

Донбаська державна машинобудівна академія

Кафедра комп'ютеризованих мехатронних систем, інструменту і технологій

Затверджую:

Декан факультету машинобудування

_____ Касов В.Д.

« _____ » _____ 2019 р.

Гарант освітньої програми:

доктор техн. наук, професор

_____ Ковальов В.Д.

« _____ » _____ 2019 р.

Розглянуто і схвалено

на засіданні кафедри

комп'ютеризованих мехатронних

систем інструменту і технологій

Протокол № 1 від 27 серпня 2019 р.

Завідувач кафедри

_____ Васильченко Я. В.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Комп'ютерні системи інженерного аналізу»

галузь знань 13 – «Механічна інженерія»

спеціальність 133 – «Галузеве машинобудування»

ОНП «Галузеве машинобудування»

Факультет машинобудування

Розробник: Гузенко В.С., професор кафедри комп'ютеризованих мехатронних систем, інструменту і технологій, канд. техн. наук, доцент

Краматорськ – 2019 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Показники	Галузь знань, спеціальність, ОПП (ОНП), професійне (наукове) спрямування, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
денна		денна
Кількість кредитів	Галузь знань: 13 «Механічна інженерія». Спеціальність: 133 «Галузеве машинобудування». ОНП: «Галузеве машинобудування»	Науково-дослідна
4,0		
Загальна кількість годин		
120		Рік підготовки
Модулів – 1		2
Змістових модулів – 2		Семестр
Індивідуальне науково-дослідне завдання		3
_____ (назва)		Рівень вищої освіти: <u>другий (магістерський)</u>
Тижневих годин для <u>денної</u> форми навчання: аудиторних – 4(5); самостійної роботи студента – 10	30	
	Лабораторні	
	30	
	Практичні	
	-	
	Самостійна робота	
	60	
	Вид контролю	
		екзамен

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить для денної форми навчання – 60/60.

2. Загальні відомості, мета і завдання дисципліни

Навчальна дисципліна «Комп'ютерні системи інженерного аналізу» належить до дисциплін науково-дослідного циклу професійної підготовки магістра спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» за ОПП «Галузеве машинобудування». Дисципліна надає здобувачам вищої освіти другого

(магістерського) рівня можливість отримати систематизований комплекс знань з сучасних комп'ютерних систем інженерного аналізу у машинобудуванні відповідно до професійного (наукового) спрямування. Для успішного опанування навчальної дисципліни «Комп'ютерні системи інженерного аналізу» студент повинен мати базові знання з таких дисциплін загальної підготовки бакалавра спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», як «Вища математика», «Фізика», «Інформатика», дисциплін професійної підготовки бакалавра, професійної (професійної та науково-дослідної) підготовки магістра спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» ОПП (ОНП) «Галузеве машинобудування», зокрема дисциплін «Наукова робота та принципи її організації», «Моделювання та оптимізація технологічних систем». Знання, вміння та практичні навички, отримані при вивченні дисципліни «Комп'ютерні системи інженерного аналізу», можуть бути використані при виконанні кваліфікаційної роботи магістра,

Предметом навчальної дисципліни «Комп'ютерні системи інженерного аналізу» є вивчення теоретичних основ та практичних аспектів використання сучасних комп'ютерних систем інженерного аналізу в машинобудуванні відповідно до професійного (наукового) спрямування.

Мета дисципліни - формування у майбутніх фахівців когнітивних, афективних та психомоторних компетентностей, що забезпечують творчий підхід у вирішенні задач дослідження та проектування металорізальних верстатів та різального інструменту, вмінню поставити інженерну задачу, зобразити її на кресленні, оформити необхідну документацію, виконати пошук оптимального рішення.

