

# МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

з вивчення дисципліни  
**«Математичне моделювання  
робочих процесів КГТЗ»**  
та виконання контрольних завдань,  
для студентів спеціальності  
G 11.05 «Транспортні засоби»,  
усіх форм навчання

2025

Методичні вказівки з вивчення дисципліни «Математичне моделювання робочих процесів КГТЗ» та виконання контрольних завдань, для студентів спеціальності G 11.05 «Транспортні засоби», усіх форм навчання / Укл. : О. М. Артюх. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2025. 117 с.

Укладач: О.М. Артюх, доцент, канд.техн.наук

Рецензент: О.С. Слюсаров, доцент, канд.техн.наук

Відповідальний за випуск: О.М. Артюх, доцент, канд.техн.наук

Затверджено  
на засіданні кафедри «Автомобілі,  
теплові двигуни та гібридні  
енергетичні установки»  
Протокол № 1  
від « 29 » серпня 2025.

Рекомендовано для видання  
НМК Транспортного факультету

Протокол № 1  
від « 11 » вересня 2025.

## ЗМІСТ

Вступ .....	5
1 Робоча програма дисципліни .....	8
2 Методичні вказівки.....	14
2.1 Загальні вказівки. Мета викладання дисципліни.....	14
2.2 Методичні вказівки для студентів по освоєнню дисципліни ....	15
2.2.1 Тема 1. Місце математичного моделювання в системі проектування технічних об'єктів КГТЗ .....	17
2.2.2 Тема 2. Теоретичні основи математичного моделювання систем і процесів у машинобудуванні.....	23
2.2.3 Тема 3. Використання математичних моделей у проектуванні колісних транспортних засобів .....	28
2.2.4 Тема 4. Моделі робочих процесів гусеничних транспортних засобів .....	33
2.2.5 Тема 5. Методи побудови математичних моделей для конструювання КГТЗ.....	39
2.2.6 Тема 6. Аналіз математичних моделей у виробництві та випробовуванні КГТЗ.....	44
2.2.7 Тема 7. Алгоритмічні моделі для автоматизованого проектування КГТЗ.....	50
2.2.8 Тема 8. Моделі робочих процесів з урахуванням невизначеності умов експлуатації .....	55
2.2.9 Тема 9. Оптимізація математичних моделей для покращення експлуатаційних властивостей КГТЗ .....	61
2.2.10 Тема 10. Математичне моделювання динаміки руху КГТЗ .....	66
2.2.11 Тема 11. Моделі стійкості та маневреності транспортних засобів .....	72
2.2.12 Тема 12. Моделювання та віртуальні випробування мехатронних систем.....	77
2.2.13 Тема 13. Моделі для модернізації та утилізації КГТЗ .....	83
2.2.14 Тема 14. Комплексний аналіз робочих процесів з використанням математичних моделей.....	88
2.2.15 Тема 15. Оптимізаційні задачі в автоматизованому проектуванні КГТЗ.....	94
2.2.16 Тема 16. Перспективи застосування математичного моделювання в транспортному машинобудуванні .....	99

3	Завдання на контрольні роботи .....	105
3.1	Список варіантів контрольних робіт .....	106
4	Контрольні заходи з перевірки якості засвоєння навчального матеріалу дисципліни .....	113
5	Рекомендована література .....	114
	Базова .....	114
	Допоміжна .....	115
	Інформаційні ресурси.....	116

## ВСТУП

Лекційний курс «Математичне моделювання робочих процесів колісних та гусеничних транспортних засобів (КГТЗ)» є ключовим компонентом освітньо-професійної програми магістерського рівня за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» (за оновленим класифікатором G11) у рамках освітньої програми «Колісні та гусеничні транспортні засоби» на кафедрі «Автомобілі, теплові двигуни та гібридні енергетичні установки» Національного університету «Запорізька політехніка».

Курс розрахований на 32 години лекційних занять (16 тем по 2 години кожна) і спрямований на формування у здобувачів вищої освіти компетентностей, необхідних для розв'язання складних спеціалізованих задач у сфері транспортного машинобудування. Метою курсу є вивчення методів побудови, аналізу та оптимізації математичних моделей робочих процесів КГТЗ, постановки задач синтезу й оптимізації в автоматизованому проєктуванні машин, технічних пристроїв, механізмів і систем, що є невід'ємною частиною професійної діяльності сучасного інженера-автомобіліста.

Сучасний етап розвитку техніки характеризується прискореною зміною моделей продукції, зростанням кількості інноваційних розробок на базі нових принципів, які забезпечують вищі споживчі якості та посилюють конкуренцію на ринку. Це вимагає інтенсифікації процесів створення нової техніки, підвищення якості проєктів, розробки та організації виробництва конкурентоспроможних виробів у стислі терміни з одночасним зниженням витрат фінансових і трудових ресурсів, що сприяє рентабельності та плановому прибутку.

У цих умовах ключову роль відіграють терміни та якість проєктно-конструкторських робіт, які можна забезпечити за допомогою нової технології проєктування, заснованої на математичному моделюванні та обчислювальних інструментах. Новий технічний об'єкт, зокрема КГТЗ, повинен перевершувати наявні аналоги, що досягається стратегією проєктування, орієнтованою на високі показники технічного рівня та ефективності. Такі задачі мають оптимізаційний характер і потребують розробки технології проєктування, де математичне моделювання посідає центральне місце.

Методологія сучасного проєктування базується на системному підході, що включає принципи декомпозиції, ієрархічності, ітератив-

ності, локальної оптимізації та комплексного охоплення процесу – від функціонального до конструкторського і технологічного аспектів. Проектування є складним ієрархічним процесом з численними взаємопов'язаними стадіями та етапами, де декомпозиція та ієрархічність призводять до застосування різноманітних моделей. Лекційний курс акцентує увагу на теоретичних основах математичного моделювання технічних об'єктів, що є основою ефективної технології автоматизованого проектування. Здобувачі освіти набувають чіткого уявлення про види математичних моделей, способи їх побудови, режими функціонування технічних об'єктів КГТЗ, методи моделювання цих режимів, розробку алгоритмічних моделей та їх реалізацію з використанням доступних обчислювальних засобів, таких як Microsoft Excel для базових розрахунків і Siemens NX для простих симуляцій.

У навчальних планах підготовки інженерів-конструкторів технічних спеціальностей курс інтегрує дисципліни з програмування, математичного моделювання, комп'ютерної графіки, технології автоматизованого проектування та прикладного програмного забезпечення. Водночас наукова та виробнича практика свідчить, що базових математичних знань недостатньо для розв'язання наукових чи прикладних завдань.

Тому курс формує теоретичні та практичні навички формалізації задач, математичного опису інформації, послідовності моделювання, а також використання моделей для аналізу, синтезу, розрахунку та оптимізації технічних систем за допомогою інформаційних технологій.

Підготовка фахівців на стику прикладної інженерії та розділів прикладної математики дозволяє майбутнім інженерам ухвалювати оптимальні рішення, підвищувати ефективність обґрунтувань та бути провідниками ефективних засобів у наукових і виробничих завданнях. Сучасний інженер, працюючий як дослідник чи проектувальник складних технічних систем, таких як КГТЗ, або як користувач автоматизованих систем, повинен володіти глибокими знаннями з математичного моделювання.

Використання інформаційних технологій для моделювання технічних об'єктів, систем і процесів ґрунтується на математичних методах, які дозволяють симулювати виробничі ситуації, аналізувати інформацію та виробляти рекомендації для ефективного досягнення мети. Курс охоплює 16 тем, структурованих для поступового зростання

складності: від базових понять до прикладних оптимізаційних задач.

Перші теми (1–2) вводять місце моделювання в системі проектування та теоретичні основи, включаючи класифікацію моделей (детерміновані/стохастичні, статичні/динамічні) та принципи побудови для систем КГТЗ. Далі (теми 3–4) розглядаються моделі для проектування колісних і гусеничних транспортних засобів, з акцентом на розрахунки елементів, тягово-швидкісні властивості та маневреність.

У середній частині курсу (теми 5–8) вивчаються методи побудови моделей для конструювання, аналіз у виробництві та випробуваннях, алгоритмічні моделі для автоматизованого проектування та врахування невизначеності умов експлуатації. Це включає формалізацію задач, ітеративні алгоритми та стохастичні методи для комплексних процесів.

Теми 9–11 фокусуються на оптимізації моделей для покращення експлуатаційних властивостей, динаміці руху та стійкості/маневреності, з прикладами аналізу заносу, стабілізації коліс та конструктивних факторів. Останні теми (12–16) охоплюють інтеграцію з інформаційними технологіями, моделі модернізації та утилізації, комплексний аналіз, оптимізаційні задачі та перспективи застосування, включаючи інноваційні технології для електричних, гібридних та автономних систем.

## 1 РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

Наведені назви змістових модулів та найменування тем дисципліни для самостійного вивчення. Навчальним планом дисципліни, для самостійного вивчення тем лекцій, передбачено час для студентів денної форми навчання – 72 годин, заочної – 108 годин.

Далі для кожної теми вказано час самостійної роботи студентів денної форми навчання. Також наведений перелік питань, які повинні бути самостійно розглянуті студентом при вивченні обраної теми.

**Змістовий модуль 1.** Теоретичні основи та методи математичного моделювання КГТЗ

### **Тема 1. Місце математичного моделювання в системі проєктування технічних об'єктів КГТЗ**

#### **План лекції.**

1. Вступ до загальної системи проєктування технічних об'єктів у транспортному машинобудуванні.
2. Роль математичного моделювання у функціональному аспекті проєктування КГТЗ.
3. Значення моделювання в конструкторському аспекті для колісних та гусеничних систем.
4. Застосування моделювання в технологічному аспекті виробництва транспортних засобів.
5. Принципи декомпозиції в системі проєктування з використанням математичних моделей.
6. Ієрархічність процесів проєктування КГТЗ та інтеграція моделювання.
7. Ітеративність у проєктуванні: роль моделювання для оптимізації етапів.
8. Локальна оптимізація в системі проєктування технічних об'єктів КГТЗ.

## **Тема 2. Теоретичні основи математичного моделювання систем і процесів у машинобудуванні**

### **План лекції.**

1. Визначення теоретичних основ моделювання в машинобудуванні.
2. Принципи побудови математичних моделей для систем КГТЗ.
3. Класифікація моделей: детерміновані та стохастичні для процесів.
4. Класифікація моделей: статичні та динамічні в машинобудуванні.
5. Використання принципів моделювання для робочих процесів транспортних засобів.
6. Теоретичні основи формалізації задач у машинобудуванні.
7. Методи опису інформації для побудови моделей систем.
8. Послідовність математичного моделювання процесів у машинобудуванні.

## **Тема 3. Використання математичних моделей у проєктуванні колісних транспортних засобів**

### **План лекції.**

1. Вступ до проєктування колісних транспортних засобів з моделями.
2. Методи розрахунку елементів колісних систем за допомогою моделей.
3. Моделі проєктування коліс та підвіски транспортних засобів.
4. Застосування моделей для тягово-швидкісних властивостей колісних КГТЗ.
5. Математичні моделі в проєктуванні трансмісії колісних засобів.
6. Використання моделей для аналізу експлуатаційних властивостей.
7. Інтеграція моделей у автоматизоване проєктування колісних систем.
8. Приклади оптимізації проєктування колісних транспортних засобів.

#### **Тема 4. Моделі робочих процесів гусеничних транспортних засобів**

##### **План лекції.**

1. Вступ до робочих процесів гусеничних транспортних засобів.
2. Класифікація моделей для гусеничних систем.
3. Моделі маневреності гусеничних транспортних засобів.
4. Моделі стійкості в робочих процесах гусеничних КГТЗ.
5. Застосування моделей для аналізу тягових характеристик.
6. Моделі взаємодії гусениць з поверхнею в процесах руху.
7. Інтеграція моделей з обладнанням для гусеничних систем.
8. Приклади використання моделей у проектуванні гусеничних процесів.

#### **Тема 5. Методи побудови математичних моделей для конструювання КГТЗ**

##### **План лекції.**

1. Вступ до методів побудови моделей для конструювання.
2. Формалізація конкретних задач конструювання КГТЗ.
3. Методи математичного опису інформації для моделей.
4. Послідовність побудови моделей для механізмів КГТЗ.
5. Методи моделювання систем у конструюванні транспортних засобів.
6. Застосування методів для детермінованих процесів конструювання.
7. Методи для стохастичних аспектів у конструюванні КГТЗ.
8. Приклади побудови моделей для оптимізації конструкцій.

#### **Тема 6. Аналіз математичних моделей у виробництві та випробуванні КГТЗ**

##### **План лекції.**

1. Вступ до аналізу моделей у виробництві КГТЗ.
2. Методи розрахунку моделей для поточних ліній виробництва.
3. Аналіз моделей контролю якості в машинобудуванні.
4. Моделі випробування робочих процесів транспортних засобів.
5. Методи аналізу режимів функціонування в випробуваннях.

6. Застосування моделей для діагностики в виробництві.
7. Аналіз моделей ремонту та утилізації КГТЗ.
8. Приклади комплексного аналізу в виробництві та випробуваннях.

### **Тема 7. Алгоритмічні моделі для автоматизованого проєктування КГТЗ**

#### **План лекції.**

1. Вступ до алгоритмічних моделей в автоматизованому проєктуванні.
2. Розробка алгоритмів для синтезу моделей КГТЗ.
3. Алгоритми локальної оптимізації в проєктуванні.
4. Ітеративні алгоритми для транспортних систем.
5. Застосування алгоритмів у проєктуванні колісних КГТЗ.
6. Алгоритмічні моделі для гусеничних транспортних засобів.
7. Реалізація алгоритмів з обчислювальною технікою.
8. Приклади ефективної реалізації алгоритмічних моделей.

### **Тема 8. Моделі робочих процесів з урахуванням невизначеності умов експлуатації План лекції.**

1. Вступ до моделей з невизначеністю в експлуатації КГТЗ.
2. Комплексність задач робочих процесів у невизначених умовах.
3. Моделі для колісних систем з невизначеністю.
4. Моделі для гусеничних процесів у складних умовах.
5. Методи аналізу невизначеності в експлуатації.
6. Застосування стохастичних моделей для умов.
7. Інтеграція моделей з факторами експлуатації.
8. Приклади розв'язання задач з невизначеністю.

**Змістовий модуль 2.** Прикладні аспекти та перспективи застосування математичного моделювання КГТЗ

### **Тема 9. Оптимізація математичних моделей для покращення експлуатаційних властивостей**

#### **План лекції.**

1. Вступ до оптимізації моделей для експлуатаційних властиво-

стей.

2. Постановка задач оптимізації в КГТЗ.
3. Оптимізація моделей для ефективності транспортних засобів.
4. Моделі для підвищення конкурентоздатності КГТЗ.
5. Оптимізація тягових характеристик за моделями.
6. Методи локальної оптимізації експлуатаційних процесів.
7. Застосування ітеративних методів для покращення.
8. Приклади оптимізації в транспортному машинобудуванні.

### **Тема 10. Математичне моделювання динаміки руху КГТЗ**

#### **План лекції.**

1. Вступ до моделювання динаміки руху КГТЗ.
2. Базові моделі динаміки колісних транспортних засобів.
3. Моделі динаміки гусеничних систем.
4. Теорія динаміки трансмісії для КГТЗ.
5. Розрахунки моделей для прямолінійного руху.
6. Моделі криволінійного руху в динаміці.
7. Аналіз факторів впливу на динаміку.
8. Приклади застосування моделей динаміки.

### **Тема 11. Моделі стійкості та маневреності транспортних засобів**

#### **План лекції.**

1. Вступ до моделей стійкості транспортних засобів.
2. Моделі поперечної стійкості КГТЗ.
3. Аналіз заносу мостів у моделях стійкості.
4. Моделі маневреності колісних систем.
5. Моделі маневреності гусеничних транспортних засобів.
6. Стабілізація коліс у моделях маневреності.
7. Врахування конструктивних факторів у моделях.
8. Приклади аналізу стійкості та маневреності.

### **Тема 12. Інтеграція математичних моделей з інформаційними технологіями проєктування**

#### **План лекції.**

1. Вступ до інтеграції моделей з інформаційними технологіями.

2. Використання обчислювальної техніки для реалізації моделей.
3. Інтеграція моделей у САПР для КГТЗ.
4. Моделі діагностики з інформаційними технологіями.
5. Застосування для ремонту транспортних засобів.
6. Інтеграція для аналізу робочих процесів.
7. Приклади ітеративної інтеграції технологій.
8. Перспективи інтеграції в проектуванні КГТЗ.

### **Тема 13. Моделі для модернізації та утилізації КГТЗ**

#### **План лекції.**

1. Вступ до моделей модернізації КГТЗ.
2. Задачі синтезу для модернізації систем.
3. Моделі підвищення ефективності в модернізації.
4. Методи контролю в моделях модернізації.
5. Моделі утилізації транспортних засобів.
6. Аналіз процесів утилізації за моделями.
7. Інтеграція моделей для екологічної модернізації.
8. Приклади застосування моделей у модернізації.

### **Тема 14. Комплексний аналіз робочих процесів з використанням математичних моделей**

#### **План лекції.**

1. Вступ до комплексного аналізу робочих процесів.
2. Ітеративні методи аналізу для КГТЗ.
3. Комплексний аналіз функціональних аспектів.
4. Аналіз конструкторських процесів за моделями.
5. Комплексний аналіз технологічних аспектів.
6. Застосування моделей для інтегрального аналізу.
7. Методи оптимізації в комплексному аналізі.
8. Приклади комплексного аналізу процесів КГТЗ.

### **Тема 15. Оптимізаційні задачі в автоматизованому проектуванні КГТЗ**

#### **План лекції.**

1. Вступ до оптимізаційних задач в автоматизованому проектуванні.

2. Постановка задач оптимізації для КГТЗ.
3. Розв'язання задач для зниження витрат.
4. Оптимізація рентабельності за моделями.
5. Задачі для транспортних систем у проектуванні.
6. Методи ітеративної оптимізації.
7. Застосування локальної оптимізації.
8. Приклади оптимізаційних задач для КГТЗ.

## **Тема 16. Перспективи застосування математичного моделювання в транспортному машинобудуванні**

### **План лекції.**

1. Вступ до перспектив моделювання в транспортному машинобудуванні.
2. Сучасні підходи до моделювання КГТЗ.
3. Перспективи інтеграції з інноваційними технологіями.
4. Застосування моделей для електричних систем.
5. Перспективи моделювання гібридних транспортних засобів.
6. Моделі автономних систем у машинобудуванні.
7. Вплив моделювання на конкурентоздатність.
8. Майбутні тенденції застосування моделювання.

## **2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

### **2.1 Загальні вказівки. Мета викладання дисципліни**

Курс адаптовано до середнього рівня складності, з урахуванням поточного стану підготовки студентів: матеріал структуровано для самостійного опрацювання, з акцентом на доступні інструменти (Excel для графіків і формул, NX для базових 3D-схем). Кожна лекція складається з 8 пунктів, що забезпечує логічний виклад: від вступу до прикладів і перспектив. Наприклад, у темі 1 детально розкриваються принципи декомпозиції та ієрархічності в проектуванні КГТЗ, а в темі 16 – тенденції інтеграції з автономними системами. Це сприяє формуванню навичок розв'язання задач, що характеризуються комплексністю та невизначеністю, покращенню експлуатаційних властивостей КГТЗ, дослідженню робочих процесів та впровадженню інновацій.

Загалом, курс не лише передає знання, але й розвиває до-

слідницький підхід, необхідний для професійної діяльності в транспортному машинобудуванні. Здобувачі вчаться застосовувати моделі для проєктування, модернізації та контролю КГТЗ, що відповідає вимогам стейкхолдерів (наприклад, ПрАТ «ЗАЗ», ПАТ «Черкаський автобус») та стандарту вищої освіти за спеціальністю 133.

Успішне опанування курсу дозволяє випускникам оптимізувати робочі процеси, забезпечувати конкурентоздатність, безпеку та енергоефективність транспортних засобів, сприяючи сталому розвитку галузі. Курс інтегрується з іншими компонентами програми, такими як «Автоматизоване проєктування елементів автотранспортних засобів» та «Мехатронні системи автомобільних транспортних засобів», формуючи цілісну компетентність магістра з галузевого машинобудування.

**Мета викладання дисципліни** «Математичне моделювання робочих процесів КГТЗ» полягає у формуванні у студентів магістерського рівня спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» компетентностей для створення, аналізу та оптимізації математичних моделей робочих процесів колісних і гусеничних транспортних засобів, з акцентом на автоматизоване проєктування, врахування невизначеності умов експлуатації та підвищення ефективності технічних систем. Курс спрямований на розвиток навичок системного підходу, включаючи декомпозицію, ієрархічність та ітеративність, для забезпечення конкурентоздатності, безпеки та енергоефективності транспортних засобів.

## **2.2 Методичні вказівки для студентів по освоєнню дисципліни**

Викладання дисципліни передбачає наступні форми організації навчального процесу: лекції, практичні заняття, самостійну роботу студента, консультації. Робота на практичних заняттях передбачає активну участь студента в освоєнні поставлених завдань. Для підготовки до занять рекомендується звертати увагу на проблемні питання, що піднімаються викладачем під час лекції, і групувати інформацію навколо них. Бажано виділяти у використовуваній літературі постановки питань, на які різними авторами можуть бути дані різні оцінки. На підставі постановки таких питань слід обирати аргументи на користь різних варіантів вирішення поставлених проблем.

*У текстах авторів, таким чином, слід виділяти наступні*

**компоненти:**

- постановка проблеми;
- варіанти рішень;
- аргументи на користь тих або інших варіантів рішень.

На основі виділення цих елементів простіше становити власну аргументовану позицію по розглянутому питанню. При роботі з невідомими термінами необхідно звертатися до словників, у тому числі доступних в Інтернеті.

**При написанні рефератів (контрольних робіт)**, у матеріалі слід виділити невелику кількість (не більш 5) проблем, що зацікавили Вас, і згрупувати матеріал навколо них. Слід домагатися чіткого розмежування окремих проблем і виділення їх часткових моментів.

**При підготовці до лабораторних занять** Вам може знадобитися матеріал, що вивчався раніше, тому варто звертатися до відповідних джерел (підручників, монографій, статей). Письмова домашня робота й завдання можуть бути індивідуальними й загальними.

**При підготовці до іспиту** необхідно опиратися насамперед на лекційні заняття, а також на джерела, які розбиралися на заняттях протягом семестру.

**Самостійна робота студента** виконується за завданням і при методичному керівництві викладача, але без його особистої участі. Самостійна робота підрозділяється на самостійну роботу на аудиторних заняттях і на позааудиторну самостійну роботу.

Самостійна робота студента включає як повністю самостійне освоєння окремих тем (розділів) дисципліни, так і пророблення тем (розділів), освоєваних під час аудиторної роботи. Під час самостійної роботи, студенти читають і конспектують навчальну, наукову й довідкову літературу, виконують завдання, спрямовані на закріплення знань і відпрацьовування вмій і навичок, готуються до поточного й проміжного контролю по дисципліні. При вивченні тем курсу наведених нижче, студентів необхідно повторити лекційний навчальний матеріал, вивчити рекомендовану літературу, а також навчальний матеріал, наявний в зазначених інформаційних ресурсах.

На завершальному етапі вивчення кожного модуля необхідно, скориставшись запропонованими питаннями для самоконтролю, перевірити якість засвоєння навчального матеріалу. У випадку утруднення у відповідях на поставлені питання рекомендується повторити навчальний матеріал. Після вивчення всіх модулів приступити до виконан-

ня контрольної роботи, керуючись методичними рекомендаціями з її виконання. По завершенню вивчення навчальної дисципліни в семестрі студент зобов'язаний пройти проміжну атестацію. Вид проміжної атестації визначається робочим навчальним планом. До проміжної атестації допускаються студенти, що виконали вимоги робочого навчального плану.

