

**МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра «Вагони»**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до самостійної роботи з дисципліни**

***„СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ  
РУХОМОГО СКЛАДУ”***

**Харків 2009**

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку

на засіданні кафедри „Вагони” 14 січня 2008 р., протокол № 5.

Укладач

доц. В.В. Шевченко

Рецензент

доц. В.В. Котов

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи з дисципліни  
„Системи автоматизованого проектування  
рухомого складу”

Відповідальний за випуск Шевченко В.В.

Редактор Решетилова В.В.

---

Підписано до друку 08.04.08 р.

Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,5 Обл.-вид.арк. 1,75.

Замовлення № Тираж 100 Ціна

---

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК 2874 від. 12.06.2007 р.

Друкарня УкрДАЗТу,  
61050, Харків - 50, пл. Фейєрбаха, 7

Українська державна академія залізничного транспорту

Методичні вказівки  
до самостійної роботи з дисципліни  
„Системи автоматизованого проектування рухомого складу”

Харків  
2009

Методичні вказівки розглянуто й затверджено на засіданні кафедри „Вагони” 14 січня 2008 року, протокол № 5.

Укладач

доц. В.В. Шевченко

Рецензент

доц. В.В. Котов

## ВСТУП

Збільшення продуктивності праці розроблювачів нових виробів, скорочення строків проектування, підвищення якості розроблення проектів - найважливіші проблеми, вирішення яких визначає рівень прискорення науково-технічного прогресу суспільства.

Прогрес науки й техніки, потреби в нових промислових виробках обумовлюють необхідність виконання проектних робіт великого обсягу. Вимоги, які ставляться до якості проектів, строків їхнього виконання, виявляються усе більш жорсткими по мірі збільшення складності проєктованих об'єктів і підвищення важливості виконуваних ними функцій. Задовольнити ці вимоги за допомогою простого збільшення чисельності проєктувальників не можна, тому що можливість паралельного проведення проектних робіт обмежена й чисельність інженерно-технічних працівників у проектних організаціях країни не може бути помітно збільшена. Вирішити проблему можна на основі автоматизації проектування - широкого застосування обчислювальної техніки.

Розвиток систем автоматизованого проектування (САПР) опирається на міцну науково - технічну базу. Це - сучасні персональні комп'ютери, потужні обчислювальні системи, розподілені обчислювальні мережі; нові способи подання й обробки інформації, засновані на принципах штучного інтелекту; створення нових чисельних методів розв'язання інженерних задач й оптимізації.

Мета автоматизації проектування - підвищення якості, зниження матеріальних витрат, скорочення строків проектування й ліквідація тенденції до збільшення числа інженерно-технічних працівників, зайнятих проектуванням, підвищення продуктивності їхньої праці.

Для автоматизованого проектування характерно систематичне використання ЕОМ при раціональному розподілі функцій між людиною й ЕОМ. На ЕОМ вирішуються завдання, що піддаються формалізації, за умови, що їхнє машинне вирішення більш ефективне, ніж ручне. До таких завдань відноситься виконання багатьох процедур оформлення технічної документації, одержання планів розміщення встаткування, розв'язання систем рівнянь, що

описують процеси в проєктованих об'єктах, і т.д. Як правило, на ЕОМ не тільки вирішуються, але й автоматично складаються системи рівнянь на основі лаконічного вихідного опису об'єкта й наявних у пам'яті ЕОМ відомостей.

Автоматизоване проєктування використовує засоби обчислювальної техніки й дозволяє розв'язувати такі задачі, які важко було вирішувати традиційними ручними способами. Це задачі оптимального проєктування конструкцій, використання таких сучасних методів дослідження напруженого стану конструкцій, як метод кінцевих елементів.

Автоматизація проєктування дозволяє підвищити якість як змісту, так і зовнішнього оформлення проєктів. У першому випадку, завдяки розв'язанню оптимізаційних задач, а також можливості застосування сучасних методів розрахунку на міцність (заснованих на використанні складного математичного апарату) вдається поліпшити техніко - економічні характеристики проєктованих машин, наприклад, зменшити матеріалоемність, габаритні розміри, підвищити надійність і т.п.

Скорочення строків проєктування при використанні САПР досягається завдяки прискоренню виконання розрахункових операцій і креслень, скороченню строків пошуку необхідної інформації внаслідок наявності в пам'яті системи інформаційної бази, що містить всі необхідні дані.

У цей час поряд з використанням САПР конструкцій застосовуються САПР технологічних процесів. За структурою, принципами побудови й стадіями розроблення ці системи багато в чому аналогічні. Наявність системи автоматизованого проєктування виробу створює передумови для більш ефективної організації САПР технологічних процесів його виготовлення, оскільки результати проєктування виробу, що зберігаються в пам'яті ЕОМ, можуть використовуватися для проєктування технологічного процесу його виготовлення.

# 1 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

## 1.1 Мета й завдання дисципліни

Підготовка студента з дисципліни "Системи автоматизованого проектування рухомого складу" передбачає вивчення основ автоматизованого проектування, що дозволить ефективно досліджувати найважливіші проблеми й завдання, пов'язані з проектуванням вагонів і їхньою технічною експлуатацією на залізничному транспорті. Вивчення дисципліни відповідає загальній меті підготовки фахівців, здатних комплексно використати в інженерній практиці спеціальні знання, математичні методи дослідження складних процесів і систем, засоби обчислювальної техніки.