Завдання дисципліни:

- формування здатності до визначення проблем галузевого машинобудування;
- опанування термінологічного апарату комп'ютерної графіки, операцій моделювання і проектування в машинобудуванні;
- формування здатності приймати обґрунтовані рішення при розв'язанні практичних питань досліджень об'єктів та процесів галузевого машинобудування;
- використання комп'ютерних програмних засобів для вирішення інженерних завдань у обраній галузі машинобудування;
- розвинути творчий і новаторський потенціал у проектних розробках;
- формування вмінь та навичок використання системного підходу при вирішенні інженерних завдань галузевого машинобудування.

Програмні результати навчання:

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен продемонструвати достатній рівень сформованості наступних програмних результатів навчання.

В узагальненому вигляді їх можна навести наступним чином:

у когнітивній сфері:

студент повинен продемонструвати знання та розуміння основ моделювання у прикладній механіці в розділах статички, кінематики та динаміки, теорії механізмів, механіки матеріалів та міцності конструкцій;

продемонструвати здатність проектувати і теоретично обґрунтовувати конструкції машин, механізмів та їх елементів на основі загальних принципів 3D-конструювання, теорії взаємозамінності, стандартних методик розрахунку деталей машин;

продемонструвати знання і розуміння основ інформаційних технологій, чисельних методів, математики, нарисної геометрії, креслення, програмування, практичні навички створення і використання прикладного програмного забезпечення для виконання дизайнерських, інженерних розрахунків та 3D-моделювання;

продемонструвати знання та здатність до практичного використання комп'ютеризованих систем проектування (CAD) та інженерне моделювання (CAE);
в афективній сфері:

показувати здатність до просторового мислення з відтворенням об'ємного зображення у вигляді проекційного креслення (ескізу) та навпаки, оформлення креслень відповідно до вимог діючих стандартів;

показувати здатність використовувати професійно знання й уміння в галузі теоретичних основ інформатики й практичного використання комп'ютерних технологій та основ 3D-моделювання для вирішення практичних завдань;

проводити техніко-економічну оцінку ефективності розроблених нових проектів технологій і технічних засобів;

у психомоторній сфері:

вміти оцінити надійність деталей і конструкцій машин в процесі статичного та динамічного навантаження аналітичними та чисельними методами на основі 3D-моделювання;

продемонструвати здатність використовувати нормативні та довідкові дані для контролю відповідності технічної документації стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам;

розробляти алгоритми і виконувати комп'ютерне 3D-проективання з використанням сучасних методів, зокрема математичної логіки, теорії графів тощо;

Знання і розуміння основ інформаційних технологій, чисельних методів, програмування, практичні навички створення і використання прикладного програмного забезпечення для виконання інженерних розрахунків, обробки інформації та результатів експериментальних досліджень.

Здатність застосовувати сучасні технології 3D-проективання та розроблення фізико-механічних, математичних і комп'ютерних моделей машин і автоматичних ліній машинобудування, призначених для виконання досліджень і рішення науково-технічних завдань з метою забезпечення їх міцності, стійкості, довговічності і безпеки.

Вивчення дисципліни студентами денної форми навчання здійснюється у 3 семестрі. Робочою програмою навчальної дисципліни передбачені лекції, лабораторні заняття, контрольні роботи з теоретичного матеріалу дисципліни. Підсумковий контроль знань з навчальної дисципліни – екзамен.

3. Програма та структура навчальної дисципліни

Види навчальних занять та розподіл годин між учбовими тижнями для денного відділення наведений у таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Види навчальних занять та розподіл годин між учбовими тижнями для денного відділення

Вид навчальних занять або контролю	Розподіл між учбовими тижнями															Р-а- 30 М
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Лекції	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	30
Лабораторні роботи	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	30
Самостійна робота	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60
Консультації						К								К		
Контр. роботи							КР1								КР2	
Модулі	ВК														М1	
Модульний контроль							А								МК	

ВК – вхідний контроль; ПР - захист практичної роботи; КР1– письмова контрольна робота; К – консультація; А – атестація.

4. Лекції

Модуль

Змістовий модуль 1. Загальна характеристика методів інженерного аналізу.

