

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету
комп'ютерно-інтегрованих технологій,
мехатроніки і робототехніки

28 серпня 2024 р.,

протокол № 6

Голова Вищої ради



Андрій ТКАЧУК

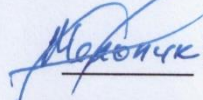
РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр» спеціальності 133
«Галузеве машинобудування» освітньо-професійна програма «Галузеве
машинобудування»


факультет: комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
(назва факультету)

кафедра: механічної інженерії
(назва кафедри)

Схвалено на засіданні кафедри
механічної інженерії
«26» серпня 2024 р.,
протокол № 9
Завідувач кафедри

 Олександр МЕЛЬНИК

Гарант освітньо-професійної програми

 Ярослав СТЕПЧИН

Розробник: к.т.н., зав. каф. механічної інженерії МЕЛЬНИК Олександр
(науковий ступінь, посада, прізвище та власне ім'я)

Житомир

2024 – 2025 н.р.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК6-1-2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 22 / 2</i>

Робоча програма навчальної дисципліни «Комп'ютерне моделювання механічних систем» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» освітньо-професійна програма «Галузеве машинобудування» затверджена Вченою радою факультету комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки від 28 серпня 2024 р., протокол № 6.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 3

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 13 «Механічна інженерія»	Обов'язкова	
Модулів – 1	Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 3		1-й	1-й
Загальна кількість годин – 120 год.	Освітній ступінь: «магістр»	Семестр	
		1	1
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 год.; самостійної роботи студента – 4,5 год.		Лекції	
		16 год.	4 год.
		Практичні, семінарські	
		0 год.	0 год.
		Лабораторні	
		32 год.	8 год.
		Самостійна робота	
		72 год.	108 год.
		Вид контролю: Залік	Вид контролю: Залік

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

для денної форми навчання – 40,0 % аудиторних занять, 60,0 % самостійної та індивідуальної роботи;

для заочної форми навчання – 10,0 % аудиторних занять, 90 % самостійної та індивідуальної роботи.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 4

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни – є набуття знань, формування навичок та умінь здобувачів вищої освіти досліджувати конструкції виробів машинобудування через моделювання процесів в них та навколо них, а також їх станів.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

– засвоєння студентами теоретичних та прикладних засад використання сучасних засобів комп'ютерного моделювання конструкцій виробів машинобудування для оцінки варіантів конструктивного виконання, їх модернізації та удосконалення;

– поглибити розуміння закономірностей виникнення складових напружено-деформованого стану по площинах системи координат при різних варіантах навантаження;

– поглибити знання і вміння робити правильний вибір конструкційних матеріалів базуючись на фізико-механічних властивостях матеріалів та результатах дослідження напружено-деформованого стану;

– розвиток у студентів технічної думки і творчої ініціативи в галузі конструювання.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених стандартом вищої освіти зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» та освітньо-професійною програмою «Галузеве машинобудування»:

ЗК-1. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК-6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК-8. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

СК-1. Здатність створювати, удосконалювати та застосовувати кількісні математичні, наукові та технічні методи та комп'ютерні програмні засоби, застосовувати системний підхід для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування, зокрема, в умовах технічної невизначеності.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 5

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів навчання** за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»:

РН 2. Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку.

РН 4. Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні.

РН 8. Застосовувати системний підхід для вирішення інженерних завдань в умовах обмеження часу та ресурсів.

РН 9. Вирішувати задачі наукових досліджень, проектування, експлуатації та модернізації обладнання галузевого машинобудування застосуванням комп'ютерних технологій, CAD/CAE-систем та інших прикладних програм.

Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі вищої освіти зможуть отримати наступні Soft skills:

– *комунікативні навички*: письмове, вербальне й невербальне спілкування; вести дискусію і відстоювати свою позицію; вміння шукати, аналізувати та використовувати інформацію;

– *уміння виступати привселюдно*: вміння публічно та професійно презентувати результати власних досліджень;

– *гнучкість і адаптивність*: уміння аналізувати ситуацію, орієнтування на вирішення проблеми;

– *особисті якості*: креативне й критичне мислення; етичність, доброчесність, повага до оточуючих.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 6

3. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1.