Вивчивши дисципліну, студент повинен знати:

- загальні принципи побудови систем автоматизованого проектування;
- способи побудови математичних моделей, їхнього дослідження за допомогою ЕОМ;
- структуру систем автоматизованого проектування вагонів, характеристики основних підсистем САПР конструкцій вагонів

Студент повинен уміти:

- за виробничою сутністю завдання вибрати найбільш раціональний математичний метод її розв'язання;
- розробляти алгоритми й найпростіші програми розв'язання проектних і науково-дослідних задач;
- використовувати пакети прикладних програм для розв'язання задач моделювання

## **1.2 Зміст дисципліни**

### **Введення в дисципліну**

Цілі й завдання дисципліни, її зв'язок з іншими технічними й спеціальними дисциплінами. Роль САПР у підвищенні ефективності виробництва й прискоренні науково-технічного прогресу. Приклади постановок типових прикладних завдань спеціальності, що вимагають залучення ЕОМ для дослідження реальних процесів.

### **Принципи побудови й структура САПР**

Рівні, аспекти й етапи проектування. Спадне й вихідне, внутрішнє й зовнішнє проектування. Типові проектні процедури. Математичні моделі, їхня класифікація. Завдання аналізу й синтезу систем. Структура САПР. Підсистеми й рівні САПР. Структура програмного забезпечення. Лінгвістичне забезпечення САПР.

### **Програмне забезпечення САПР**

Структура даних і керування. Елементи програмного забезпечення САПР. Банки даних. Діалог у системах автоматизованого проектування.

### **Математичні моделі технічних об'єктів**

Методи одержання математичних моделей на мікрорівні й макрорівні. Метод кінцевих елементів. Моделі динамічних систем.

### **Автоматизація конструкторського й технічного проектування**

Задачі конструкторського проектування. Топологічне проектування конструкцій. Синтез форми конструкції.

Ієрархічні рівні технологічного проектування. Структурно-логічні моделі (ДЕРЖСТАНДАРТ 14.416-83).

### **Система автоматизованого проектування вагонів**

Основні вимоги до САПР вагонів. Класифікація САПР вагонів. Підсистема САПР автоматизації проектувальних розрахунків на етапі технічного проектування. Структура й принципи побудови САПР кузовів вагонів. Інтегровані САПР вагонів.



### **1.3 Зразковий перелік практичних занять**

- 1 Принципи розроблення алгоритмів.
- 2 Основні оператори мови QBASIC.
- 3 Оптимальне проектування контейнера: розроблення алгоритму й програми чисельного розв'язання.
- 4 Приклади розроблення програм на QBASIC.
- 5 Розрахунок геометричних характеристик поперечних перерізів елементів.
- 6 Налагодження програм.
- 7 Приклад розроблення програми розрахунку осі колісної пари на міцність.

### **1.4 Зразковий перелік лабораторних робіт**

Лабораторна робота 1 Операційна система Windows

Лабораторна робота 2 Загальні відомості про пакет програм Microsoft Office

Лабораторна робота 3 Табличний процесор Microsoft Excel.

Лабораторна робота 4 Математична система Mathcad.

Лабораторна робота 5 Підготовка й редагування тестових документів.

Лабораторна робота 6 Графічні засоби персонального комп'ютера.

Лабораторна робота 7 Задача ціле чисельного програмування

## **2 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ**

Вивчення дисципліни припускає освоєння теоретичних основ автоматизованого проектування й виконання під керівництвом викладача практичних і лабораторних робіт.

Наведемо деякі відомості про принципи побудови й структуру систем автоматизованого проектування, а також торкнемося деяких питань автоматизації конструкторського проектування

Системою автоматизованого проектування (САПР) називають організаційно - технічну систему, що складається з комплексу

засобів автоматизації проектування, яка взаємодіє з підрозділами проектної організації і виконує автоматизоване проектування.

Як будь-яку складну систему, САПР можна уявити у вигляді сукупності окремих частин - підсистем. Підсистеми САПР тісно пов'язані з організаційною структурою проектної організації й призначені для виконання певних функцій. Залежно від характеру виконуваних функцій підсистеми поділяються на такі, що проектують, і такі, що й обслуговують. До тих, що проектують, відносяться підсистеми, які виконують проектні процедури й операції. Вони орієнтовані на виконання певного етапу (стадії) проектування або групи безпосередньо зв'язаних проектних завдань. Прикладами можуть служити підсистеми проектування деталей і складальних одиниць, проектування технологічних процесів механічної обробки.

До обслуговуючих відносяться підсистеми, які забезпечують працездатність підсистем, що проектують. Прикладами обслуговуючих підсистем є підсистема інформаційного пошуку, підсистема документування, підсистема графічного введення-виведення.

Підсистеми, що проектують, поділяються на проектно - залежні (об'єктні) і проектно - незалежні (інваріантні). Проектно - залежними називають підсистеми, що реалізують проектні процедури для конкретного об'єкта автоматизованого проектування. До проектно - незалежних відносяться підсистеми, що виконують функції керування й обробки інформації незалежно від особливостей проєктованого об'єкта.