## **2.2.1 Тема 1. Місце математичного моделювання в системі проєктування технічних об'єктів КГТЗ**

### **1. Вступ до загальної системи проєктування технічних об'єктів у транспортному машинобудуванні**

При вивченні даного пункту, зосередьте увагу на розумінні структури та принципів проєктування технічних об'єктів у транспортному машинобудуванні, зокрема колісних та гусеничних транспортних засобів (КГТЗ). Ознайомтесь із відкритими джерелами, які описують етапи проєктування: від концептуального задуму до виробництва. Рекомендується знайти в інтернеті навчальні матеріали, які пояснюють системний підхід до проєктування, включаючи функціональні, конструкторські та технологічні аспекти.

Наприклад, пошукайте статті чи відео на україномовних платформах, таких як сайти технічних університетів або профільні YouTube-канали, присвячені транспортному машинобудуванню. Зверніть увагу на приклади, де описано, як проєктування КГТЗ включає взаємодію між різними підсистемами (двигун, трансмісія, підвіска). Для поглиблення розуміння шукайте матеріали про стандарти ISO у машинобудуванні, які регулюють етапи проєктування, але уникайте складних нормативних документів, зосереджуючись на загальних оглядах.

Важливо зрозуміти, що математичне моделювання є основою для інтеграції всіх етапів, дозволяючи прогнозувати поведінку об'єкта на стадії розробки. Для самостійного опрацювання створіть у зошиті схему, яка відображає основні етапи проєктування (аналіз вимог, розробка концепції, моделювання, випробування, виробництво).

Шукайте приклади схем у відкритих джерелах, наприклад, на сайтах технічних видавництв чи освітніх порталах. У дистанційному форматі перегляньте вебінари про сучасні тенденції в проєктуванні транспортних засобів, доступні на платформах типу Prometheus або

Coursera (україномовні курси або з субтитрами). Це допоможе сформулювати цілісне уявлення про місце моделювання в системі проектування.

## **2. Роль математичного моделювання у функціональному аспекті проектування КГТЗ**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на значення математичного моделювання для забезпечення функціональних характеристик КГТЗ, таких як швидкість, маневреність, стійкість. У відкритих джерелах пошукайте матеріали, які пояснюють, як моделі допомагають прогнозувати поведінку транспортного засобу в різних умовах експлуатації.

Рекомендується переглянути україномовні статті на сайтах технічних видавництв або спеціалізованих форумах, присвячених автомобільній техніці. Зосередьтеся на прикладах, де моделювання використовується для оцінки тягово-швидкісних властивостей чи енергоефективності. Уникайте складних наукових публікацій, віддаючи перевагу оглядовим матеріалам, які розкривають суть функціонального проектування.

Для дистанційного вивчення знайдіть відеоуроки чи презентації, які демонструють, як моделі дозволяють оцінити роботу підсистем (наприклад, трансмісії чи підвіски) ще до створення прототипу. Спробуйте знайти приклади відкритих баз даних, де наведено параметри транспортних засобів (наприклад, технічні характеристики автомобілів чи тракторів), і проаналізуйте, як ці дані можуть бути використані для побудови моделей.

У зошиті складіть таблицю, що порівнює функціональні характеристики КГТЗ (швидкість, вантажопідйомність, маневреність) та їх залежність від математичних моделей. Для кращого засвоєння перегляньте вебінари про автоматизоване проектування на україномовних освітніх платформах, звертаючи увагу на приклади використання моделей для прогнозування функціональних показників. Це допоможе зрозуміти, як моделювання сприяє оптимізації роботи транспортного засобу.

## **3. Значення моделювання в конструкторському аспекті для колісних та гусеничних систем**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на тому, як мате-

матичне моделювання застосовується для розробки конструкцій колісних і гусеничних систем. У відкритих джерелах пошукайте матеріали про конструювання елементів КГТЗ, таких як колеса, гусениці, підвіска чи трансмісія. Рекомендується ознайомитись із україномовними статтями чи відео на YouTube-каналах, присвячених автомобільному машинобудуванню, де пояснюється, як моделі допомагають оптимізувати конструкцію.

Зверніть увагу на приклади, де моделювання використовується для оцінки міцності чи геометричних параметрів елементів. Для дистанційного формату перегляньте навчальні презентації чи вебінари, які демонструють, як моделі дозволяють прогнозувати поведінку конструкцій під навантаженням. Шукайте відкриті ресурси, наприклад, сайти технічних видавництв, де наведено схеми чи креслення конструкцій КГТЗ, і проаналізуйте, як вони пов'язані з моделюванням.

У зошиті створіть схему, яка показує, як моделі впливають на конструкторські рішення (наприклад, вибір матеріалів чи геометрії колеса). Для поглиблення знань ознайомтесь із загальними принципами САПР (систем автоматизованого проектування) у відкритих джерелах, уникаючи складних технічних деталей. Це допоможе зрозуміти, як моделювання сприяє створенню надійних і ефективних конструкцій КГТЗ.

#### **4. Застосування моделювання в технологічному аспекті виробництва транспортних засобів**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на роль математичного моделювання у технологічних процесах виробництва КГТЗ. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні матеріали про організацію виробництва транспортних засобів, зокрема про поточні лінії та контроль якості. Рекомендується переглянути статті чи відео на сайтах технічних видавництв або YouTube-каналах, які пояснюють, як моделі використовуються для оптимізації виробничих процесів.

Зосередьтесь на прикладах, де моделювання допомагає прогнозувати витрати матеріалів чи часу на виготовлення деталей. У дистанційному форматі знайдіть вебінари чи презентації про автоматизацію виробництва, де розглядаються моделі для планування технологічних операцій. Спробуйте знайти відкриті ресурси з прикладами технологічних карт або схем виробництва КГТЗ і проаналізуйте, як моделі впливають на ці процеси.

У зошиті складіть таблицю, що відображає етапи виробництва (лиття, складання, контроль) та їх зв'язок із моделюванням. Для кращого засвоєння пошукайте україномовні навчальні матеріали про сучасні технології виробництва, доступні на освітніх платформах. Це допоможе зрозуміти, як моделювання сприяє зниженню витрат і підвищенню якості.

### **5. Принципи декомпозиції в системі проєктування з використанням математичних моделей**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на принципах декомпозиції як основи системного підходу до проєктування КГТЗ. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні матеріали, які пояснюють декомпозицію як метод розбиття складної системи на простіші елементи. Рекомендується ознайомитись із статтями чи відео на технічних порталах, де описано, як декомпозиція застосовується до транспортних засобів (наприклад, поділ на підсистеми: двигун, трансмісія, підвіска).

Для дистанційного формату перегляньте вебінари чи презентації про системний аналіз у машинобудуванні, звертаючи увагу на приклади декомпозиції. Шукайте схеми чи діаграми у відкритих джерелах, які показують розбиття КГТЗ на підсистеми, і проаналізуйте, як моделі допомагають у цьому процесі.

У зошиті створіть схему декомпозиції типового КГТЗ, виділивши основні підсистеми та їх взаємозв'язки. Для поглиблення знань ознайомтесь із загальними принципами системного аналізу в україномовних навчальних матеріалах, уникаючи складних математичних викладок. Це допоможе зрозуміти, як декомпозиція полегшує моделювання складних систем.

### **6. Ієрархічність процесів проєктування КГТЗ та інтеграція моделювання**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на ієрархічність як ключовий принцип організації проєктування КГТЗ. У відкритих джерелах пошукайте україномовні матеріали про ієрархічні структури в машинобудуванні, зокрема про поділ проєктування на рівні (концепція, компоненти, деталі).

Рекомендується переглянути статті чи відео на YouTube-каналах, присвячених автомобільній техніці, де пояснюється, як мо-

делі інтегруються на різних рівнях ієрархії. Зосередьтеся на прикладах, де моделювання застосовується для координації між рівнями (наприклад, від загальної моделі до окремих вузлів). У дистанційному форматі знайдіть вебінари про системне проектування, які демонструють ієрархічний підхід.

Шукайте схеми ієрархії КГТЗ у відкритих джерелах і проаналізуйте, як моделі зв'язують різні рівні. У зошиті складіть діаграму ієрархії проектування (наприклад, від загальної системи до підвіски чи трансмісії). Для кращого засвоєння ознайомтесь із навчальними матеріалами на україномовних освітніх платформах, уникаючи складних технічних деталей. Це допоможе зрозуміти роль моделювання в ієрархічному проектуванні.

### **7. Ітеративність у проектуванні: роль моделювання для оптимізації етапів**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на ітеративності як методі поступового вдосконалення проектів КГТЗ за допомогою математичних моделей. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні матеріали про ітеративний підхід у машинобудуванні, зокрема про цикли «проектування-тестування-коригування». Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах, які пояснюють, як моделі дозволяють повторно аналізувати та оптимізувати проєкт.

Зверніть увагу на приклади, де ітеративне моделювання застосовується для вдосконалення характеристик КГТЗ (наприклад, маневреності чи економічності). У дистанційному форматі знайдіть вебінари про ітеративне проектування, доступні на україномовних платформах. Шукайте схеми ітеративного процесу у відкритих джерелах і проаналізуйте, як моделі сприяють оптимізації.

У зошиті створіть схему ітеративного циклу для проектування підсистеми КГТЗ (наприклад, гальмівної системи). Для поглиблення знань ознайомтесь із загальними принципами оптимізації в навчальних матеріалах, уникаючи складних алгоритмів. Це допоможе зрозуміти, як ітеративність підвищує якість проектів.

### **8. Локальна оптимізація в системі проектування технічних об'єктів КГТЗ**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на локальну оптимізацію як метод покращення окремих елементів КГТЗ за допомо-

гою математичних моделей. У відкритих джерелах пошукайте україномовні матеріали про методи оптимізації в машинобудуванні, зокрема про локальну оптимізацію (наприклад, вибір параметрів колеса чи підвіски).

Рекомендується переглянути статті чи відео на YouTube-каналах, присвячених автомобільній техніці, де пояснюється, як моделі допомагають оптимізувати окремі вузли. Зосередьтесь на прикладах, де локальна оптимізація покращує ефективність чи надійність КГТЗ. У дистанційному форматі знайдіть вебінари про оптимізацію в проектуванні, доступні на освітніх платформах.

Шукайте приклади моделей у відкритих джерелах, які показують оптимізацію одного елемента (наприклад, трансмісії), і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, що порівнює параметри до і після локальної оптимізації. Для кращого засвоєння ознайомтесь із навчальними матеріалами про базові методи оптимізації, уникаючи складних математичних викладок. Це допоможе зрозуміти, як локальна оптимізація сприяє ефективності КГТЗ.

### Питання для самоперевірки

1. Яке місце математичного моделювання в загальній системі проектування технічних об'єктів КГТЗ?
2. Які основні аспекти проектування (функціональний, конструкторський, технологічний) охоплює математичне моделювання?
3. Як принцип декомпозиції застосовується в системі проектування КГТЗ з використанням моделей?
4. Яке значення ієрархічності в процесах проектування КГТЗ та інтеграції моделювання?
5. Як ітеративність у проектуванні пов'язана з роллю моделювання для оптимізації етапів?
6. Які переваги локальної оптимізації в системі проектування КГТЗ?
7. Як математичне моделювання впливає на функціональний аспект проектування КГТЗ?
8. Яке значення моделювання в конструкторському аспекті для колісних та гусеничних систем?
9. Як моделювання застосовується в технологічному аспекті виробництва КГТЗ?
10. Які загальні принципи системного підходу в проектуванні КГТЗ з використанням математичних моделей?

## **2.2.2 Тема 2. Теоретичні основи математичного моделювання систем і процесів у машинобудуванні**

### **1. Визначення теоретичних основ моделювання в машинобудуванні**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на розумінні базових теоретичних принципів математичного моделювання в машинобудуванні, зокрема в контексті систем і процесів колісних та гусеничних транспортних засобів (КГТЗ). Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, що таке математичне моделювання та його значення для технічних дисциплін. Рекомендується переглянути статті на сайтах технічних видавництв або україномовних освітніх порталах, таких як Prometheus, де розкриваються основи моделювання.

Зверніть увагу на приклади, де моделювання застосовується до аналізу роботи технічних систем, наприклад, двигунів чи трансмісій КГТЗ. У дистанційному форматі перегляньте відеоуроки чи вебінари, доступні на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, які пояснюють базові поняття моделювання (наприклад, що таке модель, об'єкт, система). У зошиті складіть конспект із визначенням моделювання та його ролі в проектуванні, додавши приклади з транспортної техніки.

Для поглиблення знань знайдіть у відкритих джерелах оглядові статті про принципи моделювання, уникаючи складних математичних викладок. Це допоможе сформувати чітке уявлення про теоретичні основи та їх зв'язок із практичними задачами в машинобудуванні. Шукайте матеріали, які підкреслюють важливість моделювання для прогнозування поведінки систем, таких як рух чи навантаження КГТЗ.

### **2. Принципи побудови математичних моделей для систем КГТЗ**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на ключові принципи побудови математичних моделей, які застосовуються до систем КГТЗ, таких як підвіска, трансмісія чи гусеничні механізми. У відкритих джерелах пошукайте україномовні матеріали, які пояснюють основи створення моделей, наприклад, як формалізувати фізичні процеси (рух, навантаження).

Рекомендується ознайомитись із статтями чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де розкриваються етапи побудови моделей (визначення змінних, рівнянь, умов). Зосередьтесь на прикладах, де моделі описують динаміку чи стійкість КГТЗ. У дистанційному форматі перегляньте вебіари чи презентації про принципи моделювання в машинобудуванні, доступні на україномовних освітніх платформах. Спробуйте знайти схеми чи діаграми у відкритих джерелах, які показують процес створення моделі для технічної системи (наприклад, для колеса чи двигуна).

У зошиті створіть схему етапів побудови моделі (визначення об'єкта, параметрів, рівнянь), додавши приклад для КГТЗ. Для кращого засвоєння ознайомтесь із навчальними матеріалами, які пояснюють, як принципи моделювання застосовуються до реальних систем, уникаючи складних формул. Це допоможе зрозуміти, як створювати моделі для аналізу робочих процесів КГТЗ.

### **3. Класифікація моделей: детерміновані та стохастичні для процесів**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на класифікації математичних моделей за типами: детерміновані (з чіткими закономірностями) та стохастичні (з урахуванням випадковості). Пошукайте у відкритих джерелах україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють відмінності між цими типами моделей у машинобудуванні.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах або освітніх платформах, де на прикладах показують, як детерміновані моделі застосовуються до руху КГТЗ, а стохастичні – до умов із невизначеністю (наприклад, нерівності дороги). У дистанційному форматі знайдіть вебіари, які розкривають класифікацію моделей, звертаючи увагу на їх використання в транспортних системах. Спробуйте знайти у відкритих джерелах приклади моделей, які описують детерміновані процеси (наприклад, тягові характеристики) чи стохастичні (наприклад, вплив погодних умов).

У зошиті складіть таблицю порівняння детермінованих і стохастичних моделей із прикладами для КГТЗ. Для поглиблення знань ознайомтесь із загальними принципами класифікації в україномовних матеріалах, уникаючи складних статистичних методів. Це допоможе зрозуміти, як вибирати тип моделі залежно від задачі.

#### **4. Класифікація моделей: статичні та динамічні в машинобудуванні**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на класифікацію моделей за характером процесів: статичні (для незмінних станів) та динамічні (для змін у часі). У відкритих джерелах пошукайте україномовні матеріали, які пояснюють ці типи моделей у контексті машинобудування, зокрема для КГТЗ.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах, де наводяться приклади статичних моделей (наприклад, аналіз міцності підвіски) та динамічних (наприклад, рух автомобіля). У дистанційному форматі знайдіть вебінари чи презентації, які демонструють застосування цих моделей у транспортних системах. Спробуйте знайти схеми у відкритих джерелах, які показують різницю між статичними та динамічними моделями, і проаналізуйте їх для КГТЗ.

У зошиті складіть таблицю, що порівнює ці типи моделей із прикладами (наприклад, статична – для розрахунку навантаження, динамічна – для розгону). Для кращого засвоєння ознайомтесь із навчальними матеріалами на україномовних платформах, уникаючи складних диференціальних рівнянь. Це допоможе зрозуміти, як вибрати модель залежно від характеру процесу.

#### **5. Використання принципів моделювання для робочих процесів транспортних засобів**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на застосуванні принципів моделювання до аналізу робочих процесів КГТЗ, таких як рух, гальмування чи маневреність. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні матеріали, які пояснюють, як моделі описують робочі процеси (наприклад, тягово-швидкісні характеристики чи стійкість).

Рекомендується переглянути відео чи статті на YouTube-каналах або технічних порталах, де показують приклади моделювання для транспортних засобів. У дистанційному форматі знайдіть вебінари, які розкривають, як принципи моделювання застосовуються до реальних процесів КГТЗ.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах приклади моделей для конкретних процесів (наприклад, рух гусеничного транспортного засобу) і проаналізуйте їх. У зошиті створіть схему, яка показує зв'язок принципів моделювання з робочими процесами (наприклад, як модель описує гальмування). Для поглиблення знань ознайомтесь із

навчальними матеріалами, які пояснюють практичне застосування моделей, уникаючи складних формул. Це допоможе зрозуміти, як моделі сприяють аналізу робочих процесів.

## **6. Теоретичні основи формалізації задач у машинобудуванні**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на теоретичні основи формалізації задач, які є першим етапом створення математичних моделей у машинобудуванні. У відкритих джерелах пошукайте україномовні матеріали, які пояснюють, як формалізувати задачу (визначення змінних, умов, обмежень) для КГТЗ.

Рекомендується переглянути статті чи відео на освітніх порталах, де описано процес формалізації для технічних систем, наприклад, для аналізу динаміки чи міцності. У дистанційному форматі знайдіть вебінари про формалізацію задач у машинобудуванні, звертаючи увагу на приклади для транспортних засобів. Спробуйте знайти у відкритих джерелах приклади формалізації задач (наприклад, для розрахунку навантаження на підвіску) і проаналізуйте їх.

У зошиті складіть конспект із етапами формалізації (визначення мети, параметрів, рівнянь) для задачі КГТЗ. Для кращого засвоєння ознайомтесь із навчальними матеріалами на україномовних платформах, уникаючи складних методологій. Це допоможе зрозуміти, як формалізація сприяє створенню точних моделей.

## **7. Методи опису інформації для побудови моделей систем**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на методах опису інформації, необхідних для створення математичних моделей систем КГТЗ. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні матеріали, які пояснюють, як структурувати дані для моделювання (наприклад, параметри двигуна чи підвіски).

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах, де описано методи збору та обробки інформації для моделей. У дистанційному форматі знайдіть вебінари чи презентації, які демонструють, як інформація про систему (наприклад, характеристики трансмісії) використовується для моделювання.

Спробуйте знайти приклади у відкритих джерелах, де наведено структури даних для моделей КГТЗ, і проаналізуйте їх. У зошиті створіть таблицю, яка показує, як інформація (наприклад, геометричні чи фізичні параметри) описується для моделі. Для поглиблення знань

ознайомтесь із навчальними матеріалами на україномовних платформах, уникаючи складних алгоритмів. Це допоможе зрозуміти, як правильно описувати інформацію для моделей.

## **8. Послідовність математичного моделювання процесів у машинобудуванні**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на послідовність етапів математичного моделювання процесів у машинобудуванні, зокрема для КГТЗ. У відкритих джерелах пошукайте україномовні матеріали, які пояснюють алгоритм моделювання (визначення об'єкта, параметрів, рівнянь, перевірка).

Рекомендується переглянути статті чи відео на YouTube-каналах або освітніх порталах, де наведено приклади моделювання процесів (наприклад, руху чи гальмування КГТЗ). У дистанційному форматі знайдіть вебінари, які розкривають послідовність створення моделей для технічних систем. Спробуйте знайти схеми чи діаграми у відкритих джерелах, які показують етапи моделювання, і проаналізуйте їх для КГТЗ.

У зошиті створіть схему послідовності моделювання для конкретного процесу (наприклад, аналізу стійкості). Для кращого засвоєння ознайомтесь із навчальними матеріалами, які пояснюють покроковий підхід до моделювання, уникаючи складних математичних деталей. Це допоможе зрозуміти, як створювати моделі для аналізу процесів КГТЗ.

### **Питання для самоперевірки**

1. Які теоретичні основи математичного моделювання в машинобудуванні?
2. Які принципи побудови математичних моделей для систем КГТЗ?
3. Як класифікуються моделі за типами (детерміновані та стохастичні) для процесів у машинобудуванні?
4. Як класифікуються моделі за характером (статичні та динамічні) в машинобудуванні?
5. Як застосовуються принципи моделювання для робочих процесів транспортних засобів?
6. Які теоретичні основи формалізації задач у машинобудуванні?
7. Які методи опису інформації для побудови моделей систем?
8. Яка послідовність математичного моделювання процесів у маши-

нобудуванні?

9. Як детерміновані моделі відрізняються від стохастичних у контексті систем КТЗ?
10. Яке значення статичних моделей порівняно з динамічними в машинобудуванні?

### **2.2.3 Тема 3. Використання математичних моделей у проєктуванні колісних транспортних засобів**

#### **1. Вступ до проєктування колісних транспортних засобів з моделями**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на розумінні ролі математичних моделей у процесі проєктування колісних транспортних засобів (КТЗ), таких як автомобілі чи трактори. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі застосовуються на етапах розробки КТЗ, зокрема для прогнозування їхньої поведінки. Рекомендується ознайомитись із статтями чи відео на україномовних освітніх порталах або YouTube-каналах, присвячених автомобільному машинобудуванню, де описано використання моделей для оцінки характеристик, таких як швидкість чи маневреність.

У дистанційному форматі перегляньте вебінари про автоматизоване проєктування, доступні на платформах типу Prometheus, звертаючи увагу на приклади моделювання для КТЗ. Спробуйте знайти у відкритих джерелах оглядові матеріали, які показують, як моделі допомагають оптимізувати проєктні рішення, наприклад, для вибору параметрів коліс чи підвіски. У зошиті складіть конспект із визначенням ролі моделей у проєктуванні та прикладами для КТЗ (наприклад, моделювання динаміки руху).

Для поглиблення знань ознайомтесь із матеріалами про загальні принципи проєктування транспортних засобів, уникаючи складних технічних деталей. Це допоможе сформуванню уявлення про те, як моделювання інтегрується в процес створення КТЗ, сприяючи підвищенню їхньої ефективності та надійності.

#### **2. Методи розрахунку елементів колісних систем за допомогою моделей**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на методи ро-

зрахунку елементів колісних систем, таких як колеса, осі чи елементи підвіски, за допомогою математичних моделей. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали на технічних порталах, які пояснюють, як моделі використовуються для розрахунку параметрів, наприклад, міцності чи геометрії коліс. Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади розрахунків для колісних систем.

У дистанційному форматі знайдіть вебінари чи презентації, які розкривають методи моделювання для елементів КТЗ, звертаючи увагу на прості формули для оцінки навантажень чи деформацій. Спробуйте знайти у відкритих джерелах приклади моделей для розрахунку параметрів колеса (наприклад, опору коченню) і проаналізуйте їх.

У зошиті створіть таблицю, яка порівнює різні методи розрахунку (аналітичні, числові) для елементів КТЗ. Для кращого засвоєння ознайомтесь із навчальними матеріалами на україномовних платформах, уникаючи складних математичних викладок. Це допоможе зрозуміти, як моделі забезпечують точність розрахунків і сприяють оптимізації конструкцій колісних систем.

### **3. Моделі проєктування коліс та підвіски транспортних засобів**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на застосуванні математичних моделей для проєктування коліс і підвіски КТЗ, які впливають на стійкість, маневреність і комфорт. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні матеріали, які пояснюють, як моделі допомагають вибрати параметри коліс (діаметр, матеріал) чи підвіски (жорсткість, амортизація).

