Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра технологій та автоматизації машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з науково-педагогічної роботи та організації освітнього процесу
_____ Олександр ПЕТРОВ
"19" 12 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Комп`ютеризовані системи інженерного аналізу

рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
галузь знань	13 Механічна інженерія
спеціальність	131 Прикладна механіка
освітні програми	Комп'ютеризовані технології та механотронні системи в машинобудуванні

СУЯ ВНТУ-08-64-РП.049.02:24

2024 рік

Робоча програма навчальної дисципліни
«Комп`ютеризовані системи інженерного аналізу»
рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)
галузь знань – 13 Механічна інженерія
спеціальність – 131 Прикладна механіка
освітні програми Комп'ютеризовані технології та механотронні системи вмашинобудуванні
2024. — 15 с.

	Посада **Протокол засідання**	**ПІБ**	**Підпис**
Розроблено	Доцент кафедри ТАМ	к.т.н., Олег ПІОНТКЕВИЧ	
Схвалено	**Гарант освітньої програми**	д.т.н., професор Леонід КОЗЛОВ	
	Зав. кафедри ТАМ засідання кафедри ТАМ (протокол №10 від 9.12.2024 р.)	д.т.н., професор Леонід КОЗЛОВ	
	Голова Вченої Ради ФМТ Методична комісія ФМТ (протокол №4 від 16.12.2024 р.)	к.т.н., доцент Сергій СУХОРУКОВ	
Затверджено	Голова Ради з якості освіти Рада з якості освіти ВНТУ (протокол №5 від 19.12.2024 р.)	к.т.н., доцент Олександр ПЕТРОВ	

© Олег ПІОНТКЕВИЧ, 2024
© ВНТУ, 2024

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність, освітні програми, рівень вищої освіти</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів ЄКТС – 5</td><td>Галузь знань
13 Механічна інженерія</td><td colspan="2">Обов’язкова (професійна)</td></tr>
<tr><td>Модулів – 2</td><td rowspan="5">Спеціальність:
131 Прикладна механіка

Освітня програма:
Комп'ютеризовані технології та механотронні системи в машинобудуванні</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 2</td><td>2</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Індивідуальне завдання — не передбачено</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин - 150</td><td>4-й</td><td>4-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 3,7
самостійної роботи студента – 5,12</td><td rowspan="8">Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</td><td>36 год.</td><td>5 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>Не передбачені</td><td>Не передбачені</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>27 год.</td><td>10 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>87 год.</td><td>135 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю: іспит</td></tr>
</table>

Примітка.
Мова навчання – українська.

2. Передумови для вивчення дисципліни

Програма вивчення навчальної дисципліни «Комп`ютеризовані системи інженерного аналізу» складена відповідно до освітньо-професійної «Комп'ютеризовані технології та механотронні системи в машинобудуванні» за спеціальністю 131 Прикладна механіка на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти та базується на знаннях та уміннях, отриманих студентами під час вивчення дисципліни «Комп`ютеризовані системи проєктування» покликана забезпечити розуміння студентами сучасних підходів до інженерного аналізу виробів машинобудівного виробництва, особливостей конструкційних матеріалів, набуття навичок користування програмними продуктами CAD/CAE систем. Ця дисципліна безпосередньо пов'язана і є основою для таких базових дисциплін, як «Системи автоматизованого програмування верстатів з ЧПК», «Автоматизовані системи технологічної підготовки виробництва», «Технологія машинобудування» та «Проектування автоматизованих механізмів та машин».

3. Мета навчальної дисципліни

Мета викладання навчальної дисципліни полягає в тому, щоб розширити світогляд студентів та прищепити їм навички користування програмними продуктами CAD/CAE систем, які необхідні під час інженерного аналізу та проєктування деталей для оцінки механічних характеристик різних матеріалі в машинобудуванні.

Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач в результаті вивчення дисципліни

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в прикладній механіці або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів механічної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК3. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК6. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

ЗК7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК13. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ФК1. Здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки.

ФК2. Здатність робити оцінки параметрів працездатності матеріалів, конструкцій і машин в експлуатаційних умовах та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності конструкцій і процесів, в тому числі і за наявності деякої невизначеності.