Компоненти різних підсистем САПР, об'єднані за функціональною ознакою, утворюють такі засоби забезпечення: технічне, математичне, програмне, інформаційне, лінгвістичне, методичне, організаційне.

**Технічне забезпечення САПР** являє собою комплекс технічних засобів, призначених для розв'язання завдань автоматизованого проектування.

Технічні засоби в САПР вирішують такі завдання [2]: уведення вихідних даних, описи об'єкта проектування; відображення уведеної інформації з метою її контролю й редагування; перетворення інформації (зміна форми подання даних, трансляції, виконання

арифметичних і логічних операцій і т.п.); зберігання інформації; відображення підсумкових і проміжних результатів розв'язання; оперативне спілкування проектувальника із системою.

Компоненти технічного забезпечення САПР включають пристрої обчислювальної й організаційної техніки, засоби передачі даних, множині, вимірювальні й інші пристрої, що забезпечують функціонування САПР.

**Математичне забезпечення САПР** [1] включає методи й засоби, що дозволяють будувати математичні моделі об'єктів конкретної САПР, розв'язувати задачі їхнього оптимального проектування й т.п. У математичне забезпечення входять елементи, що використовуються в різних САПР. До них відносяться методи розв'язання алгебраїчних рівнянь, чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь, пошук екстремуму, а також алгоритми, на основі яких розробляється програмне забезпечення САПР. Крім того, у математичне забезпечення входять специфічні математичні моделі, характерні для даної предметної галузі.

**Програмне забезпечення САПР** являє собою сукупність програм і програмної документації, необхідних для автоматизованого проектування.

Програмне забезпечення поділяється на загальносистемне й спеціальне (прикладне).

У загальносистемне програмне забезпечення входять програми, необхідні для організації функціонування технічних засобів. Загальносистемне програмне забезпечення пов'язане з технічними засобами й не відбиває специфіки САПР.

Спеціальне (прикладне) програмне забезпечення включає програми, необхідні для виконання проектних процедур, і звичайно створюється у вигляді пакетів прикладних програм. Кожен пакет прикладних програм використовується на певному етапі процесу проектування або обслуговує групу однотипних завдань на різних етапах проектування.

**Інформаційне забезпечення САПР** становлять усілякі дані, необхідні для виконання автоматизованого проектування. В інформаційне забезпечення входять документи з описом

стандартних процедур, типових проектних рішень, типових елементів, матеріалів.

Основу інформаційного забезпечення САПР становлять банки даних. Банк даних складається з бази даних і системи управління базою даних. База даних - це самі дані, розміщені на машинних носіях. Дані можуть бути подані як у вигляді алфавітно-цифровому, так й у вигляді графічної інформації. Система управління базою даних (СУБД) являє собою сукупність програмних засобів, що забезпечують функціонування банку даних. За допомогою СУБД відбувається пошук необхідних даних на запити користувача, уведення нових даних, видалення невикористовуваних даних, захист від перекручування й несанкціонованого доступу й т.п.

**Лінгвістичне забезпечення САПР** становлять мови програмування, призначені для опису процедур автоматизованого проектування й проектних рішень.

**Методичне забезпечення САПР** включає документи, що визначають порядок експлуатації системи автоматизованого проектування. Документи методичного забезпечення мають в основному інструктивний характер.

**Організаційне забезпечення САПР** являє собою сукупність положень, інструкцій, наказів, документів, що регламентують організаційну структуру підрозділів (у тому числі, штатний розклад), кваліфікаційні вимоги й інші документи, які визначають взаємодію підрозділів проектної організації з комплексом засобів автоматизованого проектування.

На рисунку 1 наведена класифікація завдань конструкторського проектування [6].

Задачі конструкторського проектування поділяються на дві групи: задачі топологічного проектування й задачі геометричного проектування.

Група задач топологічного проектування розглядає синтез структури (топології) конструкції з урахуванням її функціональних характеристик.

Задачі геометричного проектування стосуються визначення

суто геометричних параметрів конструкції.