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де наводяться приклади моделювання для цих елементів. У дистанційному форматі знайдіть вебінари про проєктування підвіски, доступні на україномовних освітніх платформах, звертаючи увагу на приклади моделей для оцінки динаміки чи міцності. Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи креслення коліс і підвісок, щоб проаналізувати, як моделі впливають на їхній дизайн.

У зошиті складіть схему, яка показує, як моделі застосовуються до проєктування колеса чи підвіски, із зазначенням ключових параметрів. Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними ма-

теріалами про базові принципи моделювання в машинобудуванні, уникаючи складних формул. Це допоможе зрозуміти, як моделі оптимізують конструкцію коліс і підвіски для підвищення ефективності КТЗ.

#### **4. Застосування моделей для тягово-швидкісних властивостей колісних КТЗ**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на використання математичних моделей для аналізу тягово-швидкісних властивостей КТЗ, які визначають їхню динаміку та ефективність. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі описують тягові характеристики чи швидкість руху. Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених автомобільній техніці, де показують приклади моделювання для оцінки тяги чи розгону. У дистанційному форматі знайдіть вебінари про моделювання динамічних характеристик, доступні на україномовних платформах.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах приклади моделей для тягово-швидкісних властивостей (наприклад, графіки залежності тяги від швидкості) і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює параметри тягово-швидкісних характеристик (сила тяги, швидкість, ККД) та їх зв'язок із моделями. Для кращого засвоєння ознайомтесь із навчальними матеріалами, які пояснюють, як моделі допомагають прогнозувати динаміку КТЗ, уникаючи складних розрахунків. Це допоможе зрозуміти, як моделювання сприяє підвищенню продуктивності транспортних засобів.

#### **5. Математичні моделі в проектуванні трансмісії колісних засобів**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на застосуванні математичних моделей для проектування трансмісії колісних транспортних засобів, яка забезпечує передачу крутного моменту. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні матеріали, які пояснюють, як моделі використовуються для аналізу роботи трансмісії (наприклад, ККД чи передавального числа). Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах, де наводяться приклади моделювання для трансмісій КТЗ. У дистанційному форматі знайдіть вебінари про проектування трансмісій, доступні на україномовних освітніх плат-

формах, звертаючи увагу на приклади моделей для оцінки ефективності. Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми трансмісій і проаналізуйте, як моделі впливають на їхній дизайн.

У зошиті створіть схему, яка показує, як моделі застосовуються до проектування трансмісії, із зазначенням ключових параметрів (наприклад, крутний момент). Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про принципи моделювання трансмісій, уникаючи складних технічних деталей. Це допоможе зрозуміти, як моделі оптимізують роботу трансмісії КТЗ.

## **6. Використання моделей для аналізу експлуатаційних властивостей**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на використання математичних моделей для оцінки експлуатаційних властивостей КТЗ, таких як надійність, економічність чи довговічність. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі аналізують ці властивості. Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених автомобільній техніці, де демонструються приклади моделювання для оцінки експлуатаційних характеристик.

У дистанційному форматі знайдіть вебіари про аналіз експлуатаційних властивостей, доступні на україномовних платформах. Спробуйте знайти у відкритих джерелах приклади моделей для оцінки економічності чи надійності КТЗ і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює експлуатаційні властивості (наприклад, витрати палива, знос деталей) та їх зв'язок із моделями. Для кращого засвоєння ознайомтесь із навчальними матеріалами, які пояснюють, як моделі допомагають прогнозувати поведінку КТЗ в експлуатації, уникаючи складних формул. Це допоможе зрозуміти, як моделювання сприяє підвищенню ефективності транспортних засобів.

## **7. Інтеграція моделей у автоматизоване проектування колісних систем**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на інтеграції математичних моделей у системи автоматизованого проектування (САПР) для колісних систем КТЗ. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні матеріали, які пояснюють, як моделі інтегруються в САПР для створення креслень чи симуляцій. Рекомендується переглянути статті

чи відео на технічних порталах, де показують приклади використання САПР для проєктування колісних систем. У дистанційному форматі знайдіть вебінари про автоматизоване проєктування, доступні на україномовних освітніх платформах, звертаючи увагу на приклади інтеграції моделей.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи приклади САПР-проєктів для КТЗ і проаналізуйте їх. У зошиті створіть схему, яка показує, як моделі інтегруються в САПР (наприклад, для моделювання підвіски). Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про принципи САПР, уникаючи складних технічних деталей. Це допоможе зрозуміти, як моделі підвищують ефективність автоматизованого проєктування.

## **8. Приклади оптимізації проєктування колісних транспортних засобів**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на приклади оптимізації проєктування КТЗ за допомогою математичних моделей, спрямованих на покращення характеристик, таких як економічність чи маневреність. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які наводять приклади оптимізації (наприклад, зменшення ваги чи підвищення ККД). Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади оптимізації за допомогою моделей. У дистанційному форматі знайдіть вебінари про оптимізацію в проєктуванні, доступні на україномовних платформах.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах приклади моделей для оптимізації (наприклад, для трансмісії чи підвіски) і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює параметри до і після оптимізації (наприклад, витрати палива чи міцність). Для кращого засвоєння ознайомтесь із навчальними матеріалами, які пояснюють, як моделі сприяють оптимізації, уникаючи складних алгоритмів. Це допоможе зрозуміти, як моделювання підвищує ефективність проєктування КТЗ.

### **Питання для самоперевірки**

1. Яке значення математичних моделей у проєктуванні колісних транспортних засобів?
2. Які методи розрахунку елементів колісних систем за допомогою

моделей?

3. Як моделі застосовуються для проєктування коліс та підвіски транспортних засобів?
4. Як моделі використовуються для тягово-швидкісних властивостей колісних КГТЗ?
5. Як математичні моделі застосовуються в проєктуванні трансмісії колісних засобів?
6. Як моделі допомагають аналізувати експлуатаційні властивості колісних КГТЗ?
7. Як інтегруються моделі в автоматизоване проєктування колісних систем?
8. Які приклади оптимізації проєктування колісних транспортних засобів за моделями?
9. Як моделі впливають на вибір конструктивних параметрів колісних засобів?
10. Яке значення моделювання для підвищення ефективності колісних КГТЗ?

#### **2.2.4 Тема 4. Моделі робочих процесів гусеничних транспортних засобів**

##### **1. Вступ до робочих процесів гусеничних транспортних засобів**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на розумінні робочих процесів гусеничних транспортних засобів (ГТЗ), таких як трактори чи бронетехніка, та їхнього зв'язку з математичним моделюванням. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали, які пояснюють основні робочі процеси ГТЗ, зокрема рух, маневреність, взаємодію з ґрунтом.

Рекомендується ознайомитись із статтями на сайтах технічних видавництв або україномовних освітніх порталах, таких як Prometheus, де розкриваються особливості експлуатації ГТЗ. Зверніть увагу на приклади, де описано, як моделі допомагають аналізувати динаміку руху чи навантаження на гусениці.

У дистанційному форматі перегляньте вебінари чи відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, які демонструють робочі процеси ГТЗ, наприклад, рух по нерівній поверхні. Спробуйте знайти у відкритих джерелах оглядові матеріали про принципи роботи

гусеничних систем і їхню залежність від моделей. У зошиті складіть конспект із переліком основних робочих процесів (рух, поворот, подолання перешкод) та їхнього зв'язку з моделюванням.

Для поглиблення знань ознайомтесь із україномовними матеріалами про загальні принципи роботи ГТЗ, уникаючи складних технічних деталей чи нормативних документів. Шукайте приклади відкритих баз даних із характеристиками гусеничних транспортних засобів (наприклад, параметри тракторів) і проаналізуйте, як ці дані можуть бути використані для створення моделей. Це допоможе сформулювати цілісне уявлення про роль математичного моделювання в аналізі робочих процесів ГТЗ, сприяючи розумінню їхньої ефективності та надійності в різних умовах експлуатації.

## **2. Класифікація моделей для гусеничних систем**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на класифікацію математичних моделей, які застосовуються до гусеничних систем, таких як моделі для аналізу руху, стійкості чи навантаження. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали на технічних порталах, які пояснюють, як моделі класифікуються за типами (детерміновані, стохастичні, статичні, динамічні) для ГТЗ.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де наводяться приклади класифікації моделей для гусеничних транспортних засобів, наприклад, для оцінки зчеплення з поверхнею. У дистанційному форматі знайдіть вебінари чи презентації на україномовних освітніх платформах, які розкривають, як різні типи моделей використовуються для аналізу гусеничних систем. Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи таблиці класифікації моделей і проаналізуйте їх у контексті ГТЗ.

У зошиті складіть таблицю, яка порівнює різні типи моделей (наприклад, статичні для міцності гусениць, динамічні для руху) із прикладами їхнього застосування. Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про принципи класифікації моделей у машинобудуванні, уникаючи складних математичних викладок.

Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до конкретних гусеничних систем, наприклад, для тракторів чи військової техніки. Це допоможе зрозуміти, як вибирати відповідний тип моделі залежно від задачі, підвищуючи точність аналізу робочих процесів ГТЗ.

### **3. Моделі маневреності гусеничних транспортних засобів**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на математичних моделях, які використовуються для аналізу маневреності гусеничних транспортних засобів, зокрема їхньої здатності виконувати повороти чи обходити перешкоди. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні матеріали, які пояснюють, як моделі описують маневреність, наприклад, через кути повороту чи радіус розвороту.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де наводяться приклади моделювання маневреності для ГТЗ, таких як трактори чи гусеничні платформи. У дистанційному форматі знайдіть вебіари про моделювання динамічних характеристик, доступні на україномовних освітніх платформах, звертаючи увагу на приклади для гусеничних систем. Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують, як моделі аналізують маневреність, і проаналізуйте їх. У зошиті створіть схему, яка відображає ключові параметри маневреності (наприклад, кут повороту, швидкість) та їхній зв'язок із моделями.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про динаміку руху ГТЗ, уникаючи складних формул. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі маневреності застосовуються до реальних задач, наприклад, руху по нерівній місцевості. Це допоможе зрозуміти, як моделювання сприяє оптимізації маневреності гусеничних транспортних засобів, підвищуючи їхню ефективність у складних умовах.

### **4. Моделі стійкості в робочих процесах гусеничних КТЗ**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на математичні моделі, які застосовуються для аналізу стійкості гусеничних транспортних засобів, зокрема їхньої здатності зберігати рівновагу на нерівних поверхнях. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі оцінюють стійкість, наприклад, через центр ваги чи розподіл навантажень.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади моделювання стійкості для ГТЗ. У дистанційному форматі знайдіть вебіари про аналіз стійкості, доступні на україномовних платформах, звертаючи увагу на приклади для гусеничних систем. Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують, як моделі

аналізують стійкість, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює параметри стійкості (наприклад, кут нахилу, розподіл ваги) та їхній зв'язок із моделями.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про принципи стійкості в машинобудуванні, уникаючи складних математичних викладок. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі стійкості застосовуються до ГТЗ, наприклад, для руху по схилах. Це допоможе зрозуміти, як моделювання забезпечує безпеку та надійність гусеничних транспортних засобів.

### **5. Застосування моделей для аналізу тягових характеристик**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на використанні математичних моделей для аналізу тягових характеристик гусеничних транспортних засобів, які визначають їхню здатність долати опір руху. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні матеріали, які пояснюють, як моделі описують тягові характеристики, наприклад, силу тяги чи ККД.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де наводяться приклади моделювання тягових властивостей для ГТЗ. У дистанційному форматі знайдіть вебінари про моделювання динамічних характеристик, доступні на україномовних платформах, звертаючи увагу на приклади для гусеничних систем. Спробуйте знайти у відкритих джерелах графіки чи таблиці, які показують залежність тяги від умов руху, і проаналізуйте їх.

У зошиті складіть схему, яка відображає ключові параметри тягових характеристик (сила тяги, швидкість) та їхній зв'язок із моделями. Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про тягові характеристики в машинобудуванні, уникаючи складних формул. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до реальних задач, наприклад, для тракторів у польових умовах. Це допоможе зрозуміти, як моделювання оптимізує тягові характеристики ГТЗ.

### **6. Моделі взаємодії гусениць з поверхнею в процесах руху**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на математичні моделі, які описують взаємодію гусениць із поверхнею (грунт, пісок, асфальт) під час руху. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі аналізують

зчеплення чи опір коченню гусениць. Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади моделювання взаємодії гусениць із поверхнею. У дистанційному форматі знайдіть вебінари про моделювання робочих процесів, доступні на україномовних платформах, звертаючи увагу на приклади для ГТЗ.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують, як моделі оцінюють зчеплення, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює параметри взаємодії (коефіцієнт зчеплення, опір) для різних поверхонь.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про принципи взаємодії гусениць, уникаючи складних математичних викладок. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до реальних умов, наприклад, руху по болотистій місцевості. Це допоможе зрозуміти, як моделювання підвищує ефективність руху ГТЗ.

## **7. Інтеграція моделей з обладнанням для гусеничних систем**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на інтеграції математичних моделей із обладнанням гусеничних систем, таких як приводи чи механізми керування. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні матеріали, які пояснюють, як моделі використовуються для аналізу роботи обладнання ГТЗ. Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах, де наводяться приклади інтеграції моделей із системами керування чи трансмісією.

У дистанційному форматі знайдіть вебінари про автоматизоване проєктування, доступні на україномовних платформах, звертаючи увагу на приклади для гусеничних систем. Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми обладнання ГТЗ і проаналізуйте, як моделі оптимізують їхню роботу. У зошиті створіть схему, яка показує, як моделі інтегруються з обладнанням (наприклад, приводом гусениць).

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про принципи інтеграції моделей, уникаючи складних технічних деталей. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до обладнання ГТЗ, наприклад, для керування рухом. Це допоможе зрозуміти, як моделювання підвищує ефективність обладнання гусеничних систем.

## **8. Приклади використання моделей у проєктуванні гусеничних процесів**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на конкретні приклади використання математичних моделей у проєктуванні робочих процесів гусеничних транспортних засобів, таких як оптимізація руху чи підвищення стійкості. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які наводять приклади моделювання для ГТЗ, наприклад, для аналізу маневреності чи тяги.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади використання моделей у проєктуванні. У дистанційному форматі знайдіть вебінари про проєктування ГТЗ, доступні на україномовних платформах, звертаючи увагу на практичні приклади. Спробуйте знайти у відкритих джерелах графіки чи схеми, які показують результати моделювання (наприклад, оптимізація параметрів гусениць), і проаналізуйте їх.

У зошиті складіть таблицю, яка порівнює приклади моделей для різних процесів (рух, поворот, стійкість). Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про практичне застосування моделей, уникаючи складних алгоритмів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі сприяють покращенню характеристик ГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як моделювання оптимізує проєктування гусеничних процесів.

### **Питання для самоперевірки**

1. Які робочі процеси гусеничних транспортних засобів охоплюють моделі?
2. Як класифікуються моделі для гусеничних систем?
3. Як моделі аналізують маневреність гусеничних транспортних засобів?
4. Як моделі оцінюють стійкість у робочих процесах гусеничних КГТЗ?
5. Як застосовуються моделі для тягових характеристик гусеничних засобів?
6. Як моделі описують взаємодію гусениць з поверхнею в процесах руху?
7. Як інтегруються моделі з обладнанням для гусеничних систем?
8. Які приклади використання моделей у проєктуванні гусеничних процесів?

9. Як моделі впливають на підвищення ефективності гусеничних КГТЗ?
10. Яке значення класифікації моделей для аналізу гусеничних систем?

### **2.2.5 Тема 5. Методи побудови математичних моделей для конструювання КГТЗ**

#### **1. Вступ до методів побудови моделей для конструювання**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на розумінні основних методів побудови математичних моделей, які застосовуються в конструюванні колісних та гусеничних транспортних засобів (КГТЗ). Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали, які пояснюють принципи створення моделей для технічних об'єктів, таких як підвіска чи трансмісія.

Рекомендується ознайомитись із статтями на сайтах технічних видавництв або україномовних освітніх порталах, таких як Prometheus, де розкриваються методи моделювання в машинобудуванні. Зверніть увагу на приклади, де моделі використовуються для конструювання елементів КГТЗ, наприклад, для розрахунку міцності чи геометричних параметрів.

У дистанційному форматі перегляньте вебінари чи відео на YouTube-каналах, присвячених автомобільному машинобудуванню, які демонструють, як методи моделювання застосовуються на практиці. Спробуйте знайти у відкритих джерелах оглядові матеріали про базові методи моделювання, уникаючи складних математичних викладок. У зошиті складіть конспект із переліком основних методів (аналітичні, числові, імітаційні) та їхньою роллю в конструюванні КГТЗ. Для поглиблення знань ознайомтесь із україномовними матеріалами про загальні принципи конструювання з використанням моделей, звертаючи увагу на приклади для транспортних засобів, таких як трактори чи автомобілі.

Шукайте відкриті бази даних із технічними характеристиками КГТЗ, щоб проаналізувати, як параметри використовуються для створення моделей. Це допоможе сформуванню цілісного уявлення про методи моделювання та їхнє значення для конструювання, сприяючи розробці ефективних і надійних конструкцій.

## **2. Формалізація конкретних задач конструювання КГТЗ**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на процес формалізації задач конструювання, який є першим етапом створення математичних моделей для КГТЗ. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали на технічних порталах, які пояснюють, як визначати змінні, умови та обмеження для задач конструювання, наприклад, для проєктування гусениць чи коліс.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади формалізації задач, таких як розрахунок навантаження на підвіску. У дистанційному форматі знайдіть вебіари на україномовних освітніх платформах, які розкривають етапи формалізації, звертаючи увагу на приклади для КГТЗ. Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи описи задач конструювання, щоб проаналізувати, як вони формалізуються для моделювання.

У зошиті складіть схему етапів формалізації (визначення мети, змінних, рівнянь) для конкретної задачі, наприклад, проєктування трансмісії. Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про формалізацію в машинобудуванні, уникаючи складних математичних методів.

Шукайте приклади у відкритих джерелах, де формалізація застосовується до реальних задач, таких як оптимізація міцності деталей. Це допоможе зрозуміти, як формалізація забезпечує точність і структурованість моделей для конструювання КГТЗ, сприяючи ефективному розв'язанню інженерних задач.

## **3. Методи математичного опису інформації для моделей**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на методах математичного опису інформації, необхідних для створення моделей у конструюванні КГТЗ. У відкритих джерелах пошукайте україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як структурувати дані (геометричні, фізичні параметри) для моделювання, наприклад, для коліс чи гусеничних механізмів.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де описано методи збору та обробки інформації для моделей. У дистанційному форматі знайдіть вебіари на україномовних платформах, які демонструють, як інформація про систему (наприклад, параметри двигуна) використовується для створен-

ня моделей. Спробуйте знайти у відкритих джерелах приклади структуризації даних для моделей КГТЗ, наприклад, для розрахунку навантажень, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка показує, як інформація (наприклад, маса, розміри) описується для моделі конкретного елемента КГТЗ.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про методи опису інформації в машинобудуванні, уникаючи складних алгоритмів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де математичний опис застосовується до конструювання, наприклад, для оцінки міцності деталей. Це допоможе зрозуміти, як правильно структурувати інформацію для створення точних і ефективних моделей у конструюванні КГТЗ.

#### **4. Послідовність побудови моделей для механізмів КГТЗ**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на послідовність етапів побудови математичних моделей для механізмів КГТЗ, таких як трансмісія чи підвіска. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють алгоритм моделювання (визначення об'єкта, параметрів, рівнянь, перевірка).

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади створення моделей для механізмів, наприклад, для гусеничного приводу. У дистанційному форматі знайдіть вебінари на україномовних освітніх платформах, які розкривають послідовність моделювання для технічних систем.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи діаграми, які показують етапи побудови моделей, і проаналізуйте їх для механізмів КГТЗ. У зошиті створіть схему послідовності моделювання для конкретного механізму, наприклад, для гальмівної системи. Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про покроковий підхід до моделювання в конструюванні, уникаючи складних математичних викладок.

Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі створюються для механізмів КГТЗ, наприклад, для аналізу роботи підвіски. Це допоможе зрозуміти, як послідовність моделювання забезпечує точність і ефективність конструювання механізмів.

#### **5. Методи моделювання систем у конструюванні транспорт-**

**них засобів**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на методах моделювання систем КГТЗ, таких як силові агрегати чи ходові частини, у процесі конструювання. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі застосовуються до систем транспортних засобів, наприклад, для аналізу динаміки чи міцності. Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де наводяться приклади моделювання систем, таких як трансмісія чи гусеничні механізми.

У дистанційному форматі знайдіть вебінари на україномовних платформах, які демонструють методи моделювання для систем КГТЗ. Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи приклади моделей для систем, наприклад, для оцінки роботи двигуна, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює різні методи моделювання (аналітичні, числові) для систем КГТЗ.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про принципи моделювання систем, уникаючи складних формул. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до конструювання систем, наприклад, для оптимізації ходової частини. Це допоможе зрозуміти, як методи моделювання сприяють створенню ефективних конструкцій КГТЗ.

**6. Застосування методів для детермінованих процесів у конструюванні**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на методи моделювання детермінованих процесів, які мають чіткі закономірності, у конструюванні КГТЗ. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють, як детерміновані моделі використовуються для аналізу процесів, таких як рух чи навантаження. Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади детермінованих моделей для конструювання, наприклад, для розрахунку міцності гусениць.

У дистанційному форматі знайдіть вебінари на україномовних платформах, які розкривають методи моделювання детермінованих процесів. Спробуйте знайти у відкритих джерелах приклади моделей для детермінованих процесів, наприклад, для аналізу роботи трансмісії, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть схему, яка показує, як де-

терміновані моделі застосовуються до конструювання (наприклад, для розрахунку навантажень). Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про детерміновані моделі, уникаючи складних математичних методів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де такі моделі застосовуються до КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як детерміновані методи забезпечують точність конструювання.

### **7. Методи для стохастичних аспектів у конструюванні КГТЗ**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на методи моделювання стохастичних аспектів, які враховують невизначеність, у конструюванні КГТЗ. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як стохастичні моделі застосовуються до аналізу процесів із невизначеністю, наприклад, умов експлуатації. Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах, де наводяться приклади стохастичних моделей для конструювання, наприклад, для оцінки зносу деталей.

У дистанційному форматі знайдіть вебінари на україномовних платформах, які демонструють методи моделювання стохастичних процесів. Спробуйте знайти у відкритих джерелах приклади моделей для стохастичних аспектів, наприклад, для аналізу роботи підвіски в різних умовах, і проаналізуйте їх.

У зошиті складіть таблицю, яка порівнює стохастичні та детерміновані методи моделювання для КГТЗ. Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про стохастичні моделі, уникаючи складних статистичних методів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де такі моделі застосовуються до конструювання. Це допоможе зрозуміти, як стохастичні методи враховують невизначеність у конструюванні КГТЗ.

### **8. Приклади побудови моделей для оптимізації конструкцій**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на конкретні приклади побудови математичних моделей для оптимізації конструкцій КГТЗ, таких як зменшення ваги чи підвищення міцності. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які наводять приклади моделювання для оптимізації, наприклад, для гусеничних механізмів чи коліс. Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади оптимізації конструкцій за допомогою моделей. У ди-

станційному форматі знайдіть вебіари на україномовних платформах, які розкривають приклади моделювання для конструювання. Спробуйте знайти у відкритих джерелах графіки чи схеми, які показують результати оптимізації (наприклад, зменшення маси деталі), і проаналізуйте їх.

У зошиті складіть таблицю, яка порівнює параметри конструкцій до і після оптимізації. Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про оптимізацію в конструюванні, уникаючи складних алгоритмів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі сприяють покращенню конструкцій КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як моделювання забезпечує ефективність і надійність у конструюванні.