Змістовий модуль 1. Використання інструментарію SolidWorks Simulation для аналізу жорсткості механічних з'єднань

Тема 1. Деякі фізико-механічні властивості матеріалів та моделі їх механіки в сучасних САПР (ЗК1, ЗК8, РН2).

Властивості матеріалів SolidWorks. Жорсткість конструкцій. Застосування матеріалів у SolidWorks. Криві напруження-деформації (Stress-Strain curves) в базі матеріалів SolidWorks. Моделі механіки матеріалів SolidWorks.

Цифрові рішення від Matereality для управління даними про матеріали, та автоматизації інженерних завдань, що пов'язані із використанням властивостей матеріалів. Технічний блог Knowmads від Matereality. Підходи до методології вибору матеріалів.

Короткі теоретичні відомості про нелінійні статичні дослідження в Solidworks Simulation: межі функціонування лінійної та нелінійної постановки задачі статичного дослідження; фізична нелінійність та моделі механіки матеріалів.

Тема 2. З'єднувачі в SolidWorks Simulation та імітація зусилля затягування нарізі (ЗК6, СК1, РН4).

Ознайомлення з теоретичними відомостями про з'єднувачі в SolidWorks Simulation.

Створення дослідження температурного розширення ортотропної вставки, що імітує зусилля затягування нарізі. Формування ортотропного матеріалу в базі матеріалів із заданням температурних коефіцієнтів лінійного розширення по координатних вісях системи координат. Налаштування та виконання статичного аналізу термопружної вставки із терміним навантаженням.

Налаштування та виконання статичного лінійного аналізу збірки з віртуальним болтовим з'єднанням: створення збірки; створення статичного дослідження; призначення матеріалів і граничних умов; призначення болтових

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 7

з'єднань та запуск дослідження. Оцінка результатів дослідження, зокрема напружено-деформованого стану деталей збірки та визначення сили контакту віртуального з'єднувача із деталлю збірки.

Статичний аналіз збірки з «реальним» (із термопружною вставкою) болтовим з'єднувачем: створення збірки; створення та налаштування статичного дослідження; призначення матеріалів і граничних умов; призначення навантаження та запуск дослідження. Оцінка результатів дослідження, порівняння результатів переміщення та напруження в збірці з віртуальним болтом та «реальним».

Тема 3. Аналіз радіальної жорсткості конусних з'єднань засобами САПР (ЗК8, СК1, РН9).

Ознайомлення з короткими теоретичними відомостями про конусні з'єднання в машинобудуванні, короткий огляд напрацювань викладачів кафедри механічної інженерії в напрямку підвищення жорсткості конічних з'єднань.

Розробка методики імітаційного дослідження зусилля затягування шомполом конічного хвостовика торцевої фрези в Solidworks Simulation. Прийнятий умовний спосіб нормування точності конічного з'єднання.

Налаштування параметрів обчислювального процесу нелінійного статичного дослідження.

Створення збірки, налаштування та створення нелінійного статичного дослідження, призначення матеріалів і граничних умов, призначення навантаження. Деталізація контрактних умов: ієрархічні рівні контрактних умов, типи контактних умов, формування контактних умов в нелінійному статичному дослідженні.

Запуск дослідження та оцінка результатів дослідження, порівняння з подібними експериментальними дослідженням жорсткості конічних з'єднань..

Змістовий модуль 2. Динамічний аналіз в SolidWorks Simulation

Тема 4. Деякі теоретичні відомості щодо динамічного аналізу в середовищі в SolidWorks Simulation (ЗК1, РН2).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 8

Межі функціональності та відмінність статичного і динамічного досліджень. Типи динамічних досліджень в SolidWorks Simulation: частотне (модальне) дослідження, модальний аналіз часової історії, гармонічний аналіз, аналіз випадкового коливання. Динамічні навантаження, їхні типи, рівняння руху: системи з одним степенем свободи; системи з декількома ступенями свободи.

Контактні умови при виконанні динамічного дослідження.