ФК5. Здатність використовувати аналітичні та чисельні математичні методи для вирішення задач прикладної механіки, зокрема здійснювати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість в процесі статичного та динамічного навантаження з метою оцінки надійності деталей і конструкцій машин.

ФК7. Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування (CAD), виробництва (CAM), інженерних досліджень (CAE) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з прикладної механіки.

ФК8. Здатність до просторового мислення і відтворення просторових об’єктів, конструкцій та механізмів у вигляді проекційних креслень та тривимірних геометричних моделей.
ФК10. Здатність описувати та класифікувати широке коло технічних об’єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні основних механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук.

Програмні результати навчання
РН3) Виконувати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість деталей машин.
РН4) Оцінювати надійність деталей і конструкцій машин в процесі статичного та динамічного навантаження.
РН5) Виконувати геометричне моделювання деталей, механізмів і конструкцій у вигляді просторових моделей і проекційних зображень та оформлювати результат у виді технічних і робочих креслень.
РН12) Навички практичного використання комп’ютеризованих систем проектування (CAD), виробництва (CAM), інженерних досліджень (CAE).

4. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Інженерні рішення та сучасні програми для інженерного аналізу.

Тема 1. Загальні відомості про дисципліну «Комп`ютеризовані системи інженерного аналізу» та CAE системи. Вступ. Предмет вивчення та задачі курсу. Література. Лабораторна база. Види робіт та їх оцінювання за модуль. Основні дати та події розвитку інженерного аналізу. Поняття про CAE системи.

Тема 2. Сучасні програми для інженерного аналізу. Класи машинобудівних САПР. Загальна характеристика, функціональні можливості та модулі сучасних програм для інженерного аналізу. CAD/CAE-система SOLIDWORKS. Моделювання деталей з різних матеріалів.

Тема 3. Мета та класифікація інженерних рішень. Обґрунтування інженерних цілей дослідження. Основні критерії та мета структурного аналізу. Етапи прийняття інженерних рішень. Основи техніко-економічного аналізу.

Тема 4. Особливості підготовки та прийняття інженерних рішень. Процес прийняття рішень. Об’єкти промислової власності: винахід, промисловий зразок, корисна модель. Інноваційні зміни та їх типи від впровадження.

Тема 5. Методи інженерного аналізу. Основні поняття та цілі інженерного аналізу. Удосконалення та оптимізація моделей під час інженерного аналізу. Послідовність дослідження проєктування з оптимізацією. Властивості дослідження проєктування з оптимізацією. Основні принципи системного підходу. Обробка та оцінка результатів аналізу.

Змістовий модуль 2. Технічна система та її дослідження під час інженерного аналізу.

Тема 6. Системи та властивості інженерного аналізу. Визначення системи. Основні властивості системи та їх ознаки. Класи та підкласи системи. Класифікації систем за різними ознаками. Поняття проблема для системи. Поняття про термін “технічна система”. Моделі технічних систем.

Тема 7. Надійність технічних систем. Основні поняття, терміни й означення. Властивості надійності та методи їх оцінки. Основні шляхи підвищення надійності. Підвищення надійності на стадії проєктування. Ознаки граничного стану. Моделі формування відмов.

Тема 8. Формалізовані процедури та дослідження. Методи наукового дослідження та їх класифікація. Процедури інженерного аналізу. Сучасні методи інженерних досліджень.

Тема 9. Алгоритми проведення інженерного аналізу. Опис системи та її форми. Прогностичний, субстрактний та структурний інженерні аналізи. Метод скінченних елементів при вирішенні задач інженерного аналізу. Типи скінченних елементів при вирішенні задач. Параметри сітки скінченних елементів. Розрахунок на міцність та жорсткість деталей машин. Особливості виконання топологічної оптимізації. Послідовність виконання топологічної оптимізації при проєктуванні полегшених деталей.

Тема 10. Види моделювання під час інженерного аналізу. Цілі моделювання. Ідеальна модель. Поняття адекватності моделі. Моделювання в інженерному аналізі. Засоби створення анімації в інструменті SOLIDWORKS Motion. Дослідження ударних взаємодій та налаштування контакту. Основи динамічного аналізу конструкцій. Аеро-гідродинамічні розрахунки.