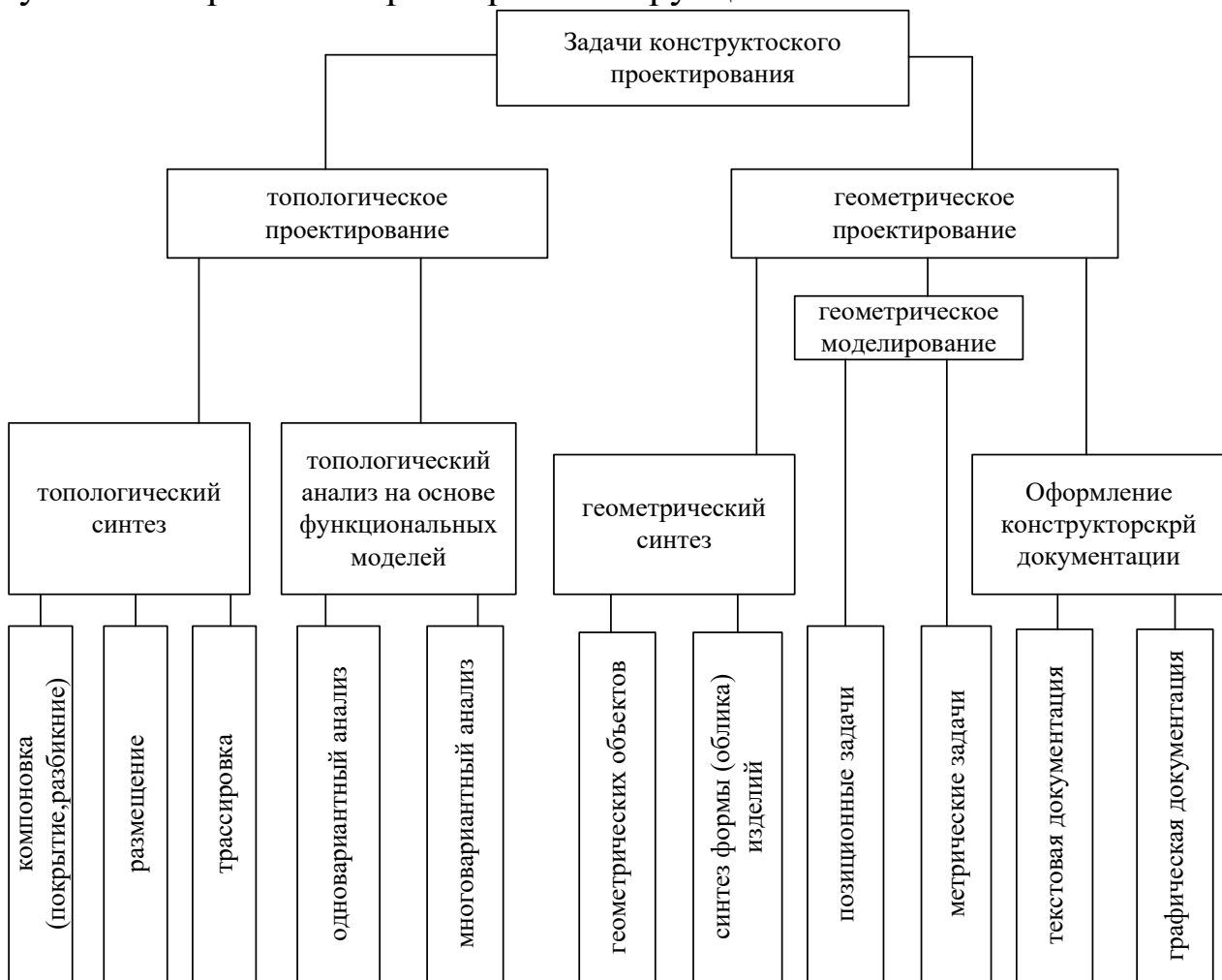


Рисунок 1

**Задача топологічного проектування.** До числа завдань топологічного проектування відносяться завдання компоунання, розміщення й трасування.

*Задача компоунання* конструктивних елементів вищого ієрархічного рівня з елементів нижчого рівня є розповсюдженим завданням проектування. Це найбільш трудомістка частина конструкторського проектування. Спочатку вирішують ескізну частину задачі компоунання, коли за функціональною схемою розробляють загальну конструкцію вузла. Потім на основі ескізного компоунання розробляють робоче компоунання з більш детальним проробленням конструкції вузла.

*Задача розміщення* полягає у визначенні оптимального просторового розташування об'єктів. Прикладами можуть бути розміщення технологічного встаткування в цеху, розроблення генеральних планів депо й вагоноремонтних заводів.

*Задача трасування* полягає у визначенні геометрії з'єднання елементів. Прикладами можуть бути задача про прокладення залізниць, повітропроводів, трубопроводів.

У більшості випадків задачу топологічного проектування можна уявити як задачу дискретного математичного програмування.

**Геометричне моделювання.** Деталі й вузли конструкції можуть мати найрізноманітнішу форму й характеризуватися різними властивостями.

Сукупність властивостей, що однозначно визначають форму геометричного об'єкта, називають геометричною моделлю об'єкта. Геометричну модель можна уявити у вигляді сукупності рівнянь ліній і поверхонь, графіків, списків, таблиць, описаних спеціальними графічними мовами. Теоретичною основою створення геометричних моделей є аналітична геометрія, теорія множин, диференціальна геометрія, теорія графів, алгебра логіки.

При геометричному проектуванні геометричні моделі застосовуються для опису геометричних властивостей об'єкта конструювання (форми, розташування в просторі); розв'язання геометричних завдань (позиційного й метричних); перетворення форми й положення геометричних об'єктів; введення графічної інформації; оформлення конструкторської документації.

До *позиційних задач* геометричного моделювання відносяться визначення приналежності точки замкнутої площини або тривимірної області, визначення перетинання або торкання плоских або об'ємних тіл (деталей) у процесі їхнього руху, оцінення мінімальних або максимальних відстаней і т.п.

До *метричних задач* геометричного моделювання відносяться задачі обчислення площ, обсягів, маси, моментів інерції, центрів мас і т.п.

## **3 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ**

### **3.1 Варіанти завдань**

У курсовій роботі необхідно відповідно до завдання розробити алгоритм і програму розрахунку, а також відповісти на контрольне запитання із наведеного переліку.

#### **3.1.1. Теми завдань на курсову роботу**

1 Розрахунок циклової продуктивності автоматичного поворотного кола для колісних пар вагонів [8].

2 Розрахунок силового пневматичного привода (хід поршня пневмоциліндра  $s=200$  мм, сила корисної дії  $P_T=15$  Кн) [8].