Демпфування. Пост-обробка результатів динамічних досліджень. Кастомізація відображення результатів динамічного аналізу.

Тема 5. Виконання частотного та динамічного аналізу зварної конструкції (ЗК6, СК1, РН9).

Функціональність віртуальних з'єднувачів в частотному дослідженні SolidWorks Simulation. Функціональність контактних умов в модальному дослідженні. особливості побудови скінченно-елементної сітки для виконання модального дослідження.

Коефіцієнт масової участі конструкції в коливаннях на частотах власних коливань по вісях координатної системи.

Явище резонансу в конструкціях.

Створення, налаштування та запуск частотного дослідження, оцінка результатів дослідження. Створення та налаштування лінійного дослідження (гармонічного аналізу) зварної конструкції, оцінка результатів дослідження.

Змістовий модуль 3. Оптимізація конструкцій виробів машинобудування засобами САПР

Тема 6. Параметрична оптимізація в SolidWorks (ЗК1, СК1, РН4).

Теоретичні відомості про оптимізаційні алгоритми SolidWorks Simulation. Оптимізаційне дослідження SolidWorks: цільова функція оптимізаційного дослідження, параметри оптимізаційного дослідження, змінні оптимізаційного дослідження (керуючі розміри та інші параметри моделі), обмеження, властивості дослідження, запуск оптимізаційного дослідження, результати оптимізаційного

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК6-1-2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 22 / 9</i>

дослідження. Визначення параметрів (змінних проектування). Визначення властивостей матеріалів в якості змінних оптимізаційного дослідження.

Перегляд результатів процесу оптимізації. Створення графіків локальної тенденції.

Тема 7. Параметрична оптимізація конструкції інструменту (СК1, РН8, РН9).

Формування нового матеріалу в базі матеріалів. Призначення матеріалу. Створення сітки. Запуск дослідження. Оцінка результатів дослідження. Статичний аналіз. Створення статичного дослідження. Призначення матеріалів і граничних умов. Запуск дослідження. Оцінка результатів дослідження.

Створення оптимізаційного дослідження. Визначення змінних, обмежень і цілей. Перегляд результатів процесу оптимізації. Створення графіків локальної тенденції.

Тема 8. Топологічна оптимізація (СК1, РН4, РН8, РН9)

Загальні теоретичні відомості про топологічну оптимізацію. SIMP метод. Топологічна оптимізація в SolidWorks. Налаштування елементів виробничого контролю в топологічній оптимізації. Робота із топологічно оптимізованою геометрією. Порівняння можливостей параметричної та топологічної оптимізації в SolidWorks. Генеративний дизайн Autodesk: теоретичні відомості, виконання досліджень.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 10

4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Змістові модулі і теми	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	лекції	лабораторні	самостійна робота	усього	лекції	лабораторні	самостійна робота
Модуль 1								
<i>Змістовий модуль 1. Використання інструментарію SolidWorks Simulation для аналізу жорсткості механічних з'єднань</i>								
Тема 1. Деякі фізико-механічні властивості матеріалів та моделі їх механіки в сучасних САПР	16,0	2,0	4,0	10,0	14,0	1,0	1,0	14,0
Тема 2. З'єднувачі в SolidWorks Simulation та імітація зусилля затягування нарізі	14,0	2,0	4,0	8,0	14,0	1,0	1,0	12,0
Тема 3. Аналіз радіальної жорсткості конусних з'єднань	14,0	2,0	4,0	8,0	14,0	0,0	0,0	14,0
Разом за змістовий модуль 1	44,0	6,0	12,0	26,0	42,0	2,0	2,0	38,0
<i>Змістовий модуль 2. Динамічний аналіз в SolidWorks Simulation</i>								
Тема 4. Деякі теоретичні відомості щодо динамічного аналізу в середовищі в SolidWorks Simulation.	16,0	2,0	4,0	10,0	16,0	1,0	1,0	14,0
Тема 5. Виконання частного та динамічного аналізу зварної конструкції	16,0	2,0	4,0	10,0	14,0	0,0	2,0	12,0
Разом за змістовий модуль 2	32,0	4,0	8,0	20,0	30,0	1,0	3,0	26,0
<i>Змістовий модуль 3. Оптимізація конструкцій виробів машинобудування засобами САПР</i>								
Тема 6. Параметрична оптимізація в SolidWorks	14,0	2,0	4,0	8,0	16,0	0,0	1,0	12,0
Тема 7. Параметрична оптимізація конструкції інструменту	14,0	2,0	4,0	6,0	16,0	1,0	1,0	12,0
Тема 8. Топологічна оптимізація	16,0	2,0	4,0	12,0	16,0	0,0	1,0	18,0
Разом за змістовий модуль 3	44,0	6,0	12,0	26,0	48,0	2,0	3,0	42,0
ВСЬОГО	120,0	16,0	32,0	72,0	120,0	4,0	8,0	108,0