### **Питання для самоперевірки**

1. Які основні методи побудови моделей для конструювання КГТЗ?
2. Як формалізуються конкретні задачі конструювання КГТЗ в моделях?
3. Які методи математичного опису інформації для моделей?
4. Яка послідовність побудови моделей для механізмів КГТЗ?
5. Як застосовуються методи моделювання систем у конструюванні транспортних засобів?
6. Як методи використовуються для детермінованих процесів у конструюванні КГТЗ?
7. Як методи застосовуються для стохастичних аспектів у конструюванні КГТЗ?
8. Які приклади побудови моделей для оптимізації конструкцій КГТЗ?
9. Як формалізація задач впливає на точність моделей у конструюванні?
10. Яке значення послідовності побудови моделей для ефективного конструювання?

## **2.2.6 Тема 6. Аналіз математичних моделей у виробництві та випробуванні КГТЗ**

### **1. Вступ до аналізу моделей у виробництві КГТЗ**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на розумінні ролі математичних моделей у процесі виробництва колісних та гусеничних

транспортних засобів (КГТЗ), зокрема в контексті оптимізації виробничих процесів. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі застосовуються для аналізу технологічних операцій, таких як складання чи обробка деталей. Рекомендується ознайомитись із статтями на сайтах технічних видавництв або україномовних освітніх порталах, таких як Prometheus, де розкривається значення моделей у виробництві.

Зверніть увагу на приклади, де моделі допомагають прогнозувати витрати матеріалів чи часу на виробництво КГТЗ, наприклад, для складальних ліній тракторів чи автомобілів. У дистанційному форматі перегляньте вебінари чи відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, які демонструють, як моделі використовуються для аналізу виробничих процесів.

Наприклад, зверніть увагу на україномовні відео, подібні до тих, що описують трансформацію технологій у виробництві (аналогічно тематиці «Из грузовика в AUTOTURISM» з YouTube, але уникаючи російськомовного контенту). У зошиті складіть конспект із переліком основних виробничих процесів (лиття, складання, обробка) та їхнього зв'язку з моделюванням.

Для поглиблення знань ознайомтесь із україномовними матеріалами про автоматизацію виробництва, уникаючи складних нормативних документів. Шукайте відкриті бази даних із прикладами технологічних процесів у машинобудуванні, щоб проаналізувати, як моделі сприяють ефективності. Це допоможе сформулювати уявлення про роль математичних моделей у підвищенні продуктивності виробництва КГТЗ.

## **2. Методи розрахунку моделей для поточних ліній виробництва**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на методи розрахунку математичних моделей, які застосовуються для оптимізації поточних ліній виробництва КГТЗ. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали на технічних порталах, які пояснюють, як моделі використовуються для планування виробничих ліній, наприклад, для складання трансмісій чи гусеничних систем.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади моделювання для потокового виробництва. У дистанційному форматі знайдіть

вебінари на україномовних освітніх платформах, які розкривають методи розрахунку, такі як оцінка часу чи витрат ресурсів. Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують моделі для оптимізації виробничих ліній, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює методи розрахунку (наприклад, аналітичні чи імітаційні) для виробничих процесів КГТЗ.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про автоматизацію виробництва, уникаючи складних математичних викладок. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до реальних ліній виробництва, наприклад, для складання автомобілів. Це допоможе зрозуміти, як розрахункові моделі сприяють підвищенню ефективності та зниженню витрат на поточних лініях виробництва КГТЗ.

### **3. Аналіз моделей контролю якості в машинобудуванні**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на використанні математичних моделей для контролю якості у виробництві КГТЗ, зокрема для перевірки деталей чи готових виробів. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі застосовуються для оцінки якості, наприклад, міцності чи точності виготовлення деталей.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де демонструються приклади моделювання для контролю якості, наприклад, для гусениць чи коліс. У дистанційному форматі знайдіть вебінари на україномовних платформах, які розкривають методи аналізу якості через моделі.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах приклади моделей для контролю якості, наприклад, для перевірки геометричних параметрів деталей, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть схему, яка показує, як моделі застосовуються до контролю якості (визначення параметрів, перевірка, аналіз відхилень).

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про принципи контролю якості в машинобудуванні, уникаючи складних статистичних методів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі використовуються для забезпечення якості виробництва КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як моделювання сприяє підвищенню надійності та відповідності стандартам у виробництві.

#### **4. Моделі випробовування робочих процесів транспортних засобів**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на математичні моделі, які застосовуються для випробовування робочих процесів КГТЗ, таких як рух, гальмування чи маневреність. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі використовуються для симуляції випробувань, наприклад, тестування стійкості чи тягових характеристик.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади моделювання для випробовувань КГТЗ. У дистанційному форматі знайдіть вебінари на україномовних платформах, які розкривають методи моделювання випробувань. Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують, як моделі симулюють випробування, і проаналізуйте їх.

У зошиті складіть таблицю, яка порівнює параметри випробувань (наприклад, швидкість, навантаження) та їхній зв'язок із моделями. Для поглиблення знань ознайомтеся із навчальними матеріалами про принципи випробовувань у машинобудуванні, уникаючи складних формул. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до тестування КГТЗ, наприклад, для оцінки роботи підвіски. Це допоможе зрозуміти, як моделювання підвищує точність і ефективність випробовувань.

#### **5. Методи аналізу режимів функціонування в випробуваннях**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на методи аналізу режимів функціонування КГТЗ, таких як різні режими руху чи навантаження, за допомогою математичних моделей. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі оцінюють режими функціонування, наприклад, нормальний рух чи екстремальні умови. Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади моделювання для аналізу режимів.

У дистанційному форматі знайдіть вебінари на україномовних платформах, які розкривають методи аналізу режимів функціонування. Спробуйте знайти у відкритих джерелах приклади моделей для різних режимів, наприклад, для руху по нерівній поверхні, і про-

аналізуйте їх. У зошиті складіть схему, яка показує, як моделі застосовуються до аналізу режимів (наприклад, швидкісний чи гальмівний режим). Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про принципи аналізу режимів, уникаючи складних математичних викладок. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі використовуються для оцінки режимів КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як моделювання сприяє аналізу функціонування транспортних засобів.

### **6. Застосування моделей для діагностики в виробництві**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на використання математичних моделей для діагностики несправностей чи дефектів у процесі виробництва КГТЗ. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі застосовуються для діагностики, наприклад, для виявлення відхилень у роботі деталей. Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади моделювання для діагностики.

У дистанційному форматі знайдіть вебінари на україномовних платформах, які розкривають методи діагностики через моделі. Спробуйте знайти у відкритих джерелах приклади моделей для діагностики, наприклад, для аналізу роботи трансмісії, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює параметри діагностики (наприклад, вібрація, знос) та їхній зв'язок із моделями.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про принципи діагностики в машинобудуванні, уникаючи складних методів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до діагностики КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як моделювання підвищує точність діагностики у виробництві.

### **7. Аналіз моделей ремонту та утилізації КГТЗ**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на математичних моделях, які застосовуються для аналізу процесів ремонту та утилізації КГТЗ. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі використовуються для оцінки ремонтних робіт чи утилізації деталей.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади моделювання для ремонту чи утилізації. У дистанційному форматі знайдіть вебінари

на україномовних платформах, які розкривають методи аналізу через моделі. Спробуйте знайти у відкритих джерелах приклади моделей для оцінки ремонтпридатності чи утилізації, наприклад, для гусеничних систем, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть схему, яка показує, як моделі застосовуються до ремонту чи утилізації.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про принципи ремонту та утилізації, уникаючи складних формул. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі сприяють ефективності цих процесів. Це допоможе зрозуміти, як моделювання оптимізує ремонт і утилізацію КГТЗ.

## **8. Приклади комплексного аналізу в виробництві та випробуваннях**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на приклади комплексного аналізу за допомогою математичних моделей у виробництві та випробуваннях КГТЗ. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які наводять приклади комплексного моделювання, наприклад, для оцінки виробництва та тестування підвіски. Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади комплексного аналізу.

У дистанційному форматі знайдіть вебіари на україномовних платформах, які розкривають приклади моделювання для виробництва та випробувань. Спробуйте знайти у відкритих джерелах графіки чи схеми, які показують результати комплексного аналізу, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює приклади моделей для різних процесів (виробництво, випробування).

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про комплексний аналіз, уникаючи складних алгоритмів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі сприяють оптимізації виробництва та випробувань КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як комплексний аналіз підвищує ефективність і якість.

### **Питання для самоперевірки**

1. Яке значення аналізу математичних моделей у виробництві КГТЗ?
2. Які методи розрахунку моделей для поточних ліній виробництва КГТЗ?
3. Як аналізуються моделі контролю якості в машинобудуванні?

4. Як моделі застосовуються для випробовування робочих процесів КГТЗ?
5. Які методи аналізу режимів функціонування в випробовуваннях?
6. Як моделі використовуються для діагностики в виробництві КГТЗ?
7. Як аналізуються моделі ремонту та утилізації КГТЗ?
8. Які приклади комплексного аналізу в виробництві та випробовуваннях КГТЗ?
9. Як контроль якості пов'язаний з моделями у виробництві КГТЗ?
10. Яке значення аналізу режимів функціонування для випробовувань КГТЗ?

### **2.2.7 Тема 7. Алгоритмічні моделі для автоматизованого проєктування КГТЗ**

#### **1. Вступ до алгоритмічних моделей в автоматизованому проєктуванні**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на розумінні ролі алгоритмічних моделей у автоматизованому проєктуванні колісних та гусеничних транспортних засобів (КГТЗ). Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, що таке алгоритмічні моделі та як вони застосовуються в автоматизованих системах проєктування (САПР).

Рекомендується ознайомитись із статтями на сайтах технічних видавництв або україномовних освітніх порталах, таких як Prometheus, де розкривається значення алгоритмів у машинобудуванні. Зверніть увагу на приклади, де алгоритмічні моделі використовуються для автоматизації проєктування елементів КГТЗ, наприклад, для оптимізації конструкції трансмісії чи підвіски.

У дистанційному форматі перегляньте вебінари чи відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, які демонструють, як алгоритми інтегруються в САПР для створення креслень чи симуляцій. Спробуйте знайти у відкритих джерелах оглядові матеріали про алгоритмічні підходи, уникаючи складних програмних кодів.

У зошиті складіть конспект із визначенням алгоритмічних моделей та їхньої ролі в автоматизованому проєктуванні КГТЗ, додавши приклади, такі як автоматизація розрахунків для гусеничних систем. Для поглиблення знань ознайомтесь із україномовними матеріалами

про принципи САПР, звертаючи увагу на приклади для транспортних засобів. Шукайте відкриті бази даних із характеристиками КГТЗ, щоб проаналізувати, як алгоритми використовуються для обробки даних. Це допоможе сформуванню уявлення про роль алгоритмічних моделей у підвищенні ефективності проектування КГТЗ.

## **2. Розробка алгоритмів для синтезу моделей КГТЗ**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на процес розробки алгоритмів для синтезу математичних моделей у проектуванні КГТЗ. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали на технічних порталах, які пояснюють, як створюються алгоритми для синтезу моделей, наприклад, для аналізу роботи коліс чи гусениць.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади розробки алгоритмів для синтезу, таких як розрахунок параметрів підвіски. У дистанційному форматі знайдіть вебінари на україномовних освітніх платформах, які розкривають етапи створення алгоритмів для моделей КГТЗ. Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи описи алгоритмів, щоб проаналізувати, як вони застосовуються до синтезу моделей. У зошиті складіть схему етапів розробки алгоритму (визначення задачі, вибір параметрів, кодування) для конкретної моделі, наприклад, для трансмісії.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про алгоритмізацію в машинобудуванні, уникаючи складних програмних деталей. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де алгоритми застосовуються до синтезу моделей, наприклад, для оптимізації конструкції. Це допоможе зрозуміти, як розробка алгоритмів сприяє створенню точних і ефективних моделей для проектування КГТЗ.

## **3. Алгоритми локальної оптимізації в проектуванні**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на алгоритмах локальної оптимізації, які використовуються для покращення окремих елементів КГТЗ у процесі проектування.

Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як локальна оптимізація застосовується до елементів, таких як колеса чи гусеничні механізми. Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-

каналах, де наводяться приклади алгоритмів локальної оптимізації, наприклад, для зменшення ваги деталей. У дистанційному форматі знайдіть вебіари на україномовних платформах, які розкривають методи локальної оптимізації в САПР.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах приклади алгоритмів, які оптимізують параметри, наприклад, міцність чи геометрію, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює параметри до і після локальної оптимізації (наприклад, маса чи міцність деталі). Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про принципи оптимізації в машинобудуванні, уникаючи складних математичних методів.

Шукайте приклади у відкритих джерелах, де локальна оптимізація застосовується до КГТЗ, наприклад, для підвіски. Це допоможе зрозуміти, як алгоритми локальної оптимізації підвищують ефективність і надійність конструкцій КГТЗ.

#### **4. Ітеративні алгоритми для транспортних систем**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на ітеративні алгоритми, які застосовуються для поступового вдосконалення моделей транспортних систем КГТЗ. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють, як ітеративні алгоритми використовуються для моделювання, наприклад, для аналізу динаміки руху.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади ітеративних алгоритмів для транспортних систем, таких як гальмівні механізми. У дистанційному форматі знайдіть вебіари на україномовних платформах, які розкривають принципи ітеративного моделювання.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують ітеративний процес, і проаналізуйте їх для КГТЗ. У зошиті складіть схему ітеративного алгоритму для конкретної системи, наприклад, для оптимізації роботи трансмісії.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про ітеративні методи в машинобудуванні, уникаючи складних алгоритмічних деталей. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де ітеративні алгоритми застосовуються до транспортних систем. Це допоможе зрозуміти, як ітеративні методи сприяють вдосконаленню моделей КГТЗ.

## **5. Застосування алгоритмів у проектуванні колісних КГТЗ**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на застосуванні алгоритмічних моделей у проектуванні колісних КГТЗ, таких як автомобілі чи трактори. У відкритих джерелах пошукайте україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як алгоритми використовуються для моделювання елементів колісних систем, наприклад, для розрахунку параметрів коліс чи підвіски.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де наводяться приклади алгоритмів для проектування колісних КГТЗ. У дистанційному форматі знайдіть вебінари на україномовних платформах, які демонструють застосування алгоритмів у САПР для колісних систем. Спробуйте знайти у відкритих джерелах приклади алгоритмів для моделювання, наприклад, для тягово-швидкісних характеристик, і проаналізуйте їх.

У зошиті складіть таблицю, яка порівнює алгоритми для різних елементів колісних КГТЗ (наприклад, для коліс чи трансмісії). Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про алгоритми в проектуванні, уникаючи складних програмних кодів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де алгоритми застосовуються до колісних систем. Це допоможе зрозуміти, як алгоритми підвищують ефективність проектування КГТЗ.

## **6. Алгоритмічні моделі для гусеничних транспортних засобів**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на алгоритмічні моделі, які застосовуються в проектуванні гусеничних транспортних засобів, таких як трактори чи бронетехніка. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють, як алгоритми використовуються для моделювання гусеничних систем, наприклад, для аналізу зчеплення чи маневреності.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади алгоритмів для гусеничних КГТЗ. У дистанційному форматі знайдіть вебінари на україномовних платформах, які розкривають застосування алгоритмів у проектуванні гусеничних систем.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи приклади алгоритмів для моделювання, наприклад, для гусеничного приводу, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть схему, яка показує, як алгоритми застосовуються до гусеничних систем. Для поглиблення знань

ознайомтесь із навчальними матеріалами про алгоритми в машинобудуванні, уникаючи складних програмних деталей. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де алгоритми застосовуються до гусеничних КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як алгоритми оптимізують проектування гусеничних систем.

### **7. Реалізація алгоритмів з обчислювальною технікою**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на реалізації алгоритмічних моделей за допомогою обчислювальної техніки в проектуванні КГТЗ. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють, як алгоритми інтегруються в програмне забезпечення для моделювання, наприклад, у САПР.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади реалізації алгоритмів для аналізу КГТЗ. У дистанційному форматі знайдіть вебінари на україномовних платформах, які розкривають принципи інтеграції алгоритмів із обчислювальною технікою.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах приклади реалізації алгоритмів, наприклад, для симуляції роботи підвіски, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть схему, яка показує, як алгоритми реалізуються в обчислювальних системах для КГТЗ. Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про використання обчислювальної техніки в проектуванні, уникаючи складних програмних кодів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де алгоритми застосовуються в САПР. Це допоможе зрозуміти, як обчислювальна техніка підвищує ефективність алгоритмів у проектуванні КГТЗ.

### **8. Приклади ефективної реалізації алгоритмічних моделей**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на конкретні приклади ефективної реалізації алгоритмічних моделей у проектуванні КГТЗ, спрямованих на оптимізацію конструкцій чи процесів. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які наводять приклади реалізації алгоритмів, наприклад, для оптимізації маневреності чи економічності.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади ефективних алгоритмів. У дистанційному форматі знайдіть вебінари на україномовних платформах, які розкривають приклади реалізації алгоритмів у

проектуванні. Спробуйте знайти у відкритих джерелах графіки чи схеми, які показують результати реалізації алгоритмів, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює приклади алгоритмів для різних задач КГТЗ (наприклад, для трансмісії чи підвіски).

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про ефективну реалізацію алгоритмів, уникаючи складних програмних деталей. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де алгоритми сприяють покращенню характеристик КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як алгоритмічні моделі оптимізують проектування КГТЗ.

### **Питання для самоперевірки**

1. Яке значення алгоритмічних моделей в автоматизованому проектуванні КГТЗ?
2. Як розробляються алгоритми для синтезу моделей КГТЗ?
3. Як алгоритми локальної оптимізації застосовуються в проектуванні КГТЗ?
4. Як ітеративні алгоритми використовуються для транспортних систем КГТЗ?
5. Як застосовуються алгоритми в проектуванні колісних КГТЗ?
6. Як алгоритмічні моделі застосовуються для гусеничних транспортних засобів?
7. Як реалізуються алгоритми з обчислювальною технікою в проектуванні КГТЗ?
8. Які приклади ефективної реалізації алгоритмічних моделей у КГТЗ?
9. Як синтез моделей пов'язаний з алгоритмами в автоматизованому проектуванні?
10. Яке значення ітеративних алгоритмів для оптимізації КГТЗ?

## **2.2.8 Тема 8. Моделі робочих процесів з урахуванням невизначеності умов експлуатації**

### **1. Вступ до моделей з невизначеністю в експлуатації КГТЗ**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на розумінні ролі математичних моделей, які враховують невизначеність умов експлуатації колісних та гусеничних транспортних засобів (КГТЗ), таких як нерівності дороги, погодні умови чи змінні навантаження. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали на сайтах

технічних видавництв або освітніх порталах, таких як Prometheus, які пояснюють, як моделі адаптуються до невизначених умов.

Рекомендується переглянути статті чи відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де розкривається значення моделей для аналізу експлуатаційних процесів КГТЗ, наприклад, руху по бездоріжжю чи в дощ. У дистанційному форматі знайдіть вебінари, які демонструють, як моделі враховують невизначеність, звертаючи увагу на приклади для транспортних засобів, таких як трактори чи автомобілі. Спробуйте знайти у відкритих джерелах оглядові матеріали про вплив невизначеності на робочі процеси, уникаючи складних статистичних викладок.

У зошиті складіть конспект із визначенням невизначеності в експлуатації та роллю моделей у її врахуванні, додавши приклади, такі як зміна зчеплення з поверхнею. Для поглиблення знань ознайомтесь із україномовними матеріалами про моделювання в умовах невизначеності, звертаючи увагу на приклади для КГТЗ.

Шукайте відкриті бази даних із характеристиками умов експлуатації (наприклад, типи поверхонь чи кліматичні фактори) і проаналізуйте, як ці дані використовуються для моделей. Це допоможе сформуванню уявлення про те, як моделі з невизначеністю підвищують надійність і адаптивність КГТЗ у реальних умовах експлуатації.

## **2. Комплексність задач робочих процесів у невизначених умовах**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на комплексність задач моделювання робочих процесів КГТЗ, які враховують невизначеність умов експлуатації, таких як змінна якість дорожнього покриття чи погодні фактори. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали на технічних порталах, які пояснюють, як комплексні задачі моделювання враховують множинні фактори, наприклад, зчеплення чи навантаження.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади моделювання складних процесів, таких як рух гусеничного транспортного засобу по болотистій місцевості. У дистанційному форматі знайдіть вебінари на україномовних платформах, які розкривають методи аналізу комплексних задач із невизначеністю.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи описи ком-

плексних моделей для КГТЗ і проаналізуйте, як вони враховують кілька змінних. У зошиті складіть схему, яка відображає комплексність задачі моделювання (наприклад, змінні для зчеплення, погоди, навантаження) для конкретного процесу, такого як маневреність.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про комплексний підхід до моделювання, уникаючи складних математичних методів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до реальних задач із невизначеністю, наприклад, для руху по нерівній поверхні. Це допоможе зрозуміти, як моделі справляються з комплексністю умов експлуатації КГТЗ, забезпечуючи точність і адаптивність.

### **3. Моделі для колісних систем з невизначеністю**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на математичних моделях, які враховують невизначеність умов експлуатації для колісних систем КГТЗ, таких як автомобілі чи трактори. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі аналізують роботу колісних систем у змінних умовах, наприклад, при зміні типу дороги чи погодних умов.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де наводяться приклади моделювання для колісних КГТЗ, таких як оцінка зчеплення коліс із поверхнею. У дистанційному форматі знайдіть вебінари на україномовних платформах, які демонструють, як моделі враховують невизначеність для колісних систем. Спробуйте знайти у відкритих джерелах графіки чи схеми, які показують моделі для колісних систем у невизначених умовах, і проаналізуйте їх.

У зошиті складіть таблицю, яка порівнює параметри невизначеності (наприклад, коефіцієнт зчеплення, вологість) та їхній зв'язок із моделями. Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про моделювання колісних систем, уникаючи складних формул. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до реальних умов, наприклад, для руху по слизькій дорозі. Це допоможе зрозуміти, як моделі підвищують надійність і ефективність колісних КГТЗ у змінних умовах експлуатації.

### **4. Моделі для гусеничних процесів у складних умовах**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на математичні

моделі, які враховують невизначеність умов експлуатації для гусеничних транспортних засобів, таких як трактори чи бронетехніка. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі аналізують роботу гусеничних систем у складних умовах, наприклад, на болотистій місцевості чи при сильному вітрі.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади моделювання для гусеничних КГТЗ. У дистанційному форматі знайдіть вебінари на україномовних платформах, які розкривають методи моделювання для гусеничних систем у невизначених умовах. Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують моделі для гусеничних процесів, і проаналізуйте їх.

У зошиті складіть схему, яка відображає параметри невизначеності (наприклад, тип ґрунту, навантаження) та їхній зв'язок із моделями. Для поглиблення знань ознайомтеся із навчальними матеріалами про моделювання гусеничних систем, уникаючи складних математичних викладок. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до реальних умов, наприклад, для руху по нерівній поверхні. Це допоможе зрозуміти, як моделі забезпечують адаптивність гусеничних КГТЗ у складних умовах.

## **5. Методи аналізу невизначеності в експлуатації**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на методи аналізу невизначеності в експлуатаційних умовах КГТЗ, таких як статистичні чи імовірнісні підходи. У відкритих джерелах пошукайте україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як методи аналізу враховують невизначеність, наприклад, для оцінки впливу погодних умов чи типу поверхні.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де наводяться приклади методів аналізу невизначеності для КГТЗ. У дистанційному форматі знайдіть вебінари на україномовних платформах, які демонструють методи аналізу, такі як Монте-Карло чи імітаційне моделювання.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах приклади методів аналізу невизначеності і проаналізуйте їх для КГТЗ. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює методи аналізу (статистичні, імітаційні) та їхнє застосування до експлуатаційних умов. Для поглиблення знань

ознайомтесь із навчальними матеріалами про аналіз невизначеності, уникаючи складних статистичних методів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де методи застосовуються до КГТЗ, наприклад, для оцінки стійкості. Це допоможе зрозуміти, як методи аналізу підвищують точність моделей у невизначених умовах.