Лекція 1. Характеристика методів інженерного аналізу.

Характеристика та класифікація методів інженерного аналізу. Інженерний аналіз - це дисципліна, заснована на системному підході. Інженерний аналіз застосовується для підготовки й обґрунтування шляхів вирішення складних проблем технічного характеру. Головна процедура інженерного аналізу - побудова моделей, в яких відображені закономірності реальної ситуації. За допомогою створених моделей досліджують системи й знаходять шляхи вирішення складних проблем практичної діяльності.

СРС: сфери та приклади використання різних методів інженерного аналізу.

Лекція 2. Система та властивості інженерного аналізу.

Поняття, класифікація системи. Матеріальні та абстрактні системи. Основні властивості систем. Основні ознаки властивостей систем.

СРС: приклади наявності цілей, ціленаправленість як однією з головних ознак системи.

Лекція 3. Інженерний аналіз конструкційної міцності.

Конструкційна міцність конструкції з урахуванням конструкційних, технологічних і експлуатаційних чинників. Складові конструкційної міцності.

СРС: принципи вибору критеріїв конструктивної міцності.

Лекція 4. Компоненти напруження, деформації та переміщення при розтягуванні та згині.

Розгляд теоретичних питань напружено-деформованого стану, аналітичний розрахунок задачі розтягування балки. Налаштування одиниць вимірювання. Створення статичного структурного дослідження. Налаштування параметрів для SolidWorks Simulation. Проведення досліджень та аналіз результатів з використанням інструменту «Зондування». Використання інструментів епюри.

Створення статичного структурного дослідження, налаштування системи одиниць та застосування матеріалу. Аналіз компонентів напружень у площинах розрізу.

СРС: оцінка міцності виробів з використанням критеріїв міцності Мізесу (von Mises). Критерій застосування еквівалентних напруг по Мізесу (von Mises).

Лекція 5. Адаптивні методи SolidWorks Simulation.

Розгляд деяких теоретичних питань використання адаптивних методів. Створення геометричної моделі. Створення статичного структурного дослідження, налаштування системи одиниць та застосування матеріалу. Прикладення навантаження та налаштування. Створення сітки моделі і запуск аналізу.

СРС: перегляд нормальних напружень в глобальному напрямку. Перегляд графіків збіжності.

Змістовний модуль 2. Моделювання напружено-деформованого стану деталей та конструкцій, частотний та термічний аналіз деталі.

Лекція 6. Надійність технічних об'єктів.

Методи інженерного аналізу надійності базуються на застосуванні апарату теорії імовірностей і випадкових процесів, математичної статистики, моделювання. Параметри надійності.

СРС: Методи підвищення надійності.

Лекція 7. Плоска фермова конструкція

Розгляд теоретичних питань напружено-деформованого стану статично визначеної плоскої фермової конструкції. Створення ескізу ферми. Створення конструктивних елементів ферми. Створення статичного структурного дослідження, налаштування системи одиниць та застосування матеріалу. Перегляд напружень та переміщень.

СРС: створення ескізів власних профілів.

Лекція 8. Поверхневе моделювання

Огляд поверхонь. Поверхні по перерізах, по трек торії. Лінії роз'ємну поверхонь. Плоска поверхня. Повернута поверхня. Витягнута поверхня. Заповнення пове-

рхонь. Переміщення поверхонь. Урізання поверхонь. Налаштування статичного аналізу. Аналіз результатів.

СРС: витягнута поверхня, надання поверхням товщини.

Лекція 9. Визначення монтажних напружень

Виконання твердотілої моделі деталей фланцевого з'єднання. Створення вирізів моделі. Розгляд стандарту по розрахунку фланцевих з'єднань. Призначення з'єднувачів (використання віртуальних болтових з'єднань в модулі **Simulation**). Призначення умов симетрії. Призначення матеріалів. Призначення кінематичних граничних умов. Призначення контактних умов між деталями з'єднання.

