЗМ 2	Модульна контрольна робота 2	14
Теми 1-8	Конспект лекцій	8х4=32
Підсумковий контроль	Залік	40
Сума		100

Штрафні та заохочувальні бали за:

відсутність на занятті без поважної причини…… -1 бал;
несвоєчасний захист практичної роботи……... - 1 бал;
несвоєчасний захист індивідуального завдання……...……..... -3 бали;

підготовка реферату за темою модуля……...…… +5 балів;
участь в виконанні завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни……...…+ 10 балів;
підготовка наукової статті ……...+ 10 балів;
доповідь на конференції ……...+10 балів.

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Кількість балів	**Критерії оцінювання роботи на практичних заняттях**
1	Студент активно працює та демонструє добру теоретичну підготовку із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) та набуті практичні навички під час виконання завдань практичних робіт.
0	Студент неактивно працює на занятті.
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 8 балів (*8 тем по 1 балу*).

Кількість балів	**Критерії оцінювання конспекту лекцій**
4	Питання лекцій теми розкриті повністю, матеріал лекцій містить відповідні рисунки, таблиці й формули.
3	Питання більшості лекцій теми розкриті повністю, але деякі потребують допрацювання, матеріал лекцій містить відповідні рисунки, таблиці й формули.
2	Питання значної кількості лекцій теми розкриті не повністю і потребують допрацювання, деякі лекції не містять відповідні рисунки, таблиці й формули.
1	Питання більшості лекцій теми не розкриті.
0	Завдання не виконано
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 32 бали (*8 тем по 4 бали*).

Кількість балів	***Критерії оцінювання питань заліку***
10	Відповідь на питання повна, підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, включає аналіз та аргументовані висновки.
8…9	Відповідь на питання повна, підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, включає аналіз та аргументовані висновки, але містить незначну кількість дрібних помилок.
6…7	Відповідь на питання достатньо повна, частково підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість дрібних помилок.
3…5	Відповідь на питання неповна, частково підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість грубих та дрібних помилок.
0…2	Відповідь на питання неповна або відсутня, не підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість грубих та дрібних помилок.
	Критерії оцінювання задачі на заліку
19…20	Розв’язання задачі повне, відповідь підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, включає аналіз та аргументовані ви-

	сновки.
15…18	Розв’язання задачі повне, відповідь підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, включає аналіз та аргументовані висновки, але містить незначну кількість дрібних помилок.
11…14	Розв’язання задачі достатньо повне, частково підтверджене відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість дрібних помилок.
6…10	Розв’язання задачі неповне, частково підтверджене відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість грубих та дрібних помилок.
0…5	Розв’язання задачі неповне або відсутнє, не підтверджене відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість грубих та дрібних помилок.
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 40 балів (2 *питання по 10 балів, задача 20 балів*).

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

Як наочний матеріал на лекціях і практичних заняттях використовуються: альбоми, плакати та слайди, тривимірні моделі; макети 3d пристроїв; нормативні документи, довідкові матеріали, конструкторсько-технологічна документація, завдання з дисципліни.

Лекційні та практичні заняття проводяться на кафедрі інженерної механіки та технології машинобудування НУК з застосуванням мультимедійного обладнання. При виконанні практичних та самостійних робіт застосовується САПР SolidWorks, Ultimaker Cura тощо, FDM 3D-принтер.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Адитивні технології полімерних матеріалів (Огляд). / О.П. Масючок, М.В. Юрженко, Р.В. Колісник, М.Г. Кораб /Автоматичне зварювання, № 5, 2020, с. 53-60.
2. Дорожинський О.Л. Аналітична та цифрова фотограметрія. Львів «видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2002. 164с.
3. Сучасні адитивні технології 3D друку. Особливості практичного застосування : навчальний посібник / О. Д. Манжілевський, Р. Д. Іскович-Лотоцький. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 105 с. Режим доступу: http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/IRVC/2021/Manzhilev_2021_105.pdf.
4. 3D Scanning for Advanced Manufacturing, Design, and Construction/GARY C. CONFALONE, JOHN SMITS, HOMAS KINNARE, 2023 – 226 p
5. Badiru B. A. Additive Manufacturing Handbook: Product Development for the Defense Industry / B. A. Badiru, V. V. Valencia, D. Liu., 2017. – 948 c. – (1st Edition).
6. Bandyopadhyay A. Additive Manufacturing / A. Bandyopadhyay, A. Amit., 2019. – 484 c. – (2nd Edition).
7. Gibson I. Additive Manufacturing Technologies 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing / I. Gibson, D. Rosen, B. Stucker, M. Khorasani , 2021. – 675 c. – (Third Edition).
8. Autodesk education resources [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.autodesk.com/education/home

9. MySolidWorks [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://my.solidworks.com/training/path/81/additive-manufacturing.
10. 3D scanning [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/3D_scanning.

Допоміжна література

11. 3D Content Central - бібліотека файлів деталей, збірок, креслень, блоків та макросів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.3DContentCentral.com.
12. Поліщук, В.А. Твердотільне параметричне моделювання засобів технологічного оснащення: Навчальний посібник до виконання лабораторних і самостійних робіт [Текст] /В.А. Поліщук. – Миколаїв: НУК, 2008. – 168 с.
13. Online навчальний посібник для роботи в програмі 3DF Zephyr. Режим доступу до ресурсу: http://www.3dflow.net/it/technology/documents /3df-zephyr-tutorials/
14. Online навчальний посібник для роботи в програмі Meshmixer. Режим доступу до ресурсу: https://help.autodesk.com/view/MSHMXR/2019/ENU/
15. https://old.newfolk.com.ua/ua/novyny
16. https://3dprint.infomir.eu/uk/aditivne-virobnicztvo.
17. http://poradu.pp.ua/tehnka-tehnologyi/35539

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова: http://nuos.edu.ua
2. 3D сканер: 3D-сканування об’єктів та тривимірне моделювання [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: https://koloro.ua/ua/3d-skaner-3d-skanirovanie-obektov-i-trehmernoe-modelirovanie.html
3. https://pro3d.com.ua/a359154-scho-take-skanuvannya.html
4. Society of Naval Architects and Marine Engineers (SNAME): http://www.sname.org/
5. Світовий морський університет: http://www.wmu.se
6. Institute of Marine Engineers (UK): www.imare.org.uk
7. Centre for Marine Vessel Design and Research: http://www.tuns/ca:80/cmvdr
8. https://www.sciencedirect.com/browse/journals-and-books?contentType=JL&searchPhrase=engineering

ДОДАТОК

Результати перегляду робочої програми навчальної дисципліни
«ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ШВИДКОГО СТВОРЕННЯ ВИРОБІВ СКЛАДНОЇ ФОРМИ»

Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
	Разом		

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
	Разом		

Зміни до робочої програми навчальної дисципліни «ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ШВИДКОГО СТВОРЕННЯ ВИРОБІВ СКЛАДНОЇ ФОРМИ» розглянуто на засіданні кафедри інженерної механіки та технології машинобудування.

Протокол №___ від «___»_____20 р.

Завідувач кафедри _____ М.Р. Ткач

Зміни до робочої програми навчальної дисципліни «ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ШВИДКОГО СТВОРЕННЯ ВИРОБІВ СКЛАДНОЇ ФОРМИ» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «Технології машинобудування» Новошицький Антон Володимирович, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри інженерної механіки та технології машинобудування.

Гарант освітньої програми _____ А.В. Новошицький