## **6. Застосування стохастичних моделей для умов**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на стохастичні моделі, які враховують випадковість і невизначеність умов експлуатації КГТЗ. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють, як стохастичні моделі застосовуються до аналізу умов, наприклад, для оцінки зносу чи маневреності.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади стохастичних моделей для КГТЗ. У дистанційному форматі знайдіть вебінари на україномовних платформах, які розкривають принципи стохастичного моделювання. Спробуйте знайти у відкритих джерелах приклади стохастичних моделей, наприклад, для аналізу руху в змінних умовах, і проаналізуйте їх.

У зошиті складіть схему, яка показує, як стохастичні моделі застосовуються до умов експлуатації (наприклад, для оцінки зчеплення). Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про стохастичні моделі, уникаючи складних статистичних методів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де стохастичні моделі застосовуються до КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як стохастичні моделі підвищують адаптивність КГТЗ у невизначених умовах.

## **7. Інтеграція моделей з факторами експлуатації**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на інтеграції математичних моделей із факторами експлуатації, такими як погодні умови чи тип поверхні, для КГТЗ. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі враховують ці фактори для аналізу робочих процесів.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади інтеграції моделей із факторами експлуатації. У дистанційному форматі знайдіть вебінари на україномовних платформах, які розкривають принципи інтеграції моделей. Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи

графіки, які показують, як моделі враховують фактори, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює фактори експлуатації (наприклад, тип ґрунту, температура) та їхній зв'язок із моделями.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про інтеграцію моделей, уникаючи складних алгоритмів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі інтегруються з умовами експлуатації. Це допоможе зрозуміти, як інтеграція підвищує ефективність моделей КГТЗ.

### **8. Приклади розв'язання задач з невизначеністю**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на конкретні приклади розв'язання задач із невизначеністю за допомогою математичних моделей для КГТЗ. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які наводять приклади моделювання для умов із невизначеністю, наприклад, для оцінки маневреності чи стійкості.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади розв'язання таких задач. У дистанційному форматі знайдіть вебіари на україномовних платформах, які розкривають приклади моделювання з невизначеністю. Спробуйте знайти у відкритих джерелах графіки чи схеми, які показують результати розв'язання задач, і проаналізуйте їх.

У зошиті складіть таблицю, яка порівнює приклади задач із невизначеністю (наприклад, рух у дощ, нерівна поверхня). Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про розв'язання задач із невизначеністю, уникаючи складних алгоритмів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі сприяють адаптивності КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як моделі оптимізують робочі процеси в умовах невизначеності.

### **Питання для самоперевірки**

1. Яке значення моделей з невизначеністю в експлуатації КГТЗ?
2. Як комплексність задач робочих процесів враховується в невизначених умовах?
3. Як моделі застосовуються для колісних систем з невизначеністю?
4. Як моделі застосовуються для гусеничних процесів у складних умовах?
5. Які методи аналізу невизначеності в експлуатації КГТЗ?

6. Як застосовуються стохастичні моделі для умов експлуатації КГТЗ?
7. Як інтегруються моделі з факторами експлуатації КГТЗ?
8. Які приклади розв'язання задач з невизначеністю для КГТЗ?
9. Як стохастичні моделі відрізняються від детермінованих у невизначених умовах?
10. Яке значення комплексності задач для моделювання невизначеності?

## **2.2.9 Тема 9. Оптимізація математичних моделей для покращення експлуатаційних властивостей КГТЗ**

### **1. Вступ до оптимізації математичних моделей КГТЗ**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на розумінні ролі оптимізації математичних моделей у покращенні експлуатаційних властивостей колісних та гусеничних транспортних засобів (КГТЗ), таких як економічність, надійність чи маневреність.

Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали на сайтах технічних видавництв або освітніх порталах, таких як Prometheus, які пояснюють, як оптимізація моделей сприяє підвищенню характеристик КГТЗ. Рекомендується ознайомитись із статтями чи відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де розкривається значення оптимізації для транспортних засобів, наприклад, для зменшення витрат палива чи підвищення стійкості. Зверніть увагу на приклади, де моделі оптимізують параметри, такі як геометрія коліс чи гусениць.

Перегляньте вебіари чи відео, які демонструють, як оптимізація моделей застосовується до КГТЗ, наприклад, для тракторів чи автомобілів. Спробуйте знайти у відкритих джерелах оглядові матеріали про принципи оптимізації, уникаючи складних математичних викладок. У зошиті складіть конспект із визначенням оптимізації моделей та її ролі в покращенні експлуатаційних властивостей, додавши приклади, такі як оптимізація трансмісії.

Для поглиблення знань ознайомтесь із україномовними матеріалами про загальні принципи оптимізації в машинобудуванні, звертаючи увагу на приклади для КГТЗ. Шукайте відкриті бази даних із характеристиками транспортних засобів, щоб проаналізувати, як параметри оптимізуються за допомогою моделей. Це допоможе сфор-

мувати уявлення про те, як оптимізація моделей підвищує ефективність і надійність КГТЗ у реальних умовах експлуатації.

## **2. Методи оптимізації для експлуатаційних характеристик**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на методи оптимізації математичних моделей, спрямовані на покращення експлуатаційних характеристик КГТЗ, таких як швидкість, економічність чи довговічність. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали на технічних порталах, які пояснюють методи оптимізації, наприклад, градієнтні чи ітеративні методи.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади оптимізації характеристик, таких як тягово-швидкісні властивості чи знос деталей. Зосередьтесь на прикладах, де методи оптимізації застосовуються до елементів КГТЗ, наприклад, для підвіски чи трансмісії. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які розкривають методи оптимізації для транспортних засобів.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують результати оптимізації, і проаналізуйте їх для КГТЗ. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює методи оптимізації (наприклад, аналітичні, числові) та їхнє застосування до експлуатаційних характеристик. Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про принципи оптимізації в машинобудуванні, уникаючи складних математичних методів.

Шукайте приклади у відкритих джерелах, де методи застосовуються до КГТЗ, наприклад, для зменшення ваги конструкції. Це допоможе зрозуміти, як методи оптимізації підвищують ефективність експлуатаційних характеристик КГТЗ.

## **3. Оптимізація моделей для колісних транспортних засобів**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на оптимізації математичних моделей для покращення експлуатаційних властивостей колісних транспортних засобів, таких як автомобілі чи трактори. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі оптимізують характеристики колісних систем, наприклад, маневреність чи економічність.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де наводяться приклади оптимізації для

колісних КГТЗ, таких як зменшення опору коченню чи підвищення стійкості. Зверніть увагу на приклади, де моделі застосовуються до коліс чи підвіски. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які демонструють оптимізацію моделей для колісних систем.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах графіки чи схеми, які показують результати оптимізації, наприклад, для тягових характеристик, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть схему, яка відображає параметри оптимізації (наприклад, діаметр колеса, жорсткість підвіски) та їхній зв'язок із моделями.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про оптимізацію колісних систем, уникаючи складних формул. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до реальних умов, наприклад, для руху по асфальту чи бездоріжжю. Це допоможе зрозуміти, як оптимізація моделей підвищує ефективність і надійність колісних КГТЗ.

#### **4. Оптимізація моделей для гусеничних транспортних засобів**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на оптимізацію математичних моделей для покращення експлуатаційних властивостей гусеничних транспортних засобів, таких як трактори чи бронетехніка. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі оптимізують характеристики гусеничних систем, наприклад, зчеплення чи маневреність.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади оптимізації для гусеничних КГТЗ, таких як підвищення стійкості на нерівній поверхні. Зосередьтесь на прикладах, де моделі застосовуються до гусениць чи приводів. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які розкривають методи оптимізації для гусеничних систем.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують результати оптимізації, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює параметри оптимізації (наприклад, коефіцієнт зчеплення, вага гусениць) та їхній зв'язок із моделями.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про оптимізацію гусеничних систем, уникаючи складних математичних викладок. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до реальних умов, наприклад, для руху по болотистій

місцевості. Це допоможе зрозуміти, як оптимізація моделей підвищує ефективність гусеничних КГТЗ.

### **5. Методи локальної оптимізації моделей**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на методи локальної оптимізації математичних моделей, спрямовані на покращення окремих експлуатаційних характеристик КГТЗ, таких як міцність чи економічність. У відкритих джерелах пошукайте україномовні навчальні матеріали, які пояснюють локальну оптимізацію, наприклад, градієнтні методи чи методи пошуку екстремуму.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де наводяться приклади локальної оптимізації для КГТЗ, таких як зменшення ваги деталей чи підвищення ККД трансмісії. Зверніть увагу на приклади для окремих елементів, таких як колеса чи гусениці. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які демонструють методи локальної оптимізації.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах приклади локальної оптимізації, наприклад, для підвіски, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть схему, яка показує, як методи локальної оптимізації застосовуються до конкретних характеристик.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про локальну оптимізацію, уникаючи складних алгоритмів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де локальна оптимізація застосовується до КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як методи локальної оптимізації підвищують ефективність окремих елементів КГТЗ.

### **6. Методи глобальної оптимізації моделей**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на методи глобальної оптимізації математичних моделей, які спрямовані на комплексне покращення експлуатаційних властивостей КГТЗ. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють глобальну оптимізацію, наприклад, генетичні алгоритми чи методи Монте-Карло.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади глобальної оптимізації для КГТЗ, таких як покращення економічності чи стійкості. Зосередьтесь на прикладах для цілісних систем, таких як ходова частина. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які роз-

кривають методи глобальної оптимізації. Спробуйте знайти у відкритих джерелах приклади глобальної оптимізації, наприклад, для трансмісії, і проаналізуйте їх.

У зошиті складіть таблицю, яка порівнює методи глобальної та локальної оптимізації для КГТЗ. Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про глобальну оптимізацію, уникаючи складних алгоритмів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де глобальна оптимізація застосовується до КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як методи глобальної оптимізації підвищують загальну ефективність КГТЗ.

## **7. Інтеграція оптимізаційних моделей у САПР**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на інтеграції оптимізаційних математичних моделей у системи автоматизованого проектування (САПР) для КГТЗ. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі інтегруються в САПР для оптимізації конструкцій чи процесів.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади інтеграції моделей у САПР, наприклад, для коліс чи гусениць. Зверніть увагу на приклади, де САПР використовується для оптимізації параметрів. Перегляньте вебіари на україномовних платформах, які розкривають принципи інтеграції моделей у САПР.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують інтеграцію моделей, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть схему, яка показує, як оптимізаційні моделі інтегруються в САПР для КГТЗ. Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про САПР, уникаючи складних програмних деталей. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де інтеграція моделей підвищує ефективність проектування. Це допоможе зрозуміти, як САПР оптимізує конструкції КГТЗ за допомогою моделей.

## **8. Приклади оптимізації експлуатаційних властивостей**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на конкретні приклади оптимізації експлуатаційних властивостей КГТЗ за допомогою математичних моделей, таких як покращення економічності чи маневреності. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які наводять приклади оптимізації, наприклад, для

зменшення витрат палива чи підвищення стійкості. Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади оптимізації для КГТЗ.

Зосередьтесь на прикладах для конкретних систем, таких як підвіска чи трансмісія. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які розкривають приклади оптимізації. Спробуйте знайти у відкритих джерелах графіки чи схеми, які показують результати оптимізації, і проаналізуйте їх.

У зошиті складіть таблицю, яка порівнює приклади оптимізації для різних властивостей КГТЗ. Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про оптимізацію, уникаючи складних алгоритмів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі сприяють покращенню характеристик КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як оптимізація підвищує ефективність експлуатації КГТЗ.

### **Питання для самоперевірки**

1. Яке значення оптимізації математичних моделей для експлуатаційних властивостей КГТЗ?
2. Як постановляються задачі оптимізації в КГТЗ?
3. Як оптимізація моделей застосовується для підвищення ефективності КГТЗ?
4. Як оптимізація моделей застосовується для підвищення конкурентоздатності КГТЗ?
5. Як оптимізація моделей застосовується для тягових характеристик КГТЗ?
6. Як методи локальної оптимізації застосовуються для експлуатаційних процесів КГТЗ?
7. Як ітеративні методи застосовуються для покращення експлуатаційних властивостей КГТЗ?
8. Які приклади оптимізації в транспортному машинобудуванні?
9. Як оптимізація впливає на експлуатаційні властивості КГТЗ?
10. Яке значення постановки задач для ефективної оптимізації?

## **2.2.10 Тема 10. Математичне моделювання динаміки руху КГТЗ**

### **1. Вступ до моделювання динаміки руху КГТЗ**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на розумінні основ

математичного моделювання динаміки руху колісних та гусеничних транспортних засобів (КГТЗ), таких як автомобілі, трактори чи бронетехніка. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали на сайтах технічних видавництв або освітніх порталах, таких як Prometheus, які пояснюють, що таке динаміка руху та як моделі застосовуються для її аналізу.

Рекомендується ознайомитись із статтями чи відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де розкривається значення моделювання для оцінки руху КГТЗ, наприклад, швидкості чи стійкості. Зверніть увагу на приклади, де моделі аналізують динамічні характеристики, такі як розгін чи гальмування.

Перегляньте вебінари чи відео, які демонструють основи моделювання динаміки для транспортних засобів. Спробуйте знайти у відкритих джерелах оглядові матеріали про принципи моделювання динаміки, уникаючи складних математичних викладок.

У зошиті складіть конспект із визначенням динаміки руху та ролі моделей у її аналізі, додавши приклади для КГТЗ, наприклад, моделювання руху трактора. Для поглиблення знань ознайомтесь із україномовними матеріалами про загальні принципи динаміки в машинобудуванні, звертаючи увагу на приклади для транспортних засобів. Шукайте відкриті бази даних із характеристиками КГТЗ, щоб проаналізувати, як параметри, такі як маса чи потужність, використовуються для моделей. Це допоможе сформулювати уявлення про те, як моделювання динаміки сприяє аналізу руху КГТЗ та підвищенню їхньої ефективності.

## **2. Базові моделі динаміки колісних транспортних засобів**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на базові математичні моделі, які використовуються для аналізу динаміки колісних транспортних засобів, таких як автомобілі чи трактори. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали на технічних порталах, які пояснюють, як моделі описують рух колісних КГТЗ, наприклад, через рівняння руху чи сили опору.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади базових моделей для колісних систем, таких як оцінка розгону чи гальмування. Зосередьтесь на прикладах, де моделі застосовуються до коліс чи підвіски. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які

розкривають принципи створення базових моделей динаміки. Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують базові моделі для колісних КГТЗ, і проаналізуйте їх.

У зошиті складіть таблицю, яка порівнює параметри базових моделей (наприклад, швидкість, сила тяги) та їхнє застосування. Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про динаміку колісних систем, уникаючи складних формул. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де базові моделі застосовуються до реальних умов, наприклад, для руху по асфальту. Це допоможе зрозуміти, як базові моделі сприяють аналізу динаміки колісних КГТЗ та їхньої оптимізації.

### **3. Моделі динаміки гусеничних систем**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на математичних моделях, які описують динаміку гусеничних транспортних засобів, таких як трактори чи бронетехніка. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі аналізують рух гусеничних систем, наприклад, через зчеплення з поверхнею чи розподіл навантажень.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де наводяться приклади моделей для гусеничних КГТЗ, таких як оцінка маневреності чи стійкості. Зверніть увагу на приклади, де моделі застосовуються до гусениць чи приводів. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які демонструють принципи моделювання динаміки гусеничних систем.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують моделі для гусеничних КГТЗ, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть схему, яка відображає параметри динаміки (наприклад, зчеплення, швидкість) та їхній зв'язок із моделями.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про динаміку гусеничних систем, уникаючи складних математичних викладок. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до реальних умов, наприклад, для руху по бездоріжжю. Це допоможе зрозуміти, як моделі підвищують ефективність аналізу динаміки гусеничних КГТЗ.

### **4. Теорія динаміки трансмісії для КГТЗ**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на теорію ди-

наміки трансмісії КГТЗ, яка описує передачу крутного моменту та її вплив на рух. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали на технічних порталах, які пояснюють, як моделі аналізують роботу трансмісії, наприклад, через ККД чи передавальне число.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади моделей для трансмісії КГТЗ, таких як оцінка ефективності передачі потужності. Зосередьтесь на прикладах для колісних чи гусеничних систем. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які розкривають принципи моделювання динаміки трансмісії.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують моделі для трансмісії, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює параметри динаміки трансмісії (наприклад, крутний момент, втрати енергії) та їхній зв'язок із моделями.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про теорію трансмісії, уникаючи складних формул. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до трансмісії КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як моделі сприяють аналізу та оптимізації динаміки трансмісії.

## **5. Розрахунки моделей для прямолінійного руху**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на математичних моделях, які використовуються для розрахунків прямолінійного руху КГТЗ, такого як рівномірний рух чи розгін. У відкритих джерелах пошукайте україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі описують прямолінійний рух, наприклад, через сили тяги чи опору.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де наводяться приклади розрахунків для прямолінійного руху КГТЗ, таких як оцінка швидкості чи витрат палива. Зверніть увагу на приклади для колісних чи гусеничних систем. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які демонструють методи розрахунків для прямолінійного руху.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах графіки чи схеми, які показують моделі для прямолінійного руху, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть схему, яка відображає параметри прямолінійного руху (наприклад, швидкість, сила тяги) та їхній зв'язок із моделями. Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про ро-

зрахунки руху, уникаючи складних формул. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до прямолінійного руху. Це допоможе зрозуміти, як моделі підвищують точність аналізу прямолінійного руху КГТЗ.

## **6. Моделі криволінійного руху в динаміці**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на математичні моделі, які описують криволінійний рух КГТЗ, такий як повороти чи маневри. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі аналізують криволінійний рух, наприклад, через радіус повороту чи кутові прискорення. Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади моделей для криволінійного руху, таких як маневреність трактора.

Зосередьтесь на прикладах для колісних чи гусеничних систем. Перегляньте вебіари на україномовних платформах, які розкривають принципи моделювання криволінійного руху. Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують моделі для криволінійного руху, і проаналізуйте їх.

У зошиті складіть таблицю, яка порівнює параметри криволінійного руху (наприклад, радіус повороту, швидкість) та їхній зв'язок із моделями. Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про динаміку криволінійного руху, уникаючи складних формул. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до маневрів КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як моделі оптимізують криволінійний рух КГТЗ.

## **7. Аналіз факторів впливу на динаміку**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на аналіз факторів, які впливають на динаміку руху КГТЗ, таких як поверхня, навантаження чи погодні умови. У відкритих джерелах пошукайте україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі враховують ці фактори для аналізу динаміки.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де наводяться приклади аналізу факторів, таких як зчеплення чи опір руху. Зверніть увагу на приклади для колісних чи гусеничних систем. Перегляньте вебіари на україномовних платформах, які демонструють методи аналізу факторів впливу.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах графіки чи схеми, які показують вплив факторів на динаміку, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть схему, яка відображає фактори впливу (наприклад, тип поверхні, маса) та їхній зв'язок із моделями.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про фактори динаміки, уникаючи складних формул. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі аналізують фактори для КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як моделі враховують фактори для підвищення ефективності руху.

### **8. Приклади застосування моделей динаміки**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на конкретні приклади застосування математичних моделей для аналізу динаміки руху КГТЗ, таких як розгін, гальмування чи маневри. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які наводять приклади моделювання динаміки, наприклад, для оцінки стійкості чи швидкості.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади застосування моделей для КГТЗ. Зосередьтесь на прикладах для конкретних систем, таких як підвіска чи трансмісія. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які розкривають приклади моделювання динаміки.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах графіки чи схеми, які показують результати застосування моделей, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює приклади моделей для різних аспектів динаміки (наприклад, прямолінійний рух, поворот).

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про застосування моделей, уникаючи складних алгоритмів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі сприяють покращенню динаміки КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як моделі оптимізують рух і підвищують ефективність КГТЗ.

### **Питання для самоперевірки**

1. Яке значення моделювання динаміки руху КГТЗ?
2. Які базові моделі динаміки колісних транспортних засобів?
3. Які моделі динаміки гусеничних систем?
4. Яка теорія динаміки трансмісії для КГТЗ?
5. Як розраховуються моделі для прямолінійного руху КГТЗ?

6. Як моделі застосовуються для криволінійного руху в динаміці КГТЗ?
7. Як аналізуються фактори впливу на динаміку КГТЗ?
8. Які приклади застосування моделей динаміки КГТЗ?
9. Як відрізняються моделі колісних і гусеничних систем у динаміці?
10. Яке значення аналізу факторів для динаміки руху КГТЗ?

### **2.2.11 Тема 11. Моделі стійкості та маневреності транспортних засобів**

#### **1. Вступ до моделей стійкості транспортних засобів**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на розумінні ролі математичних моделей у аналізі стійкості колісних та гусеничних транспортних засобів (КГТЗ), таких як автомобілі, трактори чи бронетехніка. Стійкість транспортного засобу визначає його здатність зберігати рівновагу під час руху, зокрема на нерівних поверхнях чи при поворотах.

Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали на сайтах технічних видавництв або освітніх порталах, таких як Prometheus, які пояснюють, як моделі використовуються для оцінки стійкості КГТЗ. Рекомендується ознайомитись із статтями чи відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де розкривається значення моделей для аналізу стійкості, наприклад, при русі по схилах. Зверніть увагу на приклади, де моделі оцінюють центр ваги чи розподіл навантажень.

Перегляньте вебінари чи відео, які демонструють основи моделювання стійкості для транспортних засобів. Спробуйте знайти у відкритих джерелах оглядові матеріали про принципи стійкості, уникаючи складних математичних викладок. У зошиті складіть конспект із визначенням стійкості та ролі моделей у її аналізі, додавши приклади для КГТЗ, наприклад, моделювання стійкості трактора.

Для поглиблення знань ознайомтесь із україномовними матеріалами про загальні принципи стійкості в машинобудуванні, звертаючи увагу на приклади для транспортних засобів. Шукайте відкриті бази даних із характеристиками КГТЗ, щоб проаналізувати, як параметри, такі як маса чи геометрія, використовуються для моделей стійкості. Це допоможе сформулювати уявлення про те, як моделі сприяють підвищенню безпеки та надійності КГТЗ.

## **2. Моделі поперечної стійкості КГТЗ**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на математичні моделі, які аналізують поперечну стійкість КГТЗ, тобто здатність транспортного засобу уникати перекидання при поворотах чи русі по схилах. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали на технічних порталах, які пояснюють, як моделі описують поперечну стійкість, наприклад, через розрахунок кутів нахилу чи розподілу сил.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади моделей поперечної стійкості, таких як оцінка стійкості автомобіля при різкому повороті. Зосередьтесь на прикладах для колісних і гусеничних систем. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які розкривають принципи моделювання поперечної стійкості.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують моделі поперечної стійкості, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює параметри поперечної стійкості (наприклад, центр ваги, кут нахилу) та їхній зв'язок із моделями. Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про поперечну стійкість, уникаючи складних формул.

Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до реальних умов, наприклад, для руху по нерівній поверхні. Це допоможе зрозуміти, як моделі поперечної стійкості підвищують безпеку КГТЗ.