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 11

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
МОДУЛЬ 1			
Змістовий модуль 1. Використання інструментарію SolidWorks Simulation для аналізу жорсткості механічних з'єднань			
1.	Деякі фізико-механічні властивості матеріалів та моделі їх механіки в сучасних САПР. Визначення моделі механіки обраних матеріалів. Виконання порівняльних статичних досліджень для різних моделей механіки матеріалу (при інших рівних умовах). Виконання нелінійних статичних досліджень.	4	1
2.	З'єднувачі в SolidWorks Simulation та імітація зусилля затягування нарізі. Виконання статичного дослідження болтового з'єднання. Виконання ітераційної процедури підбору властивостей термопружної вставки для забезпечення імітації необхідного зусилля затягування болтового з'єднувача.	4	1
3.	Аналіз радіальної жорсткості конусних з'єднань. Підготовка збірки, призначення матеріалів, визначення граничних та кінематичних умов, налаштування обчислювального процесу. Аналіз результатів дослідження	4	-
Змістовий модуль 2. Динамічний аналіз в SolidWorks Simulation			
4.	Деякі теоретичні відомості щодо динамічного аналізу в середовищі в SolidWorks Simulation. Виконання дослідження часової історії. Гармонічний аналіз 2-х балок. Аналіз випадкових вібрацій конструкції.	4	1
5.	Виконання частотного та динамічного аналізу зварної конструкції. Визначення частот власних коливань зварної конструкції, досягнення коефіцієнту масової участі конструкції у коливаннях по всіх координатних осях на рівні 90%. Формування динамічного дослідження та оцінка відгуку системи в умовах резонансу.	4	2
Змістовий модуль 3. Оптимізація конструкцій виробів машинобудування засобами САПР			
6.	Параметрична оптимізація в SolidWorks. Параметричне оптимізаційне дослідження із розмірами моделі в якості змінних. Параметричне оптимізаційне дослідження рамної конструкції із властивостями матеріалу в якості змінних.	4	1
7.	Параметрична оптимізація конструкції інструменту. Підготовка моделі до дослідження, створення первинного статичного та частотного досліджень. Налаштування параметричного оптимізаційного дослідження. Запуск дослідження та інженерна оцінка результатів	4	1

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 12

	дослідження.		
8.	Топологічна оптимізація. Топологічна оптимізація диску гальмівної системи. Топологічна оптимізація кронштейну кріплення із повторним статичним дослідженням отриманої геометрії.	4	1
РАЗОМ		32	8

6. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
МОДУЛЬ 1			
Змістовий модуль 1. Використання інструментарію SolidWorks Simulation для аналізу жорсткості механічних з'єднань			
1.	Деякі фізико-механічні властивості матеріалів та моделі їх механіки в сучасних. Приклади сучасних програмних продуктів для вибору матеріалів - Granta EduPack.	10,0	14,0
2.	З'єднувачі в SolidWorks Simulation та імітація зусилля затягування нарізі. Функціональність з'єднувачів SolidWorks Simulation для різних типів досліджень.	8,0	12,0
3.	Аналіз радіальної жорсткості конусних з'єднань. Аналіз робіт присвячених дослідженням з'єднань конічних хвостовиків інструментів з шпинделем. Варіанти покращеного з'єднання торцевих фрез зі шпинделями фрезерних верстатів.	8,0	14,0
Змістовий модуль 2. Динамічний аналіз в SolidWorks Simulation			
4.	Деякі теоретичні відомості щодо динамічного аналізу в середовищі в SolidWorks Simulation. Адаптація моделі із збереженням масово-інерційних характеристик та жорсткості об'єктів, застосування Remote Mass, Distributed Mass, а також Remote Load/Mass.	10,0	14,0
5.	Виконання частного та динамічного аналізу зварної конструкції. Підготовка розрахункової моделі. Дискретизація каркасних зварних конструкцій різними типами скінченних елементів.	10,0	12,0
Змістовий модуль 3. Оптимізація конструкцій виробів машинобудування засобами САПР			
6.	Параметрична оптимізація в SolidWorks. Параметрична оптимізація плоского багатоважільного механізму з одним ступенем рухомості	6,0	14,0
7.	Параметрична оптимізація конструкції дискової фрези. Підготовка моделі до первинного статичного FEA дослідження.	6,0	14,0

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 13

8.	Топологічна оптимізація. Можливості інструментів топологічної оптимізації SolidWorks для проектування каркасних зварних конструкцій. Порівняльна характеристика параметричної та топологічної оптимізацій в SolidWorks. Різниця між Shape Optimization та Generative Design (Autodesk)	14,0	14,0
РАЗОМ		72	108

7. Методи навчання

Під час викладання навчальної дисципліни використовуються наступні методи навчання.

Результат навчання	Методи навчання
РН 2. Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку.	<ul style="list-style-type: none"> – Вербальні методи (лекція, пояснення) – Наочні методи (презентація) – Дослідницький метод – Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, підготовка доповідей, написання тез)
РН 4. Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні.	<ul style="list-style-type: none"> – Вербальні методи (лекція, пояснення) – Наочні методи (презентація) – Практичні методи (розрахунки в САПР) – Дискусійний метод – Проблемний метод – Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, виконання досліджень засобами САПР)
РН 8. Застосовувати системний підхід для вирішення інженерних завдань в умовах обмеження часу та ресурсів.	<ul style="list-style-type: none"> – Вербальні методи (лекція, пояснення) – Наочні методи (презентація) – Практичні методи (розрахунки в САПР) – Дослідницький метод – Проблемний метод – Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, виконання досліджень засобами САПР)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 14

РН 9. Вирішувати задачі наукових досліджень, проектування, експлуатації та модернізації обладнання галузевого машинобудування застосуванням комп'ютерних технологій, САД/САЕ-систем та інших прикладних програм.	<ul style="list-style-type: none"> – Вербальні методи (лекція, пояснення) – Наочні методи (презентація) – Практичні методи (розрахунки в САПР) – Дослідницький метод – Проблемний метод – Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, виконання досліджень засобами САПР)
--	--

8. Методи контролю

Перевірка досягнення результатів навчання здійснюється з використанням наступних методів.

Результат навчання	Методи контролю
РН 2. Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку.	<ul style="list-style-type: none"> – Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання – Перевірка виконання лабораторних робіт – Поточне тестування – Залік
РН 4. Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні.	<ul style="list-style-type: none"> – Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання – Перевірка виконання лабораторних робіт, домашніх завдань – Поточне тестування – Залік
РН 8. Застосовувати системний підхід для вирішення інженерних завдань в умовах обмеження часу та ресурсів.	<ul style="list-style-type: none"> – Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання – Перевірка виконання лабораторних робіт, домашніх завдань – Поточне тестування – Залік

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 15

РН 9. Вирішувати задачі наукових досліджень, проектування, експлуатації та модернізації обладнання галузевого машинобудування застосуванням комп'ютерних технологій, CAD/CAE-систем та інших прикладних програм.	<ul style="list-style-type: none"> – Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання – Перевірка виконання лабораторних робіт, домашніх завдань – Поточне тестування – Залік
--	---

9. Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти

Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни здійснюється відповідно до Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у Державному університеті «Житомирська політехніка» та розподілу балів, що наведений нижче.

Система оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни включає поточний та підсумковий контроль.