3 Розрахунок механізму затискача для закріплення оброблюваних виробів (величина сили закріплення деталі  $Q_0=2$  Кн) [8].

4 Розрахунок параметрів гідросистеми мийної машини (число сопел - 30, діаметр сопла  $d_0 = 4$  мм ) [8].

5 Розрахунок на міцність деталей гальмової важільної передачі [9].

6 Розрахунок коефіцієнта динамічності й коефіцієнта наростання прискорень для навантаженого вантажного вагона [10].

7 Розрахунок коефіцієнтів опору й кутів нахилу гідравлічних гасителів коливань візка пасажирського вагона [10].

8 Розрахунок сили натискання колеса на рейку при дисбалансі колісної пари залежно від швидкості руху вагона [10].

9 Розрахунок стійкості коліс проти сходу з рейок залежно від величини кута нахилу гребеня й коефіцієнта тертя між колесом і рейкою [10].

10 Розрахунок навантажень, що діють на колісну пару з боку гальмових колодок, залежно від кута підвішування колодки [11].

11 Розрахунок дворядної пружини візка вантажного вагона [11].

12 Розрахунок на витривалість пружини візка вантажного вагона [11].

13 Розрахунок на міцність корпусу фрикційного поглинаючого

апарата [11].

14 Розрахунок потрібного парку вантажних вагонів для відділення залізниці [12].

15 Розрахунок кількості пасажирських вагонів, приписаних до пасажирського депо [12].

16 Розрахунок механізованого пункту підготовки вагонів [12].

17 Оцінення якості роботи ПТО [12].

18 Розрахунок потреби в провідниках вагонів [12].

19 Розрахунок компресорної станції вагонного депо [12].

20 Розрахунок параметрів потоково-конвеєрної лінії вагоноскладальної ділянки депо [12].

21 Розрахунок металорізального, спеціального й деревообробного устаткування вагонного депо [12].

22 Розрахунок ковальського й зварювального встаткування вагонного депо [12].

23 Розрахунок програми ремонту й контингенту робітників АКП [12].

24 Розрахунок площ основних виробничих ділянок депо [12].

25 Розрахунок потреби депо в підйомно-транспортних пристроях [12].

26 Розрахунок потреби депо в електроенергії, воді й стисненому повітрі [12].

27 Розрахунок колісної пари вагона на міцність [11].

Номер контрольного питання визначається завданням. Після кожного контрольного питання й теми курсової роботи зазначене основне джерело.

#### Контрольні питання

1 Типові проектні процедури ([1], с. 25-34).

2 Постановка й підходи до розв'язання задач аналізу ([1], с. 51-60).

3 Постановка й підходи до розв'язання задач синтезу ([1], с. 60-61).

4 Структура САПР ([1], с. 85-99).

5 Технічні засоби САПР ([2], с. 5-8).

6 Загальні відомості про ЕОМ і ВР, використовувані у САПР



([2], с. 9-16).

7 Периферійні пристрої ЕОМ ([2], с. 39-51).

8 Мережі ЕОМ ([2], с. 68-78).

9 Комплекси технічних засобів у САПР ([2], с. 78-87).

10 Загальні відомості про операційні системи ([2], с. 88-101).

11 Структура даних ([3], с. 7-17).

12 Програмне забезпечення САПР ([3], с. 24-31).

13 Методи розроблення програмного забезпечення ([3], с. 31-51).

14 Загальні відомості про банки даних ([3], с. 52-57).

15 Організація діалогу в САПР ([3], с. 108-112).

16 Математичні моделі вагонів ([7]).

17 17. Класифікація задач конструкторського проектування ([6], с. 7-12).

18 Автоматизація оформлення конструкторської й технологічної документації ([6], с. 173-183).

19 Інформаційний фонд САПР ([3], с. 81-99).

20 Принципи й задачі проектування. Структура САПР ([19], с. 7-12).

21 Класифікація САПР ([19], с. 12-14).

22 Математичні моделі технічних об'єктів. Класифікація математичних моделей ([19], с. 14-19).

23 Типові математичні моделі технічних систем ([19], с. 19-28).

24 Задачі структурного синтезу в системах автоматизованого проектування ([19], с. 32-39).

25 Дискретне математичне програмування ([19], с. 39-46).

26 Задачі оптимального проектування ([19], с. 51-56).

27 Методи оптимізації технічних об'єктів Методи одновимірного пошуку ([19], с. 56-67).

28 Методи багатовимірного пошуку ([19], с. 68-72).

29 Лінійне програмування пошуку ([19], с. 72-75).

30 Нелінійне програмування пошуку ([19], с. 75-80).

31 Застосування комп'ютера для пошуку екстремуму функції пошуку ([19], с. 80-89).

32 Імітаційне моделювання.

## **2.2 Зміст курсової роботи**

Метою курсової роботи є аналіз алгоритмів автоматизованого проектування елементів вагонів і систем їхнього технічного обслуговування й набуття навичок розв'язання задач із використанням засобів обчислювальної техніки.