## **3. Аналіз заносу мостів у моделях стійкості**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на моделі, які аналізують занос мостів (переднього чи заднього) КГТЗ, що впливає на стійкість під час руху. У відкритих джерелах пошукайте україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі оцінюють занос, наприклад, через втрату зчеплення чи зміщення осей.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де наводяться приклади моделювання заносу для КГТЗ, таких як автомобіль на слизькій дорозі чи трактор на бездоріжжі. Зверніть увагу на приклади, де моделі аналізують поведінку мостів. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які демонструють методи моделювання заносу. Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують моделі заносу

мостів, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть схему, яка відображає параметри заносу (наприклад, коефіцієнт зчеплення, кут повороту) та їхній зв'язок із моделями.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про аналіз заносу, уникаючи складних математичних викладок. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до реальних умов, наприклад, для руху по мокрій поверхні. Це допоможе зрозуміти, як моделі заносу підвищують стійкість КГТЗ.

#### **4. Моделі маневреності колісних систем**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на математичні моделі, які аналізують маневреність колісних транспортних засобів, таких як автомобілі чи трактори, зокрема їхню здатність виконувати повороти чи маневри. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі описують маневреність, наприклад, через радіус повороту чи кутові швидкості.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади моделей маневреності для колісних КГТЗ, таких як оцінка поворотів автомобіля. Зосередьтесь на прикладах для колісних систем. Перегляньте вебіари на україномовних платформах, які розкривають принципи моделювання маневреності. Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують моделі маневреності, і проаналізуйте їх.

У зошиті складіть таблицю, яка порівнює параметри маневреності (наприклад, радіус повороту, швидкість) та їхній зв'язок із моделями. Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про маневреність колісних систем, уникаючи складних формул. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до реальних маневрів. Це допоможе зрозуміти, як моделі маневреності підвищують ефективність колісних КГТЗ.

#### **5. Моделі маневреності гусеничних транспортних засобів**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на математичних моделях, які аналізують маневреність гусеничних транспортних засобів, таких як трактори чи бронетехніка. У відкритих джерелах пошукайте україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі оцінюють маневреність гусеничних систем, наприклад, через диференціальну швидкість гусениць чи радіус розвороту.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де наводяться приклади моделей маневреності для гусеничних КГТЗ, таких як повороти трактора на бездоріжжі. Зверніть увагу на приклади для гусеничних механізмів. Перегляньте вебіари на україномовних платформах, які демонструють принципи моделювання маневреності.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують моделі маневреності гусеничних систем, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть схему, яка відображає параметри маневреності (наприклад, кут розвороту, зчеплення) та їхній зв'язок із моделями.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про маневреність гусеничних систем, уникаючи складних формул. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до маневрів на нерівній поверхні. Це допоможе зрозуміти, як моделі підвищують маневреність гусеничних КГТЗ.

## **6. Стабілізація коліс у моделях маневреності**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на моделі, які аналізують стабілізацію коліс у процесі маневреності КГТЗ, зокрема для уникнення заносу чи втрати контролю. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі оцінюють стабілізацію коліс, наприклад, через системи стабілізації чи розподіл навантажень.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади моделей стабілізації коліс для КГТЗ, таких як автомобіль на повороті. Зосередьтесь на прикладах для колісних систем. Перегляньте вебіари на україномовних платформах, які розкривають принципи моделювання стабілізації.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують моделі стабілізації, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює параметри стабілізації (наприклад, кут повороту, сила зчеплення) та їхній зв'язок із моделями.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про стабілізацію коліс, уникаючи складних формул. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до реальних умов маневрування. Це допоможе зрозуміти, як моделі стабілізації підвищують безпеку та ефективність КГТЗ.

## **7. Врахування конструктивних факторів у моделях**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на врахуванні конструктивних факторів, таких як геометрія, матеріали чи маса, у моделях стійкості та маневреності КГТЗ. У відкритих джерелах пошукайте україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі включають конструктивні фактори для аналізу стійкості чи маневреності.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де наводяться приклади врахування конструктивних факторів, таких як розташування центру ваги чи жорсткість підвіски. Зверніть увагу на приклади для колісних і гусеничних систем. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які демонструють методи врахування конструктивних факторів.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують вплив конструктивних факторів на моделі, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть схему, яка відображає конструктивні фактори (наприклад, геометрія, матеріали) та їхній зв'язок із моделями.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про конструктивні фактори, уникаючи складних формул. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі враховують конструктивні особливості. Це допоможе зрозуміти, як конструктивні фактори впливають на стійкість і маневреність КГТЗ.

## **8. Приклади аналізу стійкості та маневреності**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на конкретні приклади аналізу стійкості та маневреності КГТЗ за допомогою математичних моделей. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які наводять приклади моделювання, наприклад, для оцінки стійкості автомобіля чи маневреності трактора.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади аналізу стійкості чи маневреності. Зосередьтесь на прикладах для конкретних систем, таких як підвіска чи гусениці.

Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які розкривають приклади моделювання. Спробуйте знайти у відкритих джерелах графіки чи схеми, які показують результати аналізу, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює приклади моделей для стійкості та маневреності.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про аналіз стійкості та маневреності, уникаючи складних алгоритмів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі сприяють покращенню характеристик КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як моделі оптимізують стійкість і маневреність КГТЗ.

### **Питання для самоперевірки**

1. Яке значення моделей стійкості транспортних засобів?
2. Як моделі аналізують поперечну стійкість КГТЗ?
3. Як аналізується занос мостів у моделях стійкості КГТЗ?
4. Як моделі застосовуються для маневреності колісних систем?
5. Як моделі застосовуються для маневреності гусеничних транспортних засобів?
6. Як стабілізація коліс враховується в моделях маневреності?
7. Як конструктивні фактори враховуються в моделях стійкості та маневреності?
8. Які приклади аналізу стійкості та маневреності КГТЗ?
9. Як відрізняється аналіз стійкості для колісних і гусеничних систем?
10. Яке значення стабілізації коліс для маневреності КГТЗ?

## **2.2.12 Тема 12. Моделювання та віртуальні випробування мехатронних систем**

### **1. Вступ до інтеграції моделей з інформаційними технологіями**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на розумінні ролі інтеграції математичних моделей з інформаційними технологіями (ІТ) у проектуванні колісних та гусеничних транспортних засобів (КГТЗ). Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали на сайтах технічних видавництв або освітніх порталах, таких як Prometheus, які пояснюють, як ІТ сприяють реалізації моделей у проектуванні.

Рекомендується ознайомитись із статтями чи відео на YouTube-каналі, присвячених машинобудуванню, де розкривається значення інтеграції моделей з ІТ для аналізу конструкцій КГТЗ, наприклад, для оцінки міцності чи динаміки руху. Зверніть увагу на приклади, де ІТ застосовуються для автоматизації проектних процесів.

Перегляньте вебіари чи відео, які демонструють, як моделі інтегруються з програмним забезпеченням для проєктування, наприклад, САПР. Спробуйте знайти у відкритих джерелах оглядові матеріали про принципи інтеграції, уникаючи складних програмних деталей. У зошиті складіть конспект із визначенням інтеграції моделей з ІТ та їхньої ролі в проєктуванні КГТЗ, додавши приклади, такі як моделювання трансмісії.

Для поглиблення знань ознайомтесь із україномовними матеріалами про автоматизацію в машинобудуванні, звертаючи увагу на приклади для транспортних засобів. Шукайте відкриті бази даних із характеристиками КГТЗ, щоб проаналізувати, як ІТ використовуються для обробки даних у моделях. Це допоможе сформулювати уявлення про те, як інтеграція моделей з ІТ підвищує ефективність і точність проєктування КГТЗ.

## **2. Використання обчислювальної техніки для реалізації моделей**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на використання обчислювальної техніки для реалізації математичних моделей у проєктуванні КГТЗ. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали на технічних порталах, які пояснюють, як обчислювальна техніка застосовується для обробки моделей, наприклад, для симуляції руху чи міцності деталей.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади реалізації моделей за допомогою програмного забезпечення, таких як симуляція роботи підвіски. Зосередьтесь на прикладах для колісних чи гусеничних систем.

Перегляньте вебіари на україномовних платформах, які розкривають принципи використання обчислювальної техніки для моделей. Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують, як обчислювальна техніка обробляє моделі, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює інструменти обчислювальної техніки (наприклад, САПР, MATLAB) та їхнє застосування до моделей КГТЗ.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про обчислювальні методи в машинобудуванні, уникаючи складних програмних кодів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де

обчислювальна техніка застосовується до моделей КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як обчислювальна техніка підвищує точність і швидкість реалізації моделей у проєктуванні.

### **3. Інтеграція моделей у САПР для КГТЗ**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на інтеграції математичних моделей у системи автоматизованого проєктування (САПР) для КГТЗ, таких як автомобілі чи трактори. У відкритих джерелах пошукайте україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі інтегруються в САПР для створення креслень, симуляцій чи аналізу конструкцій.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де наводяться приклади інтеграції моделей у САПР, наприклад, для моделювання гусениць чи коліс. Зверніть увагу на приклади, де САПР використовується для оптимізації конструкцій. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які демонструють принципи інтеграції моделей у САПР.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують, як моделі застосовуються в САПР, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть схему, яка відображає процес інтеграції моделей у САПР для КГТЗ, із зазначенням ключових етапів (наприклад, імпортованих, симуляція). Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про САПР у машинобудуванні, уникаючи складних програмних деталей. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де інтеграція моделей у САПР підвищує ефективність проєктування. Це допоможе зрозуміти, як САПР оптимізує проєктування КГТЗ за допомогою моделей.

### **4. Моделі діагностики з інформаційними технологіями**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на математичні моделі діагностики, які інтегруються з інформаційними технологіями для виявлення несправностей у КГТЗ. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі діагностики використовуються для аналізу стану деталей, наприклад, трансмісії чи підвіски.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади моделей діагностики, таких як виявлення зносу деталей за допомогою ІТ. Зосе-

редьтесь на прикладах для колісних чи гусеничних систем. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які розкривають принципи інтеграції моделей діагностики з ІТ.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують моделі діагностики, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює параметри діагностики (наприклад, вібрація, температура) та їхній зв'язок із моделями.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про діагностику в машинобудуванні, уникаючи складних алгоритмів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі діагностики застосовуються до КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як інтеграція з ІТ підвищує точність діагностики КГТЗ.

## **5. Застосування для ремонту транспортних засобів**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на використанні математичних моделей, інтегрованих з інформаційними технологіями, для ремонту КГТЗ. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі застосовуються для оцінки ремонтних робіт, наприклад, для аналізу зносу чи планування заміни деталей.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади моделей для ремонту, таких як оцінка стану гусениць чи коліс. Зверніть увагу на приклади, де ІТ використовуються для автоматизації ремонту. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які розкривають принципи застосування моделей у ремонті. Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують моделі для ремонту, і проаналізуйте їх.

У зошиті складіть схему, яка відображає процес застосування моделей у ремонті КГТЗ. Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про ремонт транспортних засобів, уникаючи складних технічних деталей. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі сприяють ефективності ремонту. Це допоможе зрозуміти, як інтеграція моделей з ІТ оптимізує ремонт КГТЗ.

## **6. Інтеграція для аналізу робочих процесів**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на інтеграцію математичних моделей з інформаційними технологіями для аналізу ро-

бочих процесів КГТЗ, таких як рух, гальмування чи маневреність. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі застосовуються для аналізу робочих процесів за допомогою ІТ.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади аналізу робочих процесів, наприклад, моделювання динаміки руху. Зосередьтесь на прикладах для колісних чи гусеничних систем. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які розкривають принципи інтеграції моделей для аналізу.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують, як моделі аналізують робочі процеси, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює параметри робочих процесів (наприклад, швидкість, навантаження) та їхній зв'язок із моделями.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про аналіз робочих процесів, уникаючи складних алгоритмів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до аналізу КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як інтеграція з ІТ підвищує ефективність аналізу робочих процесів.

## **7. Приклади ітеративної інтеграції технологій**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на приклади ітеративної інтеграції математичних моделей з інформаційними технологіями в проєктуванні КГТЗ, де моделі вдосконалюються поступово.

У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які наводять приклади ітеративної інтеграції, наприклад, для оптимізації конструкції чи аналізу динаміки.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади ітеративного моделювання, таких як послідовне вдосконалення трансмісії. Зверніть увагу на приклади для конкретних систем КГТЗ.

Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які розкривають принципи ітеративної інтеграції. Спробуйте знайти у відкритих джерелах графіки чи схеми, які показують результати ітеративної інтеграції, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть схему, яка відображає етапи ітеративної інтеграції моделей з ІТ. Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про ітеративні методи, уникаючи складних алгоритмів. Шукайте приклади у відкритих

джерелах, де ітеративна інтеграція підвищує ефективність КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як ітеративна інтеграція оптимізує проєктування.

## **8. Перспективи інтеграції в проєктуванні КГТЗ**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на перспективи розвитку інтеграції математичних моделей з інформаційними технологіями в проєктуванні КГТЗ, таких як використання штучного інтелекту чи хмарних обчислень.

У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють майбутні тенденції інтеграції, наприклад, автоматизацію аналізу чи прогнозування. Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де наводяться приклади перспективних технологій, таких як симуляція в реальному часі.

Зосередьтесь на прикладах для КГТЗ, таких як колеса чи гусениці. Перегляньте вебіари на україномовних платформах, які розкривають перспективи інтеграції. Спробуйте знайти у відкритих джерелах оглядові матеріали про нові технології в проєктуванні, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює сучасні та перспективні методи інтеграції.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про майбутні тенденції в машинобудуванні, уникаючи складних технічних деталей. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де нові технології застосовуються до КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як перспективи інтеграції підвищать ефективність проєктування КГТЗ.

### **Питання для самоперевірки**

1. Яке значення інтеграції математичних моделей з інформаційними технологіями в проєктуванні КГТЗ?
2. Як використовується обчислювальна техніка для реалізації моделей КГТЗ?
3. Як інтегруються моделі в САПР для КГТЗ?
4. Як моделі діагностики інтегруються з інформаційними технологіями для КГТЗ?
5. Як застосовуються моделі для ремонту транспортних засобів з інформаційними технологіями?
6. Як інтегруються моделі для аналізу робочих процесів КГТЗ?
7. Які приклади ітеративної інтеграції технологій у проєктуванні

КГТЗ?

8. Які перспективи інтеграції в проектуванні КГТЗ?
9. Як відрізняється інтеграція для діагностики та ремонту КГТЗ?
10. Яке значення ітеративної інтеграції для ефективного проектування КГТЗ?

### **2.2.13 Тема 13. Моделі для модернізації та утилізації КГТЗ**

#### **1. Вступ до моделей модернізації КГТЗ**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на розумінні ролі математичних моделей у модернізації колісних та гусеничних транспортних засобів (КГТЗ), таких як автомобілі, трактори чи бронетехніка, з метою підвищення їхньої ефективності, безпеки чи екологічності. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали на сайтах технічних видавництв або освітніх порталах, таких як Prometheus, які пояснюють, як моделі застосовуються для модернізації КГТЗ.

Рекомендується ознайомитись із статтями чи відео на YouTube-каналі, присвячених машинобудуванню, де розкривається значення моделей для покращення характеристик транспортних засобів, наприклад, економії палива чи міцності конструкцій. Зверніть увагу на приклади, де моделі використовуються для оновлення компонентів, таких як трансмісія чи підвіска.

Перегляньте вебінари чи відео, які демонструють основи моделювання для модернізації КГТЗ. Спробуйте знайти у відкритих джерелах оглядові матеріали про принципи модернізації, уникаючи складних технічних деталей. У зошиті складіть конспект із визначенням модернізації та ролі моделей у цьому процесі, додавши приклади, такі як модернізація двигуна трактора.

Для поглиблення знань ознайомтесь із україномовними матеріалами про модернізацію в машинобудуванні, звертаючи увагу на приклади для КГТЗ.

Шукайте відкриті бази даних із характеристиками транспортних засобів, щоб проаналізувати, як параметри використовуються для моделей модернізації. Це допоможе сформулювати уявлення про те, як моделі сприяють покращенню експлуатаційних властивостей КГТЗ.

## **2. Задачі синтезу для модернізації систем**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на задачі синтезу математичних моделей, які використовуються для модернізації систем КГТЗ, таких як силові агрегати чи ходові частини. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали на технічних порталах, які пояснюють, як задачі синтезу допомагають створювати моделі для оновлення компонентів, наприклад, для підвищення ККД трансмісії.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади синтезу моделей для модернізації, таких як оптимізація підвіски. Зосередьтесь на прикладах для колісних чи гусеничних систем. Перегляньте вебіари на україномовних платформах, які розкривають принципи синтезу моделей для модернізації.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи описи задач синтезу і проаналізуйте їх. У зошиті складіть схему етапів синтезу моделей (визначення мети, вибір параметрів, створення моделі) для конкретної системи, наприклад, гусеничного приводу. Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про синтез моделей у машинобудуванні, уникаючи складних математичних методів.

Шукайте приклади у відкритих джерелах, де задачі синтезу застосовуються до модернізації КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як синтез моделей сприяє оновленню систем і підвищенню їхньої ефективності.

## **3. Моделі підвищення ефективності в модернізації**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на математичних моделях, спрямованих на підвищення ефективності КГТЗ під час модернізації, наприклад, зменшення витрат палива чи збільшення терміну служби деталей. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі оптимізують ефективність, наприклад, через аналіз енергоспоживання чи міцності.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де наводяться приклади моделей для підвищення ефективності, таких як модернізація двигуна автомобіля. Зверніть увагу на приклади для колісних чи гусеничних систем. Перегляньте вебіари на україномовних платформах, які демонструють методи моделювання для підвищення ефективності. Спробуйте знайти

у відкритих джерелах графіки чи схеми, які показують результати модернізації, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює параметри ефективності (наприклад, ККД, витрати палива) до і після модернізації.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про підвищення ефективності в машинобудуванні, уникаючи складних формул. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до модернізації КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як моделі сприяють підвищенню ефективності експлуатаційних характеристик КГТЗ.

#### **4. Методи контролю в моделях модернізації**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на методи контролю, які використовуються в математичних моделях для забезпечення якості модернізації КГТЗ. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють, як методи контролю застосовуються для перевірки оновлених систем, наприклад, для оцінки міцності чи функціональності деталей.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади методів контролю, таких як аналіз параметрів трансмісії після модернізації. Зосередьтесь на прикладах для колісних чи гусеничних систем. Перегляньте вебіари на україномовних платформах, які розкривають принципи контролю в моделях.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують методи контролю, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть схему, яка відображає методи контролю (наприклад, перевірка параметрів, тестування) та їхній зв'язок із моделями модернізації.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про методи контролю в машинобудуванні, уникаючи складних алгоритмів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де методи контролю застосовуються до модернізації КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як методи контролю забезпечують якість модернізації.

#### **5. Моделі утилізації транспортних засобів**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на математичних моделях, які використовуються для планування та аналізу утилізації КГТЗ, спрямованих на екологічно безпечну переробку. У відкритих

джерелах пошукайте україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі застосовуються для оцінки утилізації, наприклад, для аналізу матеріалів чи енерговитрат.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де наводяться приклади моделей утилізації, таких як переробка гусениць чи коліс. Зверніть увагу на приклади для колісних чи гусеничних систем. Перегляньте вебіари на україномовних платформах, які демонструють принципи моделювання утилізації.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують моделі утилізації, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює параметри утилізації (наприклад, матеріали, енерговитрати) та їхній зв'язок із моделями.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про утилізацію в машинобудуванні, уникаючи складних технічних деталей. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до утилізації КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як моделі сприяють екологічній утилізації КГТЗ.

## **6. Аналіз процесів утилізації за моделями**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на аналіз процесів утилізації КГТЗ за допомогою математичних моделей, зокрема оцінку ефективності чи екологічного впливу. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі аналізують процеси утилізації, наприклад, через оцінку витрат чи викидів. Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади аналізу утилізації, таких як переробка деталей трансмісії.

Зосередьтесь на прикладах для колісних чи гусеничних систем. Перегляньте вебіари на україномовних платформах, які розкривають принципи аналізу утилізації за моделями. Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують результати аналізу, і проаналізуйте їх.

У зошиті складіть схему, яка відображає процеси утилізації (наприклад, розбирання, переробка) та їхній зв'язок із моделями. Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про аналіз утилізації, уникаючи складних формул. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до утилізації КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як моделі оптимізують процеси утилізації.

## **7. Інтеграція моделей для екологічної модернізації**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на інтеграцію математичних моделей для екологічної модернізації КГТЗ, спрямованої на зменшення викидів чи підвищення енергоефективності. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі інтегруються для екологічної модернізації, наприклад, для оновлення двигунів чи систем вихлопу.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади екологічної модернізації, таких як зменшення викидів CO<sub>2</sub>. Зверніть увагу на приклади для колісних чи гусеничних систем. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які розкривають принципи інтеграції моделей для екологічних цілей.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують інтеграцію моделей, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює параметри екологічної модернізації (наприклад, викиди, паливна ефективність) та їхній зв'язок із моделями.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про екологічну модернізацію, уникаючи складних алгоритмів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі сприяють екологічності КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як інтеграція моделей підвищує екологічність модернізації.

## **8. Приклади застосування моделей у модернізації**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на конкретні приклади застосування математичних моделей у модернізації КГТЗ, таких як підвищення ефективності чи екологічності. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які наводять приклади моделювання для модернізації, наприклад, для оновлення підвіски чи двигуна.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади застосування моделей, таких як модернізація гусеничних систем. Зосередьтесь на прикладах для конкретних систем КГТЗ. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які розкривають приклади моделювання для модернізації.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах графіки чи схеми, які показують результати модернізації, і проаналізуйте їх. У зошиті

складіть таблицю, яка порівнює приклади моделей для різних аспектів модернізації (наприклад, економічність, міцність). Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про застосування моделей, уникаючи складних алгоритмів.

Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі сприяють покращенню характеристик КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як моделі оптимізують модернізацію КГТЗ.

### **Питання для самоперевірки**

1. Яке значення моделей для модернізації КГТЗ?
2. Як задачі синтезу застосовуються для модернізації систем КГТЗ?
3. Як моделі підвищують ефективність у модернізації КГТЗ?
4. Як методи контролю застосовуються в моделях модернізації КГТЗ?
5. Як моделі застосовуються для утилізації транспортних засобів?
6. Як аналізуються процеси утилізації за моделями КГТЗ?
7. Як інтегруються моделі для екологічної модернізації КГТЗ?
8. Які приклади застосування моделей у модернізації КГТЗ?
9. Як відрізняється модернізація від утилізації в моделях КГТЗ?
10. Яке значення екологічної модернізації для КГТЗ?

## **2.2.14 Тема 14. Комплексний аналіз робочих процесів з використанням математичних моделей**

### **1. Вступ до комплексного аналізу робочих процесів**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на розумінні ролі комплексного аналізу робочих процесів колісних та гусеничних транспортних засобів (КГТЗ) за допомогою математичних моделей, що охоплюють динаміку, конструкцію та технологічні аспекти. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали на сайтах технічних видавництв або освітніх порталах, таких як Prometheus, які пояснюють, як комплексний аналіз інтегрує різні аспекти функціонування КГТЗ.

Рекомендується ознайомитись із статтями чи відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де розкривається значення комплексного аналізу для оцінки робочих процесів, наприклад, руху чи навантаження. Зверніть увагу на приклади, де моделі аналізують взаємодію компонентів, таких як двигун чи підвіска. Перегляньте

вебінари чи відео, які демонструють основи комплексного аналізу для КГТЗ, наприклад, для тракторів чи автомобілів. Спробуйте знайти у відкритих джерелах оглядові матеріали про принципи комплексного аналізу, уникаючи складних математичних викладок. У зошиті складіть конспект із визначенням комплексного аналізу та його ролі в оцінці робочих процесів, додавши приклади, такі як аналіз динаміки гусеничного приводу.