Особливості формування контактної задачі. Формування скінченно-елементної сітки. Запуск дослідження. Аналіз результатів.

СРС: вплив жорсткості віртуального болта на переміщення моделі.

Лекція 10. Оцінка конструкцій

Визначення параметрів і їх зв'язку з властивостями матеріалу. Визначення властивостей матеріалу і умов навантаження в якості змінних в дослідженні проектування. Вибір якості дослідження проектування. Параметри, визначаючі властивості дослідження. Висока якість. Швидкі результати.

Визначення запасу міцності і результуючого переміщення в якості обмежень дослідження проектування. Оцінка різних сценаріїв. Створення епюри результатів.

Визначення розмірів моделі і виразів в якості параметрів. Прикладання сил відповідно до параметрів. Визначення та запуск дослідження проектування "оцінка".

СРС: оцінка результатів після проведення дослідження проектування "оцінка".

Лекція 11. Параметрична оптимізація конструкції різального інструменту.

Оптимізаційні алгоритми SolidWorks Simulation. Частотний аналіз. Створення частотного аналізу. 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.

СРС: визначення змінних, обмежень і цілей, перегляд результатів процесу оптимізації.

5. Лабораторні роботи

Мета лабораторних робіт _ закріплення теоретичного матеріалу, здобуття навичок одержання результатів інженерного аналізу на базі комп'ютерних систем.

№ роботи	№ теми	Кількість годин	Найменування роботи	Література
1	1	4	Аналіз функціонального простору виробу за допомогою розподілу визначаючого параметру	[5]
2	2	2	Багатокритеріальна оптимізація параметрів елементів технологічного процесу механічної обробки	[4]
3	3	4	Розрахунки характеристик надійності при інженерному аналізі	[1, 2]
4	3	2	Амплітудно-частотні характеристики елементів верстато-інструментальних систем	[7, 8]
5	4, 5	2	Статичний аналіз напруження деталі	[9, 13, 13, 15, 17, 18]
6	6, 7	2	Частотний аналіз деталі	[9, 10, 18]
7	8, 9	4	Термічний аналіз деталі	[9, 17, 18]
8	10	2	Стабільність деталі під навантаженням	[9, 17, 18]
9	11	4	Оптимізація параметрів деталі при проектуванні	[6, 11, 18]
Усього годин		30		

6. Контроль та критерії оцінювання знань

Робочою програмою навчальної дисципліни «Комп'ютерні системи інженерного аналізу» передбачені наступні різновиди контролю знань:

– вступний контроль базових знань з дисциплін, вивчення яких необхідне для успішного опанування дисципліни «Комп'ютерні системи інженерного аналізу»;

– поточний контроль знань з дисципліни «Комп'ютерні системи інженерного аналізу» (включає захист лабораторних робіт, перевірку контрольної роботи з теоретичного матеріалу дисципліни);

– підсумковий контроль знань з дисципліни «Комп'ютерні системи інженерного аналізу» у вигляді письмового екзамену.

Під час захисту лабораторних робіт здійснюється контроль як теоретичних знань, так і практичних вмінь та навичок, набутих студентом у процесі вивчення відповідних тем навчальної дисципліни. Під час перевірки контрольної роботи та прийому екзамену оцінюється рівень теоретичних знань студента з дисципліни.

Перелік питань для підготовки до контрольної роботи та екзамену з дисципліни «Комп'ютерні системи інженерного аналізу» наведений у додатку А.

Лабораторні, практичні та контрольна роботи оцінюються згідно з наведеною нижче таблицею «Рейтингова система оцінювання знань з дисципліни «Комп'ютерні системи інженерного аналізу».