5. Теми лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (денна форма)	Кількість годин (заочна форма
	Змістовий модуль 1. Інженерні рішення та сучасні програми для інженерного аналізу		
1	Загальні відомості про дисципліну «Комп`ютеризовані системи інженерного аналізу» та CAE системи.	1	0.25
2	Сучасні програми для інженерного аналізу.	5	0.75
3	Мета та класифікація інженерних рішень.	4	0.5
4	Особливості підготовки та прийняття інженерних рішень.	4	0.5
5	Методи інженерного аналізу.	4	0.5
	Змістовий модуль 2. Технічна система та її дослідження під час інженерного аналізу		
6	Системи та властивості інженерного аналізу.	4	0.5
7	Надійність технічних систем.	4	0.5
8	Формалізовані процедури та дослідження.	4	0.5
9	Алгоритми проведення інженерного аналізу.	3	0.5
10	Види моделювання під час інженерного аналізу.	3	0.5
	Всього годин	36	5

6. Теми семінарських занять – не передбачені

7. Теми практичних занять – не передбачені

8. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (денна форма)	Кількість годин (заочна форма
1	Основні принципи, поняття та критерії інженерного аналізу	3	1
2	Ознайомлення з інтерфейсом CAD/CAE систем програми SOLIDWORKS Simulation	3	1
3	Аналіз геометричних характеристик складних перерізів	3	1
4	Статичний аналіз деталей редукторів в SOLIDWORKS Simulation	4	2
5	Інженерний аналіз зварних конструкцій в SOLIDWORKS Simulation	4	2
6	Частотний аналіз деталей машин в SOLIDWORKS Simulation	4	1
7	Термічний аналіз радіаторів в SOLIDWORKS Simulation	3	1
8	Інженерний аналіз виробів під час падіння	3	1
	Всього годин	27	10

9. Самостійна робота

В якості самостійної роботи для здобувачів денної та заочної форм навчання запропоновано самостійне опрацювання тем теоретичного матеріалу за заданою проблематикою (1.1-1.6). Оцінювання виконання самостійної роботи для здобувачів здійснюється шляхом включення запитань до підсумкового та семестрового контролю.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (денна форма)	Кількість годин (заочна форма
1	Самостійне опрацювання тем теоретичного матеріалу:		
1.1	*Послідовність дослідження проєктування з оптимізацією. Властивості дослідження проєктування з оптимізацією.* [1, 3, 7]	5	5
1.2	*Особливості виконання топологічної оптимізації. Послідовність виконання топологічної оптимізації при проєктуванні полегшених деталей.* [3, 5, 7]	5	5
1.3	*Поняття про термін "технічна система". Моделі технічних систем.* [1, 7]	4	4

1.4	*Ознаки граничного стану. Моделі формування відмов.* [6]	4	4
1.5	*Засоби створення анімації в інструменті SOLIDWORKS Motion. Дослідження ударних взаємодій та налаштування контакту.* [4, 10, 20]	6	6
1.6	*Аеро-гідродинамічні розрахунки.* [7, 10, 19]	4	4
2	Опрацювання лекційного матеріалу (36 годин)	18	49
3	Підготовка до виконання лабораторних робіт (8 робіт)	16	33
4	Підготовка до модульного контролю (2 колоквіуми)	10	10
5	Підготовка до складання іспиту	15	15
	Всього годин	87	135

10. Індивідуальні завдання – не передбачені

11. Методи навчання

При вивченні дисципліни використовуються:

1. Дидактичні методи – лекції з використанням мультимедійних презентацій.
2. Практичні методи: лабораторні роботи з використанням сучасної CAD/CAE системи SOLIDWORKS на базі модулів Simulation.
3. Метод самостійного навчання.
4. Активні методи: експрес опитування, тестування.
5. Словесні методи навчання: лекції, консультації.

В якості технічних засобів навчання використовуються персональні комп'ютери в ауд. 1209 та 1211.

12. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час проведення лабораторних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості здобувача до виконання конкретної роботи. Форми проведення поточного контролю під час навчальних занять визначаються кафедрою.

Підсумковий контроль включає в себе здавання колоквіумів за модуль.

Під час семестрового контролю враховуються результати здачі усіх видів навчальної роботи згідно із структурою залікових кредитів.