Для досягнення цього завдання необхідно:

а) проаналізувати завдання й на його основі вибрати необхідні технічні засоби;

б) вибрати метод розв'язання поставленої задачі й вивчити її особливості;

в) розробити алгоритм розв'язання задачі, побудувати схему алгоритму. Алгоритм повинен передбачати аналіз залежності результатів від найбільш істотних параметрів і змінних задачі;

г) розробити й налагодити програму. У програмі передбачити форматне виведення результатів, діалогові процедури уведення й виведення;

д) одержати рішення задачі, подавши результати в зручному вигляді.

## **3.3 Зміст пояснювальної записки**

Пояснювальна записка повинна бути написана відповідно до вимог стандартів з оформлення текстової документації обсягом 15-20 аркушів формату А4 і містити такі розділи:

а) введення;

б) опис методу розв'язання задачі;

в) алгоритм розв'язання задачі;

г) текст програми;

д) аналіз отриманих результатів;

е) список використаної літератури.

Графічна частина проекту включає креслення або схему об'єкта розрахунку й може бути виконана як на окремих аркушах, так й у

тексті пояснювальної записки.

## **4 АЛГОРИТМІЗАЦІЯ**

### **4.1 Методика розроблення програм**

Процес розв'язання задачі включає такі основні етапи:

- а) визначення задачі;
- б) вибір методу розв'язання (алгоритму);
- в) подання (опис) алгоритму;
- г) перетворення алгоритму в програму;
- д) налагодження й тестування програми.

Починати розв'язання задачі треба з визначення проблеми. Багато хто недооцінює цей етап програмування. Тим часом нерозуміння проблеми, відсутність точного плану й опису задачі дуже часто приводить до зайвих витрат, а, може бути, завдання так і не буде вирішено.

Після формулювання задачі варто провести її аналіз. У процесі аналізу виявляються змінні, які поділяються на початкові змінні (дані), проміжні, необхідні на різних етапах розв'язання задачі, константи. Крім того, є набір відносин, що зв'язують деякі змінні.

Складні задачі звичайно поділяють на частини. Це полегшує розв'язання, тому що програміст може зосередитися тільки на одній підзадачі й тимчасово відволіктися від деталей інших підзадач.

### **4.2 Алгоритм**

Змінні й відносини організовуються у вигляді кінцевої послідовності математичних і логічних дій, які потрібно виконати над вихідними даними, щоб одержати кінцевий результат. Ця послідовність називається алгоритмом розв'язання задачі. Математичні дії в алгоритмі записуються у вигляді формул, а логічні операції являють собою умови й повідомлення про подальший хід обчислень.

Для розв'язання складної задачі можна розробити кілька алгоритмів. Ефективність алгоритму оцінюється деяким числом

критеріїв (швидкість виконання, обсяг використовуваної пам'яті, точність результатів).

У 1966 році математики довели, що будь-яка задача, яку можна вирішити за допомогою кінцевого числа інструкцій, може бути вирішена за допомогою алгоритму, який використовує тільки три керуючі структури.

Перша основна керуюча структура - це послідовні виконання операторів. Вона називається послідовною структурою. Друга структура припускає вибір однієї дії із двох можливих залежно від істинності або хибності деякої умови й називається структурою розгалуження. Третя структура описує повторення деяких дій, що виконуються доти, поки істинна деяка умова. Вона називається структурою циклу. Алгоритм будь-якої складності зводиться до комбінації основних керуючих структур.

### 4.3 Подання алгоритму

Найчастіше алгоритм подають у графічній або описовій формі. Графічний запис алгоритму виконується відповідно до державних стандартів і являє собою схему, що складається із блоків, які виконують певні дії, і зв'язків між ними.

Описова форма алгоритму являє собою виклад послідовності виконуваних операцій загальноприйнятою або спеціальною мовою (псевдокод) і називається описовим алгоритмом. Слова звичайно вживаються в наказовому способі, наприклад:

- уведення даних - "Увести дані";
- виведення даних - "Вивести дані";
- обчислювальні операції - "Обчислити";
- умовний перехід - "Якщо Умова та Дія 1 інакше Дія 2;
- організація певного циклу - "Для  $x$  від  $m$  до  $n$  крок  $p$  повторювати дію;
- організація невизначеного циклу - "Поки Умова повторювати дію";
- початок програми - "Початок";
- кінець програми - "Кінець";
- визначення змінних - "Присвоїти";

виведення на друк - "Надрукувати".

#### 4.4 Приклади складання алгоритмів

##### Приклад 1

Розрахувати середнє значення коефіцієнта вертикальної динаміки кузова чотиривісного вагона, що має статичний прогин ресорного підвішування  $f_{ст} = 0.05$  м.

##### *Математичне формулювання завдання*

Середнє значення коефіцієнта вертикальної динаміки обчислюється за формулами:

при  $v < 15$  м/с

$$\bar{k}_{ос} = a \frac{v}{15};$$

при  $v \geq 15$  м/с

$$\bar{k}_{ос} = a + 3.6 \cdot 10^{-4} b \frac{v - 15}{f_{ст}},$$

де  $a$  - коефіцієнт ;  $a = 0.05$ ;  
 $v$  - швидкість руху вагона.