Для поглиблення знань ознайомтесь із україномовними матеріалами про комплексний підхід у машинобудуванні, звертаючи увагу на приклади для КГТЗ. Шукайте відкриті бази даних із характеристиками транспортних засобів, щоб проаналізувати, як параметри використовуються для моделей. Це допоможе сформуванню уявлення про те, як комплексний аналіз сприяє підвищенню ефективності КГТЗ.

## **2. Ітеративні методи аналізу для КГТЗ**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на ітеративні методи аналізу робочих процесів КГТЗ, які дозволяють поступово вдосконалювати математичні моделі. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали на технічних порталах, які пояснюють, як ітеративні методи застосовуються для аналізу, наприклад, динаміки руху чи роботи трансмісії.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади ітеративного аналізу, такі як послідовна оптимізація підвіски. Зосередьтесь на прикладах для колісних чи гусеничних систем.

Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які розкривають принципи ітеративних методів аналізу. Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують ітеративний процес, і проаналізуйте їх.

У зошиті складіть схему етапів ітеративного аналізу (визначення параметрів, ітерація, перевірка) для конкретного процесу, наприклад, оцінки маневреності.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про ітеративні методи в машинобудуванні, уникаючи складних алгоритмів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де ітеративні методи застосовуються до КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як ітеративний аналіз сприяє точності та вдосконаленню робочих процесів КГТЗ.

### **3. Комплексний аналіз функціональних аспектів**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на комплексний аналіз функціональних аспектів КГТЗ, таких як рух, гальмування чи передача потужності, за допомогою математичних моделей. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі оцінюють функціональні аспекти, наприклад, через аналіз динаміки чи енергоефективності.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де наводяться приклади комплексного аналізу функціональних аспектів, таких як оцінка роботи двигуна автомобіля. Зверніть увагу на приклади для колісних чи гусеничних систем. Перегляньте вебіари на україномовних платформах, які демонструють методи аналізу функціональних аспектів.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах графіки чи схеми, які показують результати аналізу, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює функціональні аспекти (наприклад, швидкість, тяга) та їхній зв'язок із моделями.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про функціональний аналіз у машинобудуванні, уникаючи складних формул. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до функціональних аспектів КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як комплексний аналіз підвищує ефективність функціонування КГТЗ.

### **4. Аналіз конструкторських процесів за моделями**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на аналіз конструкторських процесів КГТЗ за допомогою математичних моделей, що оцінюють конструктивні рішення, такі як геометрія чи матеріали.

У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі застосовуються для аналізу конструкторських процесів, наприклад, для оцінки міцності чи ваги деталей.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади аналізу конструкторських процесів, таких як моделювання гусениць. Зосередьтесь на прикладах для колісних чи гусеничних систем. Перегляньте вебіари на україномовних платформах, які розкривають принципи аналізу конструкторських рішень. Спробуйте знайти у відкритих дже-

релах схеми чи графіки, які показують результати аналізу, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть схему, яка відображає конструкторські процеси (наприклад, вибір матеріалів, розрахунок міцності) та їхній зв'язок із моделями.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про конструкторський аналіз, уникаючи складних формул. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до конструкторських процесів КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як моделі оптимізують конструкторські рішення.

### **5. Комплексний аналіз технологічних аспектів**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на комплексний аналіз технологічних аспектів КГТЗ, таких як виробничі процеси чи складання, за допомогою математичних моделей. У відкритих джерелах пошукайте україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі оцінюють технологічні аспекти, наприклад, через аналіз витрат чи часу виробництва.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де наводяться приклади аналізу технологічних аспектів, таких як оптимізація складання трансмісії. Зверніть увагу на приклади для колісних чи гусеничних систем. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які демонструють методи аналізу технологічних процесів.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах графіки чи схеми, які показують результати аналізу, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює технологічні аспекти (наприклад, час складання, витрати матеріалів) та їхній зв'язок із моделями. Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про технологічний аналіз, уникаючи складних формул.

Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до технологічних аспектів КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як комплексний аналіз підвищує ефективність технологічних процесів.

### **6. Застосування моделей для інтегрального аналізу**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на застосування математичних моделей для інтегрального аналізу робочих процесів КГТЗ, що поєднує функціональні, конструкторські та технологічні аспекти. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи нав-

чальні матеріали, які пояснюють, як моделі інтегрують різні аспекти для комплексного аналізу, наприклад, для оцінки руху та виробництва. Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади інтегрального аналізу, такі як оцінка роботи підвіски та її виготовлення.

Зосередьтесь на прикладах для колісних чи гусеничних систем. Перегляньте вебіари на україномовних платформах, які розкривають принципи інтегрального аналізу. Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують інтегральний аналіз, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть схему, яка відображає етапи інтегрального аналізу та їхній зв'язок із моделями.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про інтегральний аналіз, уникаючи складних алгоритмів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як інтегральний аналіз підвищує ефективність КГТЗ.

## **7. Методи оптимізації в комплексному аналізі**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на методи оптимізації, які використовуються в комплексному аналізі робочих процесів КГТЗ для підвищення їхньої ефективності. У відкритих джерелах пошукайте україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як методи оптимізації, наприклад, градієнтні чи генетичні алгоритми, застосовуються в комплексному аналізі.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де наводяться приклади оптимізації, таких як зменшення витрат палива чи часу виробництва. Зверніть увагу на приклади для колісних чи гусеничних систем. Перегляньте вебіари на україномовних платформах, які демонструють методи оптимізації в комплексному аналізі.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах графіки чи схеми, які показують результати оптимізації, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює методи оптимізації (наприклад, локальна, глобальна) та їхнє застосування.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про оптимізацію, уникаючи складних алгоритмів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де методи оптимізації застосовуються до КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як оптимізація підвищує ефективність

комплексного аналізу.

## **8. Приклади комплексного аналізу процесів КГТЗ**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на конкретні приклади комплексного аналізу робочих процесів КГТЗ за допомогою математичних моделей, таких як оцінка динаміки, конструкції чи виробництва. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали, які наводять приклади комплексного аналізу, наприклад, для оцінки роботи трактора чи автомобіля.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади аналізу, такі як оцінка підвіски та її виготовлення. Зосередьтесь на прикладах для конкретних систем КГТЗ. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які розкривають приклади комплексного аналізу.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах графіки чи схеми, які показують результати аналізу, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює приклади комплексного аналізу для різних процесів КГТЗ.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про комплексний аналіз, уникаючи складних алгоритмів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі сприяють покращенню процесів КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як комплексний аналіз оптимізує робочі процеси.

### **Питання для самоперевірки**

1. Яке значення комплексного аналізу робочих процесів КГТЗ?
2. Як ітеративні методи застосовуються для аналізу КГТЗ?
3. Як комплексний аналіз оцінює функціональні аспекти КГТЗ?
4. Як аналізуються конструкторські процеси за моделями КГТЗ?
5. Як комплексний аналіз оцінює технологічні аспекти КГТЗ?
6. Як застосовуються моделі для інтегрального аналізу КГТЗ?
7. Як методи оптимізації застосовуються в комплексному аналізі КГТЗ?
8. Які приклади комплексного аналізу процесів КГТЗ?
9. Як відрізняється функціональний аналіз від технологічного в комплексному підході?
10. Яке значення інтегрального аналізу для робочих процесів КГТЗ?

## **2.2.15 Тема 15. Оптимізаційні задачі в автоматизованому проєктуванні КГТЗ**

### **1. Вступ до оптимізаційних задач в автоматизованому проєктуванні**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на розумінні ролі оптимізаційних задач в автоматизованому проєктуванні колісних та гусеничних транспортних засобів (КГТЗ), де вони спрямовані на покращення конструкцій, зниження витрат та підвищення ефективності.

Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали на сайтах технічних видавництв або освітніх порталах, таких як Prometheus, які пояснюють, як оптимізаційні задачі інтегруються в САПР для проєктування КГТЗ.

Рекомендується ознайомитись із статтями чи відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де розкривається значення оптимізації для транспортних засобів, наприклад, для зменшення ваги чи підвищення маневреності. Зверніть увагу на приклади, де оптимізаційні задачі застосовуються до елементів КГТЗ, таких як трансмісія чи підвіска. Перегляньте вебінари чи відео, які демонструють основи оптимізації в автоматизованому проєктуванні, наприклад, для тракторів чи автомобілів.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах оглядові матеріали про принципи оптимізації, уникаючи складних математичних викладок. У зошиті складіть конспект із визначенням оптимізаційних задач та їхньої ролі в автоматизованому проєктуванні КГТЗ, додавши приклади, такі як оптимізація геометрії колеса.

Для поглиблення знань ознайомтесь із україномовними матеріалами про загальні принципи оптимізації в машинобудуванні, звертаючи увагу на приклади для КГТЗ. Шукайте відкриті бази даних із характеристиками транспортних засобів, щоб проаналізувати, як параметри, такі як маса чи потужність, використовуються для оптимізаційних задач. Це допоможе сформулювати уявлення про те, як оптимізаційні задачі сприяють ефективному автоматизованому проєктуванню КГТЗ, підвищуючи їхню конкурентоздатність.

### **2. Постановка задач оптимізації для КГТЗ**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на процес постановки оптимізаційних задач у проєктуванні КГТЗ, де визначаються

критерії, обмеження та змінні для покращення характеристик. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали на технічних порталах, які пояснюють, як постановка задач оптимізації застосовується до КГТЗ, наприклад, для мінімізації витрат чи максимізації ефективності.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади постановки задач, такі як оптимізація конструкції гусениць. Зосередьтесь на прикладах для колісних чи гусеничних систем. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які розкривають принципи постановки задач оптимізації.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи описи задач оптимізації для КГТЗ, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть схему етапів постановки задач (визначення мети, критеріїв, обмежень) для конкретної системи, наприклад, трансмісії. Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про постановку задач оптимізації в машинобудуванні, уникаючи складних математичних методів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де постановка задач застосовується до проектування КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як правильна постановка задач сприяє ефективній оптимізації конструкцій КГТЗ.

### **3. Розв'язання задач для зниження витрат**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на методах розв'язання оптимізаційних задач, спрямованих на зниження витрат у проектуванні КГТЗ, таких як матеріальні чи виробничі витрати. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як моделі допомагають зменшити витрати, наприклад, через оптимізацію геометрії чи матеріалів.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де наводяться приклади розв'язання задач для зниження витрат, таких як мінімізація маси колеса. Зверніть увагу на приклади для колісних чи гусеничних систем.

Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які демонструють методи розв'язання задач. Спробуйте знайти у відкритих джерелах графіки чи схеми, які показують результати розв'язання, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює параметри до і після оптимізації витрат (наприклад, маса, вартість). Для поглиблення

знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про методи розв'язання задач у машинобудуванні, уникаючи складних алгоритмів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де розв'язання задач застосовується до КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як розв'язання оптимізаційних задач сприяє економії ресурсів у проектуванні.

#### **4. Оптимізація рентабельності за моделями**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на оптимізацію рентабельності КГТЗ за допомогою математичних моделей, де оцінюється прибутковість через баланс витрат та ефективності. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали на технічних порталах, які пояснюють, як моделі оптимізують рентабельність, наприклад, через зниження виробничих витрат чи підвищення продуктивності.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади оптимізації рентабельності, таких як модернізація двигуна для економії палива. Зосередьтесь на прикладах для колісних чи гусеничних систем. Перегляньте вебіари на україномовних платформах, які розкривають принципи оптимізації рентабельності.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують результати оптимізації, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть схему, яка відображає параметри рентабельності (витрати, прибуток) та їхній зв'язок із моделями.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про оптимізацію рентабельності в машинобудуванні, уникаючи складних формул. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як оптимізація рентабельності сприяє конкурентоздатності КГТЗ.

#### **5. Задачі для транспортних систем у проектуванні**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на оптимізаційних задачах, спрямованих на проектування транспортних систем КГТЗ, таких як інтеграція компонентів для підвищення ефективності. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як задачі оптимізації застосовуються до систем КГТЗ, наприклад, для оптимізації ходової частини чи силового агрегату.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порта-

лах або YouTube-каналах, де наводяться приклади задач для транспортних систем, таких як балансування маси чи потужності. Зверніть увагу на приклади для колісних чи гусеничних систем. Перегляньте вебіари на україномовних платформах, які демонструють постановку задач для проектування.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах графіки чи схеми, які показують розв'язання задач, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює задачі для різних систем (наприклад, підвіска, двигун) та їхні критерії.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про оптимізацію систем у машинобудуванні, уникаючи складних алгоритмів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де задачі застосовуються до КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як оптимізаційні задачі сприяють ефективному проектуванню транспортних систем.

## **6. Методи ітеративної оптимізації**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на методи ітеративної оптимізації в проектуванні КГТЗ, де алгоритми поступово вдосконалюють моделі для досягнення оптимальних рішень. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали на технічних порталах, які пояснюють, як ітеративні методи застосовуються, наприклад, для оптимізації конструкції підвіски чи трансмісії.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади ітеративної оптимізації, такі як послідовне зменшення ваги. Зосередьтесь на прикладах для колісних чи гусеничних систем. Перегляньте вебіари на україномовних платформах, які розкривають принципи ітеративних методів.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують ітеративний процес, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть схему етапів ітеративної оптимізації (ініціалізація, ітерація, перевірка) для конкретної задачі.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про ітеративні методи в машинобудуванні, уникаючи складних формул. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де ітеративна оптимізація застосовується до КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як ітеративні методи сприяють точній оптимізації в проектуванні.

## **7. Застосування локальної оптимізації**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на застосуванні локальної оптимізації в проектуванні КГТЗ, де методи фокусуються на покращенні окремих компонентів, таких як колеса чи гусениці. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як локальна оптимізація застосовується для мінімізації локальних проблем, наприклад, зниження вібрації чи витрат.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де наводяться приклади локальної оптимізації, таких як оптимізація геометрії деталі. Зверніть увагу на приклади для колісних чи гусеничних систем. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які демонструють методи локальної оптимізації.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах графіки чи схеми, які показують результати локальної оптимізації, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює параметри до і після локальної оптимізації (наприклад, вага, міцність). Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про локальну оптимізацію в машинобудуванні, уникаючи складних алгоритмів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де локальна оптимізація застосовується до КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як локальна оптимізація сприяє покращенню окремих аспектів проектування.

## **8. Приклади оптимізаційних задач для КГТЗ**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на конкретні приклади оптимізаційних задач у проектуванні КГТЗ, таких як мінімізація витрат чи максимізація ефективності. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали на технічних порталах, які наводять приклади оптимізаційних задач, наприклад, для оптимізації конструкції гусениць чи коліс.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади задач, такі як зниження ваги автомобіля. Зосередьтесь на прикладах для колісних чи гусеничних систем. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які розкривають приклади оптимізації.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах графіки чи схеми, які показують розв'язання задач, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює приклади задач (наприклад, зниження витрат,

підвищення ефективності) та їхні результати. Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про оптимізаційні задачі в машинобудуванні, уникаючи складних формул. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де оптимізаційні задачі застосовуються до КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як приклади оптимізації сприяють практичному проектуванню КГТЗ.

### **Питання для самоперевірки**

1. Яке значення оптимізаційних задач в автоматизованому проектуванні КГТЗ?
2. Як постановляються задачі оптимізації для КГТЗ?
3. Як розв'язуються задачі для зниження витрат у проектуванні КГТЗ?
4. Як оптимізується рентабельність за моделями в проектуванні КГТЗ?
5. Як задачі оптимізації застосовуються для транспортних систем КГТЗ?
6. Як методи ітеративної оптимізації використовуються в проектуванні КГТЗ?
7. Як застосовується локальна оптимізація в проектуванні КГТЗ?
8. Які приклади оптимізаційних задач для КГТЗ?
9. Як відрізняється локальна оптимізація від ітеративної в проектуванні КГТЗ?
10. Яке значення постановки задач для ефективної оптимізації КГТЗ?

## **2.2.16 Тема 16. Перспективи застосування математичного моделювання в транспортному машинобудуванні**

### **1. Вступ до перспектив моделювання в транспортному машинобудуванні**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на розумінні ролі математичного моделювання в транспортному машинобудуванні та його потенціалу для розвитку колісних і гусеничних транспортних засобів (КГТЗ). Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали на сайтах технічних видавництв або освітніх платформ, таких як Prometheus, які пояснюють значення моделювання для створення ефективних і конкурентоздатних КГТЗ.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де розкриваються перспективи моделювання, наприклад, для оптимізації конструкцій чи зниження витрат. Зверніть увагу на приклади, де моделі застосовуються до КГТЗ, таких як автомобілі чи трактори. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які демонструють загальні тенденції моделювання.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах оглядові статті про роль моделювання в машинобудуванні, уникаючи складних математичних викладок. У зошиті складіть конспект із визначенням математичного моделювання та його перспектив, додавши приклади, такі як моделювання динаміки руху.

Для поглиблення знань ознайомтесь із україномовними матеріалами про застосування моделювання в транспортному машинобудуванні. Шукайте відкриті бази даних із характеристиками КГТЗ, щоб проаналізувати, як моделювання впливає на їхні параметри. Це допоможе сформулювати уявлення про значення моделювання для майбутнього транспортного машинобудування.

## **2. Сучасні підходи до моделювання КГТЗ**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на сучасні методи математичного моделювання, які використовуються в проектуванні КГТЗ, такі як комп'ютерне моделювання динаміки чи кінематики. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали на технічних порталах, які пояснюють сучасні підходи, наприклад, використання САПР для моделювання ходової частини.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади моделювання, такі як аналіз напружень у деталях КГТЗ. Зосередьтесь на прикладах для колісних чи гусеничних систем. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які розкривають сучасні методи моделювання.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи описи сучасних підходів, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть схему основних підходів до моделювання (наприклад, числове, аналітичне) для КГТЗ. Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про комп'ютерне моделювання в машинобудуванні, уникаючи складних математичних методів.

Шукайте приклади у відкритих джерелах, де сучасні підходи застосовуються до КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як сучасні методи мо-

делювання сприяють розвитку транспортного машинобудування.

### **3. Перспективи інтеграції з інноваційними технологіями**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на інтеграції математичного моделювання з інноваційними технологіями, такими як штучний інтелект чи IoT, у транспортному машинобудуванні. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як моделювання інтегрується з новими технологіями, наприклад, для створення автономних КГТЗ.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де наводяться приклади інтеграції, такі як моделювання з використанням AI для оптимізації конструкцій. Зверніть увагу на приклади для колісних чи гусеничних систем. Перегляньте вебіари на україномовних платформах, які демонструють інтеграцію моделювання з інноваціями.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах графіки чи схеми, які показують результати інтеграції, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює технології (AI, IoT) та їхній вплив на моделювання КГТЗ.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про інноваційні технології в машинобудуванні, уникаючи складних алгоритмів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де інтеграція застосовується до КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як інноваційні технології розширюють можливості моделювання.

### **4. Застосування моделей для електричних систем**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на використання математичного моделювання для проектування електричних систем КГТЗ, таких як електродвигуни чи батареї. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали на технічних порталах, які пояснюють, як моделі застосовуються до електричних систем, наприклад, для оптимізації енергоспоживання.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади моделювання електричних систем, таких як управління батареєю. Зосередьтесь на прикладах для електричних КГТЗ. Перегляньте вебіари на україномовних платформах, які розкривають принципи моделювання електричних систем. Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи

графіки, які показують результати моделювання, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть схему етапів моделювання електричної системи (наприклад, двигун, батарея) для КГТЗ.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про моделювання електричних систем у машинобудуванні, уникаючи складних формул. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до електричних КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як моделювання сприяє розвитку електричних транспортних засобів.

## **5. Перспективи моделювання гібридних транспортних засобів**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на перспективи математичного моделювання для гібридних КГТЗ, які поєднують електричні та традиційні двигуни. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як моделювання допомагає оптимізувати гібридні системи, наприклад, для балансування потужності.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де наводяться приклади моделювання гібридних систем, таких як оптимізація паливної ефективності. Зверніть увагу на приклади для гібридних КГТЗ. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які демонструють перспективи моделювання гібридних систем.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах графіки чи схеми, які показують результати моделювання, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює параметри гібридних систем до і після моделювання (наприклад, витрати палива, потужність). Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про моделювання гібридних систем у машинобудуванні, уникаючи складних алгоритмів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до гібридних КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як моделювання сприяє розвитку гібридних транспортних засобів.

## **6. Моделі автономних систем у машинобудуванні**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на математичне моделювання автономних систем КГТЗ, таких як системи автоматичного керування чи навігації. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали на технічних порталах, які

пояснюють, як моделі застосовуються до автономних систем, наприклад, для управління траєкторією. Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються приклади моделювання автономних систем, таких як автопілот для КГТЗ. Зосередьтесь на прикладах для колісних чи гусеничних систем. Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які розкривають принципи моделювання автономних систем.

Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують результати моделювання, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть схему етапів моделювання автономної системи (наприклад, навігація, керування) для КГТЗ.

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про моделювання автономних систем у машинобудуванні, уникаючи складних формул. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделі застосовуються до автономних КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як моделювання сприяє розвитку автономних транспортних засобів.

## **7. Вплив моделювання на конкурентоздатність**

При вивченні цього пункту, зосередьте увагу на тому, як математичне моделювання підвищує конкурентоздатність КГТЗ через покращення конструкцій, зниження витрат і підвищення ефективності. Пошукайте у відкритих джерелах україномовні навчальні матеріали, які пояснюють, як моделювання впливає на конкурентоздатність, наприклад, через оптимізацію дизайну чи продуктивності.

Рекомендується переглянути статті чи відео на технічних порталах або YouTube-каналах, де наводяться приклади впливу моделювання, такі як зменшення ваги КГТЗ. Зверніть увагу на приклади для колісних чи гусеничних систем.

Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які демонструють вплив моделювання на конкурентоздатність. Спробуйте знайти у відкритих джерелах графіки чи схеми, які показують результати моделювання, і проаналізуйте їх. У зошиті складіть таблицю, яка порівнює параметри КГТЗ до і після моделювання (наприклад, вага, ефективність).

Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про вплив моделювання на машинобудування, уникаючи складних алгоритмів. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де моделювання застосовується для підвищення конкурентоздатності КГТЗ. Це допо-

може зрозуміти, як моделювання сприяє ринковій перевазі.

### **8. Майбутні тенденції застосування моделювання**

Для опанування цього пункту, зверніть увагу на майбутні тенденції математичного моделювання в транспортному машинобудуванні, такі як використання AI, хмарних технологій чи цифрових двійників. У відкритих джерелах пошукайте україномовні статті чи навчальні матеріали на технічних порталах, які пояснюють майбутні тенденції моделювання, наприклад, для створення автономних КГТЗ.

Рекомендується переглянути відео на YouTube-каналах, присвячених машинобудуванню, де демонструються тенденції, такі як моделювання з використанням цифрових двійників. Зосередьтесь на прикладах для колісних чи гусеничних систем.

Перегляньте вебінари на україномовних платформах, які розкривають майбутні напрямки моделювання. Спробуйте знайти у відкритих джерелах схеми чи графіки, які показують перспективні технології, і проаналізуйте їх.

У зошиті складіть схему основних тенденцій моделювання (AI, хмарні технології) для КГТЗ. Для поглиблення знань ознайомтесь із навчальними матеріалами про майбутні технології в машинобудуванні, уникаючи складних формул. Шукайте приклади у відкритих джерелах, де тенденції застосовуються до КГТЗ. Це допоможе зрозуміти, як майбутні технології моделювання впливатимуть на транспортне машинобудування.

### **Питання для самоперевірки**

1. Яке значення перспектив математичного моделювання в транспортному машинобудуванні?
2. Які сучасні підходи до моделювання КГТЗ?
3. Які перспективи інтеграції моделювання з інноваційними технологіями в транспортному машинобудуванні?
4. Як застосовуються моделі для електричних систем у транспортному машинобудуванні?
5. Які перспективи моделювання гібридних транспортних засобів?
6. Як моделі застосовуються для автономних систем у машинобудуванні?
7. Як моделювання впливає на конкурентоздатність КГТЗ?
8. Які майбутні тенденції застосування моделювання в транспортно-

му машинобудуванні?