Поточний контроль проводиться для оцінювання рівня засвоєння знань, формування умінь і навичок здобувачів вищої освіти впродовж вивчення ними матеріалу модуля (змістових модулів) навчальної дисципліни. Поточний контроль здійснюється під час проведення навчальних занять.

Підсумковий контроль проводиться для підсумкового оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни. Підсумковий контроль здійснюється після завершення вивчення навчальної дисципліни. Підсумковий контроль проводиться у формі заліку. Процедура складання заліку визначена у Положенні про організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

Розподіл балів з навчальної дисципліни

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Виконання завдань поточного контролю	100	100
Підсумкова семестрова оцінка	100	100

Розподіл балів за виконання завдань поточного контролю

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 16

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Виконання завдань під час навчальних занять	100	100
Виконання науково-дослідної роботи та інших видів робіт (додаткові – заохочувальні бали): <ul style="list-style-type: none"> - участь у студентських предметних олімпіадах, Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт, грантах, науково-дослідних проектах - підготовка та публікація наукових статей; - участь у наукових студентських конференціях (написання тези доповідей та презентація доповіді на конференції); - участь у конференціях, семінарах або інших наукових заходах; - презентація інноваційних ідей на тему, що вивчається; - вивчення додаткових інструментів пошуку та інформатизації інженерних рішень. 	до 20	до 20
Разом за виконання завдань поточного контролю	100	100

Розподіл балів за виконання завдань під час навчальних занять

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Відповіді (виступи) на заняттях та участь у дискусіях	15	5
Виконання поточних тестових завдань	25	20
Виконання та захист лабораторних робіт	60	75
Разом за виконання завдань під час навчальних занять	100	100

З метою застосування цілих чисел для оцінювання активностей здобувачів вищої освіти під час навчальних занять протягом семестру використовується 100-бальна шкала оцінювання кожного окремо виду робіт. Розрахунок набраних

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 17

здобувачем вищої освіти балів за виконання завдань під час навчальних занять за семестр проводиться за формулою:

$$P_{НЗ} = (P_{ВУД100} \times ВК_{ВУД} + P_{ТЗ100} \times ВК_{ТЗ} + P_{ЗЛ100} \times ВК_{ЗЛ}) \times K_{НЗ}, \quad (1)$$

де $P_{НЗ}$ – кількість набраних здобувачем вищої освіти балів за виконання завдань під час навчальних занять за семестр;

$P_{ВУД100}$, $P_{ТЗ100}$, $P_{ЗЛ100}$ – кількість набраних здобувачем вищої освіти балів за семестр відповідно за відповіді (виступи) на заняттях та участь у дискусіях, за виконання поточних тестових завдань, за виконання та захист лабораторних робіт (кожний окремо вид робіт на навчальних заняттях оцінюється за 100-бальною шкалою);

$ВК_{ВУД}$, $ВК_{ТЗ}$, $ВК_{ЗЛ}$ – вагові коефіцієнти відповідно за семестр відповідно за відповіді (виступи) на заняттях та участь у дискусіях, за виконання поточних тестових завдань, за виконання та захист лабораторних робіт. Значення вагових коефіцієнтів становить:

– для здобувачів денної форми навчання:

$$ВК_{ВУД} = 0,150;$$

$$ВК_{ТЗ} = 0,250;$$

$$ВК_{ЗЛ} = 0,6;$$

$K_{НЗ}$ – коригувальний коефіцієнт. Значення коригувального коефіцієнту становить $K_{НЗ} = 100 \div 100 = 1$.

– для здобувачів заочної форми навчання:

$$ВК_{ВУД} = 0,050;$$

$$ВК_{ТЗ} = 0,350;$$

$$ВК_{ЗЛ} = 0,6;$$

$K_{НЗ}$ – коригувальний коефіцієнт. Значення коригувального коефіцієнту становить $K_{НЗ} = 100 \div 100 = 1$.

Якщо здобувач вищої освіти набрав за поточний контроль 60 балів або більше, він може погодити дану оцінку в електронному кабінеті і вона стане семестровою оцінкою за вивчення навчальної дисципліни.