Коефіцієнт  $b$  ураховує вплив числа осей  $n$  у візку;

$$b = \frac{n + 2}{2n}.$$

##### *Алгоритм розв'язання задачі:*

- 1) присвоїти значення  $a = 0,05$ ,  $f_{ст} = 0,05$ ;
- 2) увести  $n$ ,  $v$ ;
- 3) якщо  $v < 15$ , то обчислити

$$\bar{k}_{ос} = a \frac{v}{15},$$

інакше обчислити

$$\bar{k}_{\partial e} = a + 3.6 \cdot 10^{-4} b \frac{v-15}{f_{cm}};$$

- 4) вивести на екран дисплея  $n, v, \bar{k}_{\partial e}$ ;
- 5) кінець.

Цей алгоритм має структуру, що розгалужується. Якщо умова ( $v < 15$ ) виконується, то  $\bar{k}_{\partial e}$  обчислюється за однією формулою, якщо не виконується - за іншою.

## Приклад 2

Обчислити середнє значення коефіцієнта вертикальної динаміки кузова вагона для  $6 \leq v \leq 14$  із кроком  $\Delta v = 2$  і вивести результати.

### *Алгоритм розв'язання задачі:*

- 1) присвоїти значення  $a=0,05$ ;
- 2) для  $v$  від 6 до 14 крок 2;
- 3) обчислити  $\bar{k}_{\partial e} = a \frac{v}{15}$ ;
- 4) надрукувати  $v, \bar{k}_{\partial e}$ ;
- 5) кінець циклу.

Алгоритм має циклічну структуру. У результаті буде отримано 5 значень  $\bar{k}_{\partial e}$  для  $v$ , що дорівнює 6, 8, 10, 12 й 14.

## Приклад 3

Необхідно ввести позитивне число  $x$ . Якщо число негативне, повторити введення.

### *Алгоритм:*

- 1) поки  $x < 0$ , повторювати;
- 2) увести число  $x$ ;
- 3) кінець циклу.

## КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

- 1 Що таке креслення деталі?
- 2 Що містить пояснювальна записка?
- 3 Що являє собою системний підхід до проектування?
- 4 На які групи поділяється програмне забезпечення САПР?
- 5 Що є основною складовою частиною інформаційного забезпечення САПР?
- 6 Що являє собою реляційна база даних?
- 7 У чому полягає проектна процедура синтезу системи?
- 8 У чому полягає проектна процедура аналізу системи?
- 9 Які завдання топологічного синтезу відносяться до завдань конструкторського проектування?
- 10 Що включається в ескізний проект?
- 11 Що входить у прикладне програмне забезпечення?
- 12 Що включає організаційне забезпечення САПР?
- 13 Що означає функціональний аспект проектування?
- 14 Що означає конструкторський аспект проектування?
- 15 Що означає технологічний аспект проектування?
- 16 Які роботи виконуються на стадії розроблення ескізного проекту?
- 17 Які роботи виконуються на стадії розроблення технічного проекту?
- 18 Які роботи виконуються на стадії розроблення робочого проекту?
- 19 Що називається етапом проектування?
- 20 Що таке математична модель?
- 21 Що таке вхідні параметри проєктованого об'єкта?
- 22 Що таке вихідні параметри проєктованого об'єкта?
- 23 Які проектні процедури є процедурами аналізу?
- 24 Які проектні процедури є процедурами синтезу?
- 25 У чому полягає процедура структурного синтезу?
- 26 У чому полягає процедура параметричного синтезу?
- 27 Які режими проектування застосовуються в САПР?
- 28 Який режим проектування в САПР називають режимом автоматизованого проектування?
- 29 Який режим проектування в САПР називають діалоговим (інтерактивним) режимом?

30 Який режим діалогу користувача з ЕОМ називається активним діалогом?

31 Який режим діалогу користувача з ЕОМ називається пасивним діалогом?

32 Які вимоги ставляться до математичних моделей?

33 Що відображається в топологічних математичних моделях?

34 Які завдання вирішуються за допомогою топологічних математичних моделей?

35 Які завдання вирішуються за допомогою функціональних математичних моделей?

36 Які елементи комплексу технічних засобів САПР є пристроями введення-виведення?

37 Які пристрої комплексу технічних засобів САПР є пристроями машинної графіки?

38 Які функції виконує операційна система?

39 Якими технічними параметрами характеризується ЕОМ? Які апаратні засоби ЕОМ відносяться до периферійних пристроїв?

40 Що таке режим колективного доступу при обробці інформації?

41 Що таке 1 байт?

42 Що таке САПР?

43 Що включають технічні засоби програмної обробки даних?

44 Що включають технічні засоби підготовки, уведення, відображення й документування даних?

45 Що включає технічне забезпечення САПР?

46 Що включає математичне забезпечення САПР?

47 Що включає програмне забезпечення САПР?

48 Що включає загальносистемне програмне забезпечення?

49 Що включає базове програмне забезпечення?

50 Що включає прикладне програмне забезпечення?

51 Що включає інформаційне забезпечення САПР?

52 Що є основною частиною інформаційного забезпечення САПР?

53 Що являє собою банк даних?

54 Що являє собою база даних?

55 Що являє собою система керування базою даних?

56 Що називається полем у реляційній базі даних?

57 Що називається записом у реляційній базі даних?