Семестровий контроль знань здійснюється в кінці семестру шляхом підрахування загальної кількості балів, отриманих під час навчання та складання іспиту у кінці семестру.

13. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти

Оцінювання знань, умінь та навичок здобувачів вищої освіти з окремих видів роботи та в цілому по модулях (в балах)

Вид роботи	Модуль	Модуль	Разом
	1	2	
1. Лабораторні роботи (1 лаб. – 6 бали)	24	24	48
2. Колоквіум	13.5	13.5	27
Усього за модуль	37.5	37.5	75
Іспит			25
Всього			100

Вирішені інженерні задачі та конструкторські розробки з проведеними інженерними дослідженнями в сучасних CAD/CAE системах, які опубліковані у вигляді творчих робіт науково-дослідного характеру (участь у конференціях, підготовка наукових статей тощо) можуть бути враховані в результати навчання із додатковими балами.

Шкала оцінювання в балах та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС
90 – 100	**A**
82-89	**B**
75-81	**C**
64-74	**D**
60-63	**E**
35-59	**FX** з можливістю повторного складання
0-34	**F** з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

14. Критерії оцінювання знань, умінь та навичок здобувачів вищої освіти

Рівень компетентності	За бальною шкалою	За шкалою ЄКТС	Критерії оцінювання
IV Високий (творчий)	90 – 100	A	Програмні результати досягнуті повністю. Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин; виявлено глибокі знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності, сформовано необхідні практичні навички вирішувати професійні завдання з інженерного аналізу тривимірних моделей в машинобудуванні; усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до максимального.
III Достатній (конструктивний)	82-89	B	Програмні результати досягнуті повністю. Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин; сформовано уміння викладати основні ідеї щодо інженерного аналізу тривимірних моделей деталей машин. Необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість виконання більшості з них оцінено числом балів, близьким до максимального.
	75-81	C	Програмні результати досягнуті повністю. Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин. Вміння викладати базові ідеї щодо інженерного аналізу тривимірних моделей в машинобудуванні, а також практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані недостатньо; усі передбачені програмою навчання завдання виконані, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками.
II Середній (репродуктивний)	64-74	D	Програмні результати досягнуті. Теоретичний зміст курсу освоєний частково, але прогалини не носять істотного характеру, виявлено знання та розуміння основних положень інженерного аналізу тривимірних моделей в машинобудуванні; необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань містять помилки.
	60-63	E	Програмні результати досягнуті. Теоретичний зміст курсу освоєний частково, деякі практичні навички роботи не сформовані, частина передбачених програмою навчання завдань не виконано або якість виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального.
I Низький	35-59	FX	Програмні результати не досягнуті. Теоретичний зміст курсу освоєний частково, необхідні практичні навички роботи не сформовані, більшість передбачених програм навчання навчальних завдань не виконано, або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального; при додатковій самостійній роботі над матеріалом курсу можливе підвищення якості виконання навчальних завдань (з можливістю повторного складання)
	0-34	F	Програмні результати не досягнуті. Теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, усі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до якого-небудь значущого підвищення якості виконання навчальних завдань (з обов'язковим повторним курсом)

Критерії оцінювання знань, умінь та навичок здобувачів за видами робіт

Рівень компетентності	За шкалою ЄКТС	Критерії оцінювання	
		Лабораторна робота **(6 балів)**	**Колоквіум** **(13.5 балів)**
IV Високий(творчий)	A	**6 балів:** виставляється при правильному та безпомилковому виконанні поставлених завдань з поясненням і коментуванням отриманих результатів	**12,5-13.5 балів:** 90-100% правильних відповідей
III Достатній (конструктивний)	B	**5 балів:** при правильному та безпомилковому виконанні поставлених завдань, але без пояснень до розрахунків, без посилань на певні формули чи методики, при відсутності або помилкових коментарях до отриманих результатів	**11-12 балів:** 82-89% правильних відповідей
	C	**4,5 балів:** при правильному розв'язанні завдання, з деякими незначними помилками, без пояснень до розрахунків, без посилань на певні формули чи методики, при відсутності або помилкових коментарях до отриманих результатів	**10-10,5 балів:** 75-81% правильних відповідей
II Середній (репродуктивний)	D	**4 балів:** виставляється, якщо при виконанні завдання допущені помилки, які свідчать про недостатнє знання теорії та практики виконання	**9-9.5 балів:** 64-74% правильних відповідей
	E	**3,5 балів:** виставляється, якщо при виконанні завдання допущені помилки, які свідчать про недостатнє знання теорії, пояснення відсутні або фрагментарні.	**8-8,5 балів:** 60-63% правильних відповідей
I Низький	FX, F	**0-3 балів:** виставляється у випадку, якщо завдання не виконане взагалі або виконана з великою кількістю помилок	**0-7.5 балів:** виставляється у випадку, якщо завдання не виконане взагалі або отримано 0-59% правильних відповідей