**Рейтингова система оцінювання знань з дисципліни
«Комп'ютерні системи інженерного аналізу»**

№ КТ	Форма контролю	Модуль	Тиждень	Максимальна кількість балів	Мінімальна кількість балів	
1	Лабораторна робота №1	М1	2	8	4	
2	Лабораторна робота №2		4	8	4	
3	Лабораторна робота №3		6	8	4	
4	Лабораторна робота №4		7	8	4	
5	Контрольна робота №1		8	14	9	
1	Лабораторна робота №5		9	8	4	
2	Лабораторна робота №6		11	8	4	
4	Лабораторна робота №7		12	8	4	
4	Лабораторна робота №8		13	8	4	
5	Лабораторна робота №9		15	8	4	
6	Контрольна робота №2		15	14	10	
Всього				100	55	

Модуль вважається складеним, якщо складені всі його контрольні точки. Підсумкова рейтингова оцінка модулю у балах складається шляхом накопичення рейтингових балів за всіма контрольними точками модулю.

Підсумкова оцінка студента денної форми навчання з дисципліни визначається як середнє арифметичне від підсумкової рейтингової оцінки модулю

(за роботу студента у семестрі) та оцінки за письмовий екзамен. Підсумкова рейтингова оцінка модулю, оцінка за екзамен та підсумкова оцінка з дисципліни виставляються за 100-бальною шкалою та переводяться за національною шкалою та шкалою ECTS відповідно до наведеної нижче таблиці перекладу.

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS
90–100	Відмінно	A
81–89	Добре	B
75–80	Добре	C
65–74	Задовільно	D
55–64	Задовільно	E
30–54	Незадовільно з можливістю повторного складання	FX
0–29	Незадовільно з обов'язковим повторним курсом	F

Для отримання позитивної оцінки з дисципліни студент повинен отримати не менше ніж 55 балів сумарної підсумкової оцінки.

Плановий прийом екзамену проводиться у період заліково-екзаменаційної сесії відповідно до затвердженого розкладу та згідно із затвердженими білетами.

Нижче представлена відповідність оцінок, отриманих на екзамені, рівню знань студента.

Оцінка «відмінно» (A): студент показує глибокі теоретичні знання, вміння робити глибокі висновки та узагальнення.

Оцінка «добре» (B): знання студента в основному задовольняють тим самим вимогам, що і оцінка «відмінно» (A), але є незначні прогалини, які суттєво не впливатимуть на загальну якість підготовки фахівця.

Оцінка «добре» (C): студент в основному володіє матеріалом в межах програми дисципліни, але припускається певних помилок, які не матимуть серйозних негативних наслідків у практичній діяльності.

Оцінка «задовільно» (D): студент не досить глибоко володіє матеріалом, його знання мають розрізнений, фрагментарний характер, він припускається помилок, які, разом з тим, не матимуть серйозних негативних наслідків у практичній діяльності.

Оцінка «задовільно» (E): знання студента мають розрізнений та фрагментарний характер, студент припускається різних помилок, які не матимуть важких наслідків у практичній діяльності.

Оцінка «незадовільно» (FX): студент дуже слабо орієнтується в матеріалі дисципліни, має недостатні теоретичні знання з дисципліни.

Оцінка «незадовільно» (F): студент не орієнтується в матеріалі дисципліни.