- 58 Як здійснюється зв'язок між таблицями в реляційній базі даних?
- 59 Які дані можуть зберігатися в реляційній таблиці?
- 60 Що включає лінгвістичне забезпечення САПР?
- 61 Що включає організаційне забезпечення САПР?
- 62 Що являє собою моніторна система САПР?
- 63 Для чого призначений пристрій підготовки даних?
- 64 Для чого призначений пристрій, що називається кодувальником графічної інформації?
- 65 Для чого призначений графопобудовник?
- 66 Що являє собою локальна комп'ютерна мережа?
- 67 Які види виробів установлені діючими стандартами?
- 68 До якого виду документів відноситься специфікація?
- 69 До якого виду документів відноситься відомість специфікацій?
- 70 Що таке безумовний екстремум цільової функції?
- 71 Що таке умовний екстремум цільової функції?
- 72 Що являє собою вінчестер?
- 73 Що таке драйвер?
- 74 Що таке дисплей?
- 75 Що являє собою інтерпретація програми?
- 76 Що являє собою компіляція програми?
- 77 Що являє собою трансляція програми?
- 78 Що являє собою оперативна пам'ять ЕОМ?
- 79 Що таке файл?
- 80 Що називається цільовою функцією?
- 81 Як указати адресу файлу?
- 82 Яку кількість інформації містить 1 Гбайт?
- 83 У чому полягає задача розміщення конструктивних елементів?
- 84 У чому полягає задача трасування ?
- 85 Що являють собою метричні задачі геометричного моделювання?
- 86 Звідки з'являються комп'ютерні віруси?
- 87 Для чого призначений сканер?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРИ

1 Системы автоматизированного проектирования: Учеб. пособие для вузов: В 9 кн. / Под ред. И.П. Норенкова - М.: Высшая школа, 1986. Кн. 1: Принципы построения и структура. - 127 с.

2 Системы автоматизированного проектирования: Учеб. пособие для вузов: В 9 кн. / Д.М. Жук, В.А. Мартынюк, П.А. Сомов. Кн. 2. Технические средства и операционные системы. - М.: Высшая школа, 1986. - 159 с.

3 Системы автоматизированного проектирования: Учеб. пособие для вузов: В 9 кн. / В.Г. Федорук, В.М. Черненький. Кн. 3: Информационное и прикладное программное обеспечение. - М.: Высшая школа, 1986. - 159 с.

4 Системы автоматизированного проектирования: Учеб. пособие для вузов: В 9 кн. / Д.М. Жук, П.К. Кузьмик, В.Б. Маничев и др. Кн. 9: Иллюстрированный словарь. - М.: Высшая школа, 1986. - 159 с.

5 Системы автоматизированного проектирования: Учеб. пособие для вузов: В 9 кн. / П.К. Кузьмик, В.Б. Маничев. Кн. 5: Автоматизация функционального проектирования. - М.: Высшая школа, 1986. - 144 с.

6 Системы автоматизированного проектирования: Учеб. пособие для вузов: В 9 кн. / Н.М. Капустин, Г.Н. Васильев. Кн. 6: Автоматизация конструкторского и технологического проектирования. - М.: Высшая школа, 1986. - 191 с.

7 Шевченко В.В. Математические модели вагонов: Учеб. пособие. – Харьков: ХИИТ, 1989. - 68 с.

8 Болотин М.М., Осинковский Л.Л. Автоматизация производственных процессов при изготовлении и ремонте вагонов: Учеб. для вузов ж.д. транспорта. - М.: Транспорт, 1989. - 206 с.

9 Казаринов В.М., Иноземцев В.Г., Ясенцев В.Ф. Теоретические основы проектирования и эксплуатации автотормозов. - М.: Транспорт, 1968. - 398 с.

10 Вершинский С.В., Данилов В.Н., Хусидов В.Д. Динамика вагона: Учеб. для вузов ж.-д. транспорта. / Под ред. С.В. Вершинского. - М.: Транспорт, 1991. - 360 с.

11 Расчет вагонов на прочность / Под ред. Л.А. Шадура. - М.: Машиностроение, 1971. - 432 с.

12 Гридюшко В.И., Бугаев В.П., Криворучко Н.З. Вагонное хозяйство: Учеб. пособие для вузов. - М.: Транспорт, 1988. - 295 с.

13 Гейнц-Герд Райманс. QBASIC. – К.: Торгово-издательское бюро ВНУ, 1992. - 171 с.

14 Михайлов В.Ю., Степанников В.М. Современный Бейсик для IBM PC. Среда, язык, программирование. - М.: Изд-во МАИ, 1993. - 288 с.

15 Зельднер Г.А. QuickBASIC ДЛЯ НОСОРОГА.- М.: Изд-во АБФ, 1994.- 480 с.

16 Разработка САПР: В 10 кн. Практик. пособие / А.В. Петров, В.М. Черненький; Под ред. А.В. Петрова. - М.: Высш. шк., 1990. Кн. 1. Проблемы и принципы создания САПР. - 143 с.

17 Разработка САПР: В 10 кн. Практик. пособие / В.М. Кузовлев, П.Н. Шкатов; Под ред. А.В. Петрова. - М.: Высш. шк., 1990. Кн. 8. Математические методы анализа производительности и надежности создания САПР. - 144 с.

18 Разработка САПР: В 10 кн. Практик. пособие / В.М. Черненький; Под ред. А.В. Петрова. - М.: Высш. шк., 1990. Кн. 9. Имитационное моделирование. - 112 с.

19 Шевченко В.В., Головки В.Ф. Автоматизоване проектування вагонів: Навчальний посібник. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – 214 с.