Якщо здобувач вищої освіти під час вивчення навчальної дисципліни набрав 60 балів або більше і бажає покращити свій результат успішності, він проходить процедуру підсумкового контролю у формі заліку. За складання заліку здобувач

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 18

вищої освіти може набрати 100 балів. Семестрова оцінка з навчальної дисципліни формується за результатами підсумкового контролю.

Здобувач вищої освіти допускається до процедури підсумкового контролю у формі заліку, якщо за виконання завдань поточного контролю набрав 50 балів або більше.

Якщо здобувач вищої освіти за результатами поточного контролю набрав 35-49 балів, він отримує право за власною заявою опанувати окремі теми (змістові модулі) навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми. Вивчення окремих складових навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми, здійснюється у вільний від занять здобувача вищої освіти час.

Якщо здобувач вищої освіти за результатами поточного контролю набрав від 0 до 34 балів (включно), він вважається таким, що не виконав вимоги робочої програми навчальної дисципліни та має академічну заборгованість. Здобувач вищої освіти отримує право за власною заявою опанувати навчальну дисципліну у наступному семестрі понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми.

Процедура надання додаткових освітніх послуг здобувачу вищої освіти з метою вивчення навчального матеріалу дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми, визначена у Положенні про надання додаткових освітніх послуг здобувачам вищої освіти в Державному університеті «Житомирська політехніка».

Шкала оцінювання

Шкала ЄКТС	Національна шкала	100-бальна шкала
A	Зараховано	90-100
B	Зараховано	82-89
C		74-81
D	Зараховано	64-73
E		60-63
FX	Не зараховано	35-59
F	Не зараховано	0-34

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 19

10. Глосарій

№ з/п	Термін державною мовою	Відповідник англійською мовою
1	Коефіцієнт запасу міцності	Factor of safety (FOS)
2	Сітка чорнової якості (лінійні скінченні елементи)	Draft quality mesh
3	Сітка високої якості (параболічні скінченні елементи)	High quality mesh
4	Метод скінченних елементів	Finite Element Method (FEM)
5	Припущення статичності	Static Assumption
6	Припущення лінійності	Linearity Assumption
7	Нелінійна статика	Nonlinear Static
8	Випадкова вібрація	Random Vibration
9	Зовнішні навантаження	External Loads
10	З'єднувачі	Connections
11	Сітка на твердому тілі	Solid mesh
12	Великі переміщення	Large displacement
13	Якість сітки	Mesh quality
14	Напруження	Stress
15	Деформації	Strain
16	Сила контакту	Contact force
17	Графік відгуку	Response Graph
18	Дистанційне навантаження	Remote Load
19	Робоче навантаження (навантаження від опор)	Bearing Load
20	Зондування	Probe
21	Штифт	Pin
22	Розміри моделі	Model Dimensions
23	Застосувати матеріал до всіх	Apply Material to All
24	Лінійний пружний ізотропний	Linear Elastic Isotropic
25	Границя текучості	Yield stress
26	Границя міцності при стиску	Compressive strength
27	Границя міцності при розтягу	Tensile strength

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 20

28	Конфігурація	Configuration
29	Таблиця проектування	Design table
30	Глобальна змінна	Global variable
31	Ступені свободи	Degrees of freedom (DOFs)
32	Частота	Frequency
33	Пластичність по Мізесу	von Mises Plasticity
34	В'язкопружність	Viscoelastic
35	Геометрична нелінійність	Geometric Nonlinearities