15. Академічні права та обов'язки учасників освітнього процесу

Здобувачі вищої освіти, які навчаються у ВНТУ, мають дотримуватися норм забезпечення честі, гідності, взаємної поваги і довіри, рівноправності та толерантності усіх учасників освітнього процесу шляхом дотримання принципів академічної доброчесності, викладених у **«Положенні про академічну доброчесність у ВНТУ»**.

З метою запобігання та виявлення плагіату у навчальних роботах, розвитку навичок коректної роботи із джерелами інформації та впровадження практики належного цитування, дотримання вимог наукової етики та поваги до інтелектуальних надбань та активізація самостійності й індивідуальності при створенні авторського твору і відповідальності за порушення загальноприйнятих правил цитування слід дотримуватись норм **«Положення про запобігання академічному плагіату та порядок його виявлення у навчальних, наукових, кваліфікаційних та науково-методичних роботах у ВНТУ»**.

З метою визнання результатів навчання здобутих під час неформальної та/або інформальної освіти, тобто такої, що здобувалася за освітніми програмами та не передбачала присудження визнаних державою освітніх кваліфікацій за рівнями освіти, але могла завершуватися присвоєнням професійних та/або присудженням часткових освітніх кваліфікацій при навчанні на території України чи за її межами, а також освіти, яка здійснювалася у порядку самоосвіти, здобувачі вищої освіти можуть скористатися відповідними процедурами, наведеними у **«Положення про порядок визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти у ВНТУ»**.

Здобувачі вищої освіти мають право оскаржити результати проміжних та підсумкових контрольних заходів, але на лише на підставі аргументованих пояснень, відповідно до **«Порядку організації та проведення заліків, диференційованих заліків, екзаменів у ВНТУ»**, а також безпосередньо звернувшись до освітнього омбудсмена, згідно **«Положення про освітнього омбудсмена з прав студентів ВНТУ»**.

З метою вирішення конфліктних ситуацій, що можуть виникнути у здобувачів вищої освіти із іншими учасниками освітнього процесу та/або недопущення виникнення конфліктних ситуацій слід бути обізнаним у нормах **«Кодексу етику ВНТУ»**. Здобувачі вищої освіти ВНТУ мають керуватися принципом «нульової толерантності» до будь-яких проявів корупції і повинні вживати всіх передбачених законодавством заходів щодо запобігання, виявлення та протидії корупції і пов'язаним з нею діям (практикам), відповідно до **«Антикорупційної програми ВНТУ»**.

Наведені документи оприлюднені на сайті ВНТУ: https://vntu.edu.ua/uk/public-info/zag.html.

16. Рекомендована література

Основна

1. Комп'ютеризовані системи інженерного аналізу / уклад. : В.С.Гузенко. – Краматорськ : ДДМА, 2018. 48 с.

2. Комп'ютерна графіка Solidworks [Текст] : навч. посіб. / М. М. Козяр, Ю. В. Фещук, О. В. Парфенюк. - Херсон : Олді-Плюс, 2018. 251 с.

3. Solidworks у завданнях 3D моделювання та інжинірингу технічних систем. Навч. посібник / В.Я. Ворощук, Т.М. Вітенько. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 164 с

4. Introduction to Finite Element Analysis Using SolidWorks Simulation 2021 / Randy H. Shih. – USA : SDC Publications, 2021. 551 p.

5. Analysis of Machine Elements Using SolidWorks Simulation 2021 / Shahin S. Nudehi, John R. Steffen. – USA : SDC Publications, 2021. 559 p.

6. Клименко Г.П., Васильченко Я.В., Шаповалов М.В. Якість і надійність технологічних систем: Навчальний посібник.- Краматорськ: ДДМА, 2018. 199с.