7. Навчально-методичні матеріали

1. Карімов І.К. Інформатика та програмування: Навч. посіб./ І.К.Карімов, О.І.Литвин, С.А.Нужна та інш. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2014.- 387 с.
2. Клименко Г.П., Васильченко Я.В., Шаповалов М.В. Якість і надійність технологічних систем: Навчальний посібник.- Краматорськ: ДДМА, 2018.-199с.
3. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни "Основи теорії керування якістю технологічних систем" / Клименко Г.П., - Краматорськ, ДДМА, 2018.-38 с.
4. Надійність різального інструменту та оптимізація технологічних систем. Зб. статей. — Краматорськ: ДДМА, 1990-2018 р.р.
5. Долженков В.А. Microsoft Excel 2003 / В.А. Долженков, Ю.В. Колесников. - СПб. : БХВ- Петербург, 2004. - 1023 с.
6. Михеева В.Д. Microsoft Access 2003 / В.Д. Михеева, И.А. Харитонов. - БХВ-Петербург,2004. -1069 с.
7. Кирьянов Д.В. Mathcad 14. - СПб.: БХВ-Петербург, 2007.- 686 с.
8. Павленко, П. М. Основи математичного моделювання систем і процесів: навч. посіб. /П. М. Павленко.– К. : Книжкове вид-во НАУ, 2010. – 201 с.
9. Алямовский А.А. Инженерные расчёты в Solidworks Simulation ДМК, 2010.- 464 с.
10. Гаков С.О. Проектування різальних інструментів в SolidWorks Навчальний посібник, С.О. Гаков, О.Ю. Андронов - Краматорск: ДГМА, 2012. - 84 с.
11. Автоматизоване проектування різальних інструментів: навч. посіб. / В. Б. Копей, О.Р. Онисько, Л.О. Борушак, Л.Я. Роп'як. - Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2012. - 208 с.
12. Васильев Г.Н. Автоматизация проектирования металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1987. - 280 с.
13. Системы автоматизированного проектирования станков: Курс лабораторных работ. Ч 1/С. А. Гаков. Краматорск.: ДГМА, 2010. 52 с.
14. Системы автоматизированного проектирования станков: Курс лабораторных работ. Ч 2/С. А. Гаков. Краматорск.: ДГМА, 2010. 56 с.
15. Системы автоматизированного проектирования станков: Курс лабораторных работ. Ч 3/С. А. Гаков. Краматорск.: ДГМА, 2010. 48 с.
16. Системы автоматизированного проектирования станков: Проектирование моделей, управляемых таблицами параметров. // С. А. Гаков. Краматорск.: ДГМА, 2010. 44 с.
17. Расчетный анализ деформационных, динамических и температурных характеристик шпиндельных узлов при проектировании: Методические рекомендации / Сост.: З. М. Левина и др. М.: ЭНИМС, 1989. 64 с.
18. Самоучитель SolidWorks 2010 / Н.Ю. Дударева, С.А. Загайко. – СПб.:БХВ-Петербург, 2011.–416 с.: ил.

Додаток А

Питання для підготовки до контрольних робіт та екзамену з дисципліни «Комп'ютерні системи інженерного аналізу»

Змістовий модуль 1. Загальна характеристика методів інженерного аналізу.

1. У чому полягають особливості дисципліни “Інженерний аналіз”?
2. Яка головна процедура інженерного аналізу?
3. Які основні принципи системного підходу?
4. Яке практичне значення має інженерний аналіз?
5. Які основні ознаки системи?
6. Що розуміють під поняттям “цілісність системи”?
7. У чому полягає проблема визначення границь системи?
8. Що розуміють під поняттям “структура системи”?
9. Як визначити об’єктивні цілі системи?
10. Чим відрізняється розвиток замкнутих і розімкнутих систем?
11. Яка роль поняття “ентропії” у системному аналізі?
12. Що таке зворотній зв’язок, у якому класифікаторі він враховується?
13. Які етапи вирішення проблеми пропонує інженерний аналіз?
14. Яке значення мають неформалізовані процедури в інженерному аналізі?
15. Які вимоги висуваються для формулювання цілей системи?
16. Які форми опису систем використовує інженерний аналіз?
17. Для яких цілей служить прогностичний аналіз системи?

Змістовний модуль 2. Моделювання напружено-деформованого стану деталей та конструкцій, частотний та термічний аналіз деталі.

1. Методи підбору емпіричних формул.
2. Вимоги до математичних моделей.
3. Класифікація математичних моделей.
4. Послідовність розробки математичних моделей технічних об’єктів.
5. Класифікація задач при розробці математичних моделей технічних об’єктів.
6. Приклади використання математичного моделювання у практиці інженерного аналізу систем та процесів механічної обробки.
7. Загальна схема перетворення математичних моделей в процесі розв’язання задач аналізу технічних об’єктів.
8. Математичні моделі в задачах аналізу технічних об’єктів та процесів у технологічних системах.