9. Як відрізняються моделі для електричних і гібридних систем?
10. Яке значення інтеграції з інноваційними технологіями для моделювання КГТЗ?

### **3 ЗАВДАННЯ НА КОНТРОЛЬНІ РОБОТИ**

Студенти заочної форми навчання відповідно до програми курсу «Математичне моделювання робочих процесів КГТЗ» самостійно вивчають літературу, що рекомендується, і виконують одну контрольну роботу, яка складається з трьох питань.

Залік по контрольній роботі студент одержує при особистій співбесіді з викладачем. Оформляти роботу рекомендується на аркушах формату А4 (210x297), зброшурованих і закріплених у швидкозшивачі. При оформленні роботи слід керуватися вимогами ДСТУ 3008-95 - «Документація. Звіти в сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення» і СТП 15-96 «Пояснювальна записка до курсових і дипломних проєктів. Вимоги і правила оформлення».

При виконанні контрольної роботи необхідно пояснювати текст схемами і рисунками в масштабі. На обкладинці роботи треба вказати: назву предмета; прізвище, ім'я, по батькові студента; шифр; спеціальність; номер залікової книжки; домашню адресу (для іногородніх) з поштовим індексом; дату виконання. Контрольна робота повинна бути підписана студентом.

Матеріал контрольної роботи розташовується в наступному порядку:

- титульний лист;
- теоретична частина;
- графічна частина;
- висновки;
- перелік посилань.

Наприкінці роботи обов'язково необхідно привести список використаної літератури та електронних джерел, на які наведені посилання в контрольній роботі, з обов'язковим зазначенням по кожному літературному джерелу прізвища та ініціалів автора, назви книги, місця видання, видавництва і року видання, URL електронного ресурсу.

Контрольна робота повинна бути особисто підписана студентом. Залік по контрольній роботі студент одержує при особистій співбесіді

з викладачем.

### **3.1 Список варіантів контрольних робіт**

#### **ВАРІАНТ 1**

1. Опишіть, як математичні моделі застосовуються для аналізу технологічних операцій у виробництві КГТЗ, таких як складання чи обробка деталей. Наведіть приклади.
2. Поясніть, як ітеративні методи використовуються для поступового вдосконалення моделей динаміки руху КГТЗ. Наведіть приклад моделювання маневреності.
3. Проаналізуйте, як моделі враховують конструктивні фактори, такі як геометрія чи матеріали, для оцінки стійкості КГТЗ.

#### **ВАРІАНТ 2**

1. Поясніть, як методи розрахунку математичних моделей використовуються для оптимізації поточних ліній виробництва КГТЗ. Наведіть приклади.
2. Опишіть, як моделі поперечної стійкості КГТЗ допомагають уникати перекидання під час поворотів. Наведіть приклад моделювання.
3. Проаналізуйте, як обчислювальна техніка сприяє реалізації математичних моделей у проектуванні КГТЗ. Наведіть приклад.

#### **ВАРІАНТ 3**

1. Поясніть, як моделі контролю якості застосовуються для перевірки деталей КГТЗ, таких як міцність чи геометрична точність. Наведіть приклад.
2. Опишіть, як математичні моделі аналізують криволінійний рух КГТЗ. Наведіть приклад моделювання повороту.
3. Проаналізуйте, як моделі враховують невизначеність умов експлуатації, таких як погодні фактори, для колісних систем КГТЗ.

#### **ВАРІАНТ 4**

1. Опишіть, як моделі випробовувань робочих процесів КГТЗ оцінюють такі параметри, як маневреність чи тягові характеристики. Наведіть приклад.
2. Поясніть, як алгоритмічні моделі застосовуються для синтезу конструкцій гусеничних КГТЗ. Наведіть приклад моделювання.
3. Проаналізуйте, як моделі утилізації КГТЗ сприяють екологічно безпечній переробці матеріалів. Наведіть приклад.

### **ВАРІАНТ 5**

1. Поясніть, як моделі аналізу режимів функціонування оцінюють різні режими руху КГТЗ, наприклад, нормальний чи екстремальний. Наведіть приклад.
2. Опишіть, як методи локальної оптимізації застосовуються для покращення окремих елементів КГТЗ, таких як міцність деталей. Наведіть приклад.
3. Проаналізуйте, як моделі діагностики, інтегровані з інформаційними технологіями, виявляють несправності в КГТЗ. Наведіть приклад.

### **ВАРІАНТ 6**

1. Опишіть, як моделі діагностики застосовуються для виявлення дефектів у процесі виробництва КГТЗ. Наведіть приклад.
2. Поясніть, як моделі маневреності колісних КГТЗ аналізують повороти чи маневри. Наведіть приклад моделювання.
3. Проаналізуйте, як ітеративні методи аналізу використовуються для вдосконалення робочих процесів КГТЗ. Наведіть приклад.

### **ВАРІАНТ 7**

1. Поясніть, як моделі ремонту КГТЗ оцінюють ремонтпридатність деталей, таких як гусеничні системи. Наведіть приклад.
2. Опишіть, як базові моделі динаміки колісних КГТЗ аналізують рух чи гальмування. Наведіть приклад моделювання.
3. Проаналізуйте, як моделі інтегруються в САПР для проектування КГТЗ. Наведіть приклад.

**ВАРІАНТ 8**

1. Опишіть, як комплексний аналіз робочих процесів КГТЗ охоплює динаміку та технологічні аспекти. Наведіть приклад.
2. Поясніть, як моделі гусеничних систем аналізують зчеплення чи маневреність у складних умовах. Наведіть приклад.
3. Проаналізуйте, як методи глобальної оптимізації застосовуються для комплексного покращення характеристик КГТЗ. Наведіть приклад.

**ВАРІАНТ 9**

1. Поясніть, як моделі враховують невизначеність умов експлуатації для гусеничних КГТЗ. Наведіть приклад.
2. Опишіть, як моделі стабілізації коліс у маневреності КГТЗ допомагають уникати заносу. Наведіть приклад.
3. Проаналізуйте, як моделі синтезу застосовуються для модернізації систем КГТЗ, таких як трансмісія. Наведіть приклад.

**ВАРІАНТ 10**

1. Опишіть, як методи аналізу заносу мостів використовуються в моделях стійкості КГТЗ. Наведіть приклад.
2. Поясніть, як ітеративні алгоритми застосовуються для вдосконалення моделей транспортних систем КГТЗ. Наведіть приклад.
3. Проаналізуйте, як моделі екологічної модернізації КГТЗ зменшують викиди. Наведіть приклад.

**ВАРІАНТ 11**

1. Поясніть, як моделі прямолінійного руху КГТЗ оцінюють швидкість чи витрати палива. Наведіть приклад.
2. Опишіть, як моделі діагностики, інтегровані з ІТ, виявляють несправності в трансмісії КГТЗ. Наведіть приклад.
3. Проаналізуйте, як комплексний аналіз функціональних аспектів КГТЗ оцінює рух чи передачу потужності. Наведіть приклад.

**ВАРІАНТ 12**

1. Опишіть, як моделі технологічних операцій оптимізують складання КГТЗ. Наведіть приклад.
2. Поясніть, як моделі маневреності гусеничних КГТЗ аналізують диференціальну швидкість гусениць. Наведіть приклад.
3. Проаналізуйте, як моделі утилізації КГТЗ оцінюють енерговитрати на переробку. Наведіть приклад.

**ВАРІАНТ 13**

1. Поясніть, як моделі контролю якості перевіряють геометричні параметри деталей КГТЗ. Наведіть приклад.
2. Опишіть, як методи локальної оптимізації покращують експлуатаційні характеристики КГТЗ. Наведіть приклад.
3. Проаналізуйте, як ітеративна інтеграція моделей з ІТ застосовується для проектування КГТЗ. Наведіть приклад.

**ВАРІАНТ 14**

1. Опишіть, як моделі випробовувань оцінюють стійкість КГТЗ у реальних умовах. Наведіть приклад.
2. Поясніть, як моделі поперечної стійкості аналізують кут нахилу КГТЗ. Наведіть приклад.
3. Проаналізуйте, як моделі враховують конструктивні фактори для модернізації КГТЗ. Наведіть приклад.

**ВАРІАНТ 15**

1. Поясніть, як моделі аналізу режимів функціонування оцінюють екстремальні умови для КГТЗ. Наведіть приклад.
2. Опишіть, як базові моделі динаміки гусеничних КГТЗ аналізують зчеплення з поверхнею. Наведіть приклад.
3. Проаналізуйте, як моделі інтегруються в САПР для оптимізації конструкцій КГТЗ. Наведіть приклад.

**ВАРІАНТ 16**

1. Опишіть, як моделі діагностики виявляють дефекти в процесі

виробництва КГТЗ. Наведіть приклад.

2. Поясніть, як моделі криволінійного руху аналізують маневреність КГТЗ. Наведіть приклад.
3. Проаналізуйте, як методи оптимізації застосовуються в комплексному аналізі робочих процесів КГТЗ. Наведіть приклад.

### **ВАРІАНТ 17**

1. Поясніть, як моделі ремонту КГТЗ оцінюють ремонтпридатність гусеничних систем. Наведіть приклад.
2. Опишіть, як алгоритмічні моделі синтезують конструкції колісних КГТЗ. Наведіть приклад.
3. Проаналізуйте, як моделі екологічної модернізації зменшують енерговитрати КГТЗ. Наведіть приклад.

### **ВАРІАНТ 18**

1. Опишіть, як комплексний аналіз робочих процесів КГТЗ охоплює динаміку та конструкцію. Наведіть приклад.
2. Поясніть, як моделі стабілізації коліс у маневреності КГТЗ допомагають уникати втрати контролю. Наведіть приклад.
3. Проаналізуйте, як моделі утилізації оцінюють вплив переробки на екологію. Наведіть приклад.

### **ВАРІАНТ 19**

1. Поясніть, як моделі технологічних операцій оптимізують обробку деталей КГТЗ. Наведіть приклад.
2. Опишіть, як моделі поперечної стійкості оцінюють розподіл сил у КГТЗ. Наведіть приклад.
3. Проаналізуйте, як ітеративні методи аналізу вдосконалюють моделі робочих процесів КГТЗ. Наведіть приклад.

### **ВАРІАНТ 20**

1. Опишіть, як моделі випробовувань оцінюють тягові характеристики КГТЗ. Наведіть приклад.
2. Поясніть, як методи локальної оптимізації покращують міцність деталей КГТЗ. Наведіть приклад.

3. Проаналізуйте, як моделі діагностики, інтегровані з ІТ, аналізують стан трансмісії КГТЗ. Наведіть приклад.

### **ВАРІАНТ 21**

1. Поясніть, як моделі аналізу режимів функціонування оцінюють швидкісний режим КГТЗ. Наведіть приклад.
2. Опишіть, як моделі маневреності колісних КГТЗ аналізують радіус повороту. Наведіть приклад.
3. Проаналізуйте, як моделі синтезу застосовуються для модернізації підвіски КГТЗ. Наведіть приклад.

### **ВАРІАНТ 22**

1. Опишіть, як моделі діагностики виявляють знос деталей у процесі виробництва КГТЗ. Наведіть приклад.
2. Поясніть, як моделі прямолінійного руху оцінюють силу тяги КГТЗ. Наведіть приклад.
3. Проаналізуйте, як моделі інтегруються в САПР для аналізу конструкцій КГТЗ. Наведіть приклад.

### **ВАРІАНТ 23**

1. Поясніть, як моделі ремонту оцінюють заміну деталей у КГТЗ. Наведіть приклад.
2. Опишіть, як моделі гусеничних систем аналізують маневреність на нерівній поверхні. Наведіть приклад.
3. Проаналізуйте, як методи глобальної оптимізації покращують експлуатаційні характеристики КГТЗ. Наведіть приклад.

### **ВАРІАНТ 24**

1. Опишіть, як комплексний аналіз технологічних аспектів оцінює витрати виробництва КГТЗ. Наведіть приклад.
2. Поясніть, як моделі заносу мостів аналізують втрату зчеплення в КГТЗ. Наведіть приклад.
3. Проаналізуйте, як моделі утилізації оцінюють переробку матеріалів КГТЗ. Наведіть приклад.

**ВАРІАНТ 25**

1. Поясніть, як моделі контролю якості перевіряють міцність деталей КГТЗ. Наведіть приклад.
2. Опишіть, як ітеративні алгоритми вдосконалюють моделі транспортних систем КГТЗ. Наведіть приклад.
3. Проаналізуйте, як моделі екологічної модернізації підвищують паливну ефективність КГТЗ. Наведіть приклад.

**ВАРІАНТ 26**

1. Опишіть, як моделі випробовувань оцінюють маневреність КГТЗ у реальних умовах. Наведіть приклад.
2. Поясніть, як моделі поперечної стійкості аналізують центр ваги КГТЗ. Наведіть приклад.
3. Проаналізуйте, як ітеративна інтеграція моделей з ІТ застосовується для аналізу робочих процесів КГТЗ. Наведіть приклад.

**ВАРІАНТ 27**

1. Поясніть, як моделі аналізу режимів функціонування оцінюють гальмівний режим КГТЗ. Наведіть приклад.
2. Опишіть, як моделі стабілізації коліс у маневреності КГТЗ аналізують розподіл навантажень. Наведіть приклад.
3. Проаналізуйте, як моделі синтезу застосовуються для модернізації двигуна КГТЗ. Наведіть приклад.

**ВАРІАНТ 28**

1. Опишіть, як моделі діагностики виявляють вібрацію в процесі виробництва КГТЗ. Наведіть приклад.
2. Поясніть, як моделі криволінійного руху оцінюють кутові швидкості КГТЗ. Наведіть приклад.
3. Проаналізуйте, як моделі інтегруються в САПР для оптимізації гусеничних систем КГТЗ. Наведіть приклад.

**ВАРІАНТ 29**

1. Поясніть, як моделі ремонту оцінюють ремонтпридатність

- колісних систем КГТЗ. Наведіть приклад.
2. Опишіть, як методи локальної оптимізації покращують економічність КГТЗ. Наведіть приклад.
  3. Проаналізуйте, як моделі утилізації оцінюють екологічний вплив переробки КГТЗ. Наведіть приклад.

### **ВАРІАНТ 30**

1. Опишіть, як комплексний аналіз функціональних аспектів оцінює передачу потужності КГТЗ. Наведіть приклад.
2. Поясніть, як моделі маневреності гусеничних КГТЗ аналізують розворот на місці. Наведіть приклад.
3. Проаналізуйте, як методи оптимізації застосовуються в комплексному аналізі робочих процесів КГТЗ. Наведіть приклад.

## **4 КОНТРОЛЬНІ ЗАХОДИ З ПЕРЕВІРКИ ЯКОСТІ ЗАСВОЄННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ДИСЦИПЛІНИ**

На підставі робочої програми дисципліни та вимог організації навчального процесу, кафедра розробляє контрольні заходи з перевірки якості засвоєння студентом навчального матеріалу дисципліни. Контрольні заходи з дисципліни «Математичне моделювання робочих процесів КГТЗ» передбачають наступне:

- опитування за окремими темами лекційного курсу;
- виконання тестових письмових робіт на рубіжному контролі;
- виконання та захист практичних робіт;
- виконання та захист контрольних робіт;
- складання іспиту.

Для закріплення поточних знань протягом семестру, до проведення підсумкового модульного контролю, проводяться контрольні заходи (письмове опитування студентів за матеріалами лекцій, що були прочитані), на підставі яких студент отримує загальну оцінку.

При виконанні письмової роботи, студенти одержують завдання по висвітленню певних теоретичних питань або розв'язку завдань. Робота виконується студентом письмово й здається викладачеві. При цьому оцінюються володіння матеріалом по темі роботи, аналітичні здатності студента, його володіння методами, уміння й навички, необ-

хідні для виконання завдань.

Іспит націлений на комплексну перевірку освоєння дисципліни. Іспит проводиться в усній або письмовій формі по білетах, у яких наводяться питання (завдання) по всіх темах курсу. Студенту дається час на підготовку. Оцінюється володіння матеріалом, його системне освоєння, здатність застосовувати потрібні знання, навички й уміння при аналізі проблемних ситуацій і вирішенні практичних завдань.

Слід зазначити, що всі заплановані заходи мають бути складені позитивно. Негативна оцінка з будь якого контрольного заходу свідчить про незасвоєння студентом навчального матеріалу.

Студент, який одержав за результатами модульного контролю позитивні оцінки, виконав всі завдання, що передбачені робочим навчальним планом дисципліни допускається до складання заліку.

Студент, який отримав на модульному контролі незадовільну оцінку або не з'явився на нього, має можливість повторного складання протягом одного-двох тижнів.

## 5 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Надається перелік навчальної та довідникової літератури, що рекомендується при вивченні дисципліни «Математичне моделювання робочих процесів КГТЗ». Слід мати на увазі, що джерела, які можуть бути використані студентом для самопідготовки при вивченні дисципліни, не обмежуються тільки цим, наведеним нижче переліком літератури.

### Базова

1. Волков В. П., Вільський Г. Б. Теорія руху автомобіля : підручник. Суми : Університетська книга, 2015. 320 с.
2. Безбородова Г. Б., Галушко В. Г. Моделювання руху автомобіля. Київ : Вища школа, 1978. 168 с.
3. Автомобілі : тягово-швидкісні властивості та паливна економічність : навч. посіб. / В. П. Сахно Г. Б. Безбородова, М. М. Маяк, С. М. Шарай. Київ : КВІЦ, 2004. 174 с.
4. Сирота В. І., Сахно В. П. Автомобілі. Основи конструкції, теорія : навч. посіб. для студентів ВНЗ. 2-ге вид., доп. і перероб. Київ : Арістей, 2011. 356 с.

5. Гащук П. Автомобіль. Теорія колісного рушія. Київ : Кондор, 2018. 328 с.

### Допоміжна

6. Математичне моделювання систем і процесів : навч. посіб. / П. М. Павленко, С. Ф. Філоненко, О. М. Чередніков, В. В. Трейтяк. Київ : НАУ, 2017. 392 с.
7. Вишневецький В. І. Основи інформатики і математичного моделювання : у 2 ч. Ч. 1. Основні положення загальної теорії розвитку соціально-економічних систем, системного підходу, аналізу і синтезу : навч. посіб. для аспірантів. Київ : НТУ, 2005. 140 с.
8. Кудін Р. А. Вік автомобільного парку та потреби в технічному сервісі : монографія. Київ : НТУ, 2005. 109 с.
9. Автомобілі. Всеколісне керування : монографія / В. П. Сахно, О. В. Григорашенко, А. В. Вакуліч, О. М. Тімков, Д. М. Яценко. Київ : НТУ, 2013. 180 с.
10. Безбородова Р. Б., Маяк Н. М., Чалий А. А. Економія палива при керуванні автомобілем. 2-ге вид., перероб. і допов. Київ : Техніка, 1989. 128 с.
11. Автомобілі. Теорія експлуатаційних властивостей : навч. посіб. / В. В. Біліченко, О. Л. Добровольський, В. О. Огневий, Є. В. Смирнов. Вінниця : ВНТУ, 2017. 163 с.
12. Крайник Л. В., Грубель М. Г. Багатофакторна оцінка та нормування паливної економічності вантажних автомобілів : монографія. Львів : Академія сухопутних військ, 2010. 117 с.
13. Зінько Р. В., Крайник Л. В., Горбай О. З. Основи конструктивного синтезу та динаміка спеціальних автомобілів і технологічних машин : монографія. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2019. 344 с.
14. Методи моніторингу та розрахунку експлуатаційних впливів і динаміки руху колісних транспортних систем при транспортуванні великогабаритних вантажів : навч. посіб. / уклад. П. В. Ясній, В. З. Гудь, Ю. І. Пиндус, М. І. Гудь, М. Р. Коневич. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. 168 с.
15. Гліненко Л. К., Сухоносів О. Г. Основи моделювання технічних систем : навч. посіб. Львів : Бескид Біт, 2003. 176 с.

16. Лебідь Р. Д., Жуков І. А., Гузій М. М. Математичні методи в моделюванні систем : навч. посіб. Київ : КМУЦА, 2000. 158 с.
17. Моделювання систем : підруч. / В. М. Томашевський ; за ред. М. З. Згуровського. Київ : Видавнича група ВНУ, 2005. 352 с.
18. Томашевський В. М., Жданова О. Г., Жолдаков О. О. Вирішення практичних завдань методами комп'ютерного моделювання. Київ : Корнійчук, 2001. 267 с.
19. Вступ до математичного моделювання: навч. посібник / В. Н. Ашихмін, М. Б. Гітман, І. Е. Келлер, О. Б. Наймарк. Київ: НАУ, 2005. 440 с.
20. Струтинський В. Б. Математичне моделювання процесів та систем механіки : підруч. Житомир : ЖІТІ, 2001. 611 с.
21. Павленко П. М. Основи математичного моделювання систем і процесів : навч. посіб. Київ : НАУ, 2014. 274 с.
22. Пальчевський Б. О. Дослідження технологічних систем (моделювання, проектування, оптимізація) : навч. посіб. Львів : Світ, 2001. 232 с.

### Інформаційні ресурси

23. The IEEE/ASME TRANSACTIONS ON MECHATRONICS (TMECH) is a bimonthly periodical source. <http://www.ieee-asme-mechatronics.org> (дата звернення: 2.08.2025).
24. Mechatronics – an international journal. <https://www.journals.elsevier.com/mechatronics> (дата звернення: 2.08.2025).
25. Mechatronics, Informatics and Control Group (MICG) – incorporates the Mechatronics Forum, which has been actively promoting mechatronics internationally for the past 20 years. <https://www.imeche.org/get-involved/special-interest-groups/mechatronics-informatics-and-control-group> (дата звернення: 2.08.2025).
26. Robotics. <https://curlie.org/Computers/Robotics> (дата звернення: 2.08.2025).
27. IEEE Robotics and Automation Society. <http://www.ieee-ras.org> (дата звернення: 2.08.2025)
28. Investigation of social robots – Robots that mimic human behaviors and gestures. <http://www.ai.mit.edu/projects/humanoid-robotics->

- [group/index.html](#) (дата звернення: 2.08.2025)
29. Wired's guide to the '50 best robots ever', a mix of robots in fiction (Hal, R2D2, K9) to real robots (Roomba, Mobot, Aibo).  
<https://www.wired.com/wired/archive/14.01/robots.html> (дата звернення: 2.08.2025)
  30. Automotive Electronic Systems Clemson Vehicular Electronics Laboratory Website <http://www.cvel.clemson.edu/auto/systems/auto-systems.html> (дата звернення: 2.08.2025).
  31. Seattle Robotics «What is a Servo?».  
<http://www.seattlerobotics.org/guide/servos.html> (дата звернення: 2.08.2025).
  32. Different types of servo motors.  
<http://www.servotronics.com/servomotors.html> (дата звернення: 2.08.2025).
  33. Automotive Manufacturing Engineering Overview.  
<http://www.automotiveengineeringhq.com/automotive-manufacturing-engineering/> (дата звернення: 2.08.2025).
  34. Engineering Synergy. <http://myengineeringsystems.co.uk/> (дата звернення: 2.08.2025).
  35. The Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE), formerly the Institute of Industrial Engineers, is a professional society dedicated solely to the support of the industrial engineering profession and individuals involved with improving quality and productivity.  
<http://www.iise.org/> (дата звернення: 2.08.2025).
  36. SME (previously the Society of Manufacturing Engineers) is a non-profit student and professional association for educating and advancing the manufacturing industry in North America. <http://sme.org/> (дата звернення: 2.08.2025).