7. Павленко, П. М. Основи математичного моделювання систем і процесів: навч. посіб. / К.: Книжкове вид-во НАУ, 2010. 201 с.

8. Комп'ютерне проектування промислових виробів: конспект лекцій / Ю. В. Холодняк; ТДАТУ. – Мелітополь: Люкс, 2021. 140 с.

9. SolidWorks 2022 Step-By-Step Guide: Part, Assembly, Drawings, Sheet Metal, & Surfacing, 5th Edition / Amit Bhatt, Mark Wiley. India : CADFolks, 2022. 438 p.

10. Параметричне моделювання технологічних процесів. Розділ 2. Моделювання фізичних процесів в CAD/CAE системі SolidWorks: нав. посібник, Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 125 с.

Допоміжна

11. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунку деталей машин: Підруч. – 2-ге вид.перероб. – Львів: Афіша. 2003. – 560 с.

12. Гаков С.О. Проектування різальних інструментів в SolidWorks. Навчальний посібник, С.О. Гаков, О.Ю. Андронов, Краматорск: ДГМА, 2012. 84 с.

13. 3D-інженерія: SolidWorks [Електронний ресурс] : конспект лекцій : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Комп'ютерно-інтегровані технології проектування обладнання хімічної інженерії» спец. 133 Галузеве машинобудування / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: О. А. Новохат. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. 250 с.

14. Інженерний аналіз конструкцій полиць холодильного обладнання для зменшення їх собівартості [Текст] / В. О. Ницимайло, О. В. Піонткевич // Матеріали III Міжнародної науково-технічної конференції "Перспективи розвитку машинобудування та транспорту-2023", 01-03 червень 2023 : Збірник тез доповідей. Вінниця: ВНТУ. 2023. С. 2. Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/prmt/pmrt2023/paper/view/18268.

15. Удосконалення конструкції секції гідророзподільника на основі інженерного аналізу [Електронний ресур] / В. О. Трегубов, В. О. Ницимайло, В. Р. Орленко // Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції: «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи»(МН-2024), Збірник тез доповідей. Вінниця: ВНТУ. 2023. С. 3. Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2024/paper/view/19738.

16. Петров О. В., Піонткевич О. В., Буда А. Г., Коломієць В. С. Застосування CAD/CAE-системи Solidworks у задачах аналізу міцності деталей верстатних пристосувань. Вісник машинобудування та транспорту. Вінниця : ВНТУ, 2024. Вип. 19. № 1. С. 95–102.

17. Піонткевич О. В. Проєкція результатів вивчення CAD/CAE систем на виконання випускних робіт спеціальності «Прикладна механіка». Матеріали XVI Міжнародної науково-методичної конференції «Сучасна освіта – доступність, якість, визнання», 13–14 листопада 2024 р. Краматорськ-Вінниця-Тернопіль, Краматорськ : ДДМА, 2024. С. 242-246.

18. Піонткевич О. В., Лозінський Д. О., Сердюк О. В., Савуляк В. В. Забезпечення результатів вивчення CAD/CAE/CAM систем для підготовки фахівців із спеціальності «Прикладна механіка». Матеріали XVI Міжнародної науково-методичної конференції «Сучасна освіта - доступність, якість, визнання», 13–14 листопада 2024 р. Краматорськ-Вінниця-Тернопіль, Краматорськ : ДДМА, 2024. С. 247-252.

19. Піонткевич О. В., Козлов Л. Г., Березюк О. В., Сердюк О. В. Розрахунок гідродинамічної сили на золотнику врівноважувального клапана на основі імітаційного моделювання течії робочої рідини в його каналах. Вісник Вінницького політехнічного інституту, Вінниця: ВНТУ, 2024. Вип. 5. С. 77–83. https://doi.org/10.31649/1997-9266-2024-176-5-77-83

Інформаційні ресурси

20. SOLIDWORKS Help [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://help.solidworks.com/HelpProducts.aspx (Дата звернення 8.12.2024)

ЛИСТОК РЕЄСТРАЦІЇ ЗМІН

Номер зміни	Номер та дата протоколу засідання кафедри	Номер пункту, що змінюється, та зазначення зміни	Підпис завідувача кафедри