11. Рекомендована література

Основна література

1. Bi Z. Computer Aided Design and Manufacturing [Електронний ресурс] / Z. Bi, X. Wang // John Wiley & Sons Ltd. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: https://login.research4life.org/tacsgr1onlinelibrary_wiley_com/doi/epub/10.1002/9781119667889 .
2. J. Ed A. Finite Element Analysis Concepts via SolidWorks [Електронний ресурс] / Akin J. Ed // Rice University. – 2009. – Режим доступу до ресурсу: https://www.clear.rice.edu/mech403/HelpFiles/FEAC_final.pdf.
3. Автоматизоване проектування елементів автотранспортних засобів та засобів їх діагностування: навч. посіб. / О. М. Артюх, О. В. Дударенко, В. В. Кузьмін та ін. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 540 с.
4. F. Ashby M. Materials Selection in Mechanical Design / Michael F. Ashby., 1999. – 513 с. – (Butterworth-Heinemann).
5. Інноваційна практика інжинірингу: навч. посіб. для студ. спеціальності 133 Галузеве машинобудування, 131 Прикладна механіка, 101 Екологія / КПІ ім. Ігоря Сікорського, уклад.: Д.Е. Сідоров – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 82 с.
6. Чуприна, В. М. Наукові основи оцінки динамічної якості верстатів і їх вузлів при агрегатно-модульному проектуванні: дис. ... д-ра техн. наук : 05.03.01 – процеси механічної обробки, верстати та інструменти / Чуприна Володимир Михайлович. – Київ, 2017. – 466 л.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 21

7. Dalibor D. N. Computational Modeling in Bioengineering and Bioinformatics / N. Dalibor D., N. Filipovic // Chapter 3 - Topological and parametric optimization of stent design based on numerical methods / N. Dalibor D., N. Filipovic., 2020. – (Academic Press). – С. 69–103.

8. Bonsa Regassa H. Future prospects of computer-aided design (CAD) – A review from the perspective of artificial intelligence (AI), extended reality, and 3D printing [Електронний ресурс] / H. Bonsa Regassa, W. Abraham Debebe // Results in Engineering. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590123022001487> .

Допоміжна література

1. Toygar, M.E., Kirdiş, S. Analysis of pipe fitting sealing torque with SolidWorks simulations. Int J Adv Manuf Technol 134, 2291–2298 (2024). <https://doi.org/10.1007/s00170-024-14091-9>

2. Параметричне моделювання технологічних процесів. Розділ 1. Основи твердотілого параметричного моделювання в системі SolidWorks [Електронний ресурс]: навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра, за освітньою програмою «Технічні та програмні засоби автоматизації» спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: С. В. Плашихін, Д. М. Складанний, Ю. А. Запорожець, С. Л. Мердух. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,46 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 83 с. – Назва з екрана.

3. Параметричне моделювання технологічних процесів. Розділ 2. Моделювання фізичних процесів в CAD/CAE системі SolidWorks [Електронний ресурс]: навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра, за освітньою програмою «Технічні та програмні засоби автоматизації» спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: С. В. Плашихін. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,46 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 125 с. – Назва з екрана.

4. Саєнко С. Ю. Основи САПР / С. Ю. Саєнко, І. В. Нечипоренко – Х. : ХДУХТ, 2017. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. Назва з тит. екрана.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/133.00.1/ М/ОК6-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 22 / 22

12. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. SOLIDWORKS Web Help [Електронний ресурс] // Dassault Systèmes. – 2029. – Режим доступу до ресурсу: https://help.solidworks.com/2019/English/SolidWorks/sldworks/r_welcome_sw_online_help.htm?verRedirect=1.
2. SOLIDWORKS Tech Blog [Електронний ресурс] // Dassault Systèmes. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://blogs.solidworks.com/tech/>.
3. Tyler K. Basic Systematic Materials Selection [Електронний ресурс] / Kaitlin Tyler // ANSYS, Inc. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://innovationspace.ansys.com/product/basic-systematic-materials-selection/>
4. Tyler K. Intro to Performance Indices using Ansys Granta EduPack [Електронний ресурс] / Kaitlin Tyler // ANSYS, Inc. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://innovationspace.ansys.com/product/intro-to-performance-indices/>
5. Product Design & Manufacturing – Українською [Електронний ресурс] // Autodesk. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://forums.autodesk.com/t5/product-design-manufacturing/bd-p/6165>
6. Oletic A. SOLIDWORKS: Introduction To Finite Element Analysis (FEA) [Електронний ресурс] / Alen Oletic // Udemy, Inc. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://ua.udemy.com/course/solidworks-elementary-fea-finite-element-analysis/>.