

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Донбаська державна машинобудівна академія

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до самостійної роботи з вивчення дисципліни  
«ТЕОРІЯ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН»

для студентів всіх механічних спеціальностей

Перезатверджено на засіданні вченої  
ради ФІТО  
протокол № 7 від 25.02.2019

Краматорськ 2008

## УДК 620.10

Методичні вказівки до самостійної роботи з вивчення дисципліни «Теорія механізмів і машин» для студентів всіх механічних спеціальностей / Укл.: Н. В. Чоста, В. Є. Шоленінов. – Краматорськ : ДДМА, 2008. – 19 с.

Методичні вказівки містять базові вимоги до вивчення навчального матеріалу дисципліни «Теорія механізмів і машин», питання для самоперевірки, список рекомендованої літератури, інформацію про практичні заняття та лабораторні роботи.

Укладачі:

Н.В. Чоста, доц.

В.Є. Шоленінов, асист.

Відп. за випуск

С.Г. Карнаух, доц.

## ВСТУП

«Теорія механізмів і машин» – одна з перших інженерних дисциплін, з якою зустрічаються студенти механічних спеціальностей. Знання основ загального машинознавства необхідно кожному сучасному інженерові, воно допоможе йому розуміти загальні методи дослідження й проектування механізмів і машин. Навчальна дисципліна «Теорія механізмів і машин» базується на механіко-математичній підготовці студентів, забезпеченої попередніми курсами: «Вища математика», «Фізика», «Теоретична механіка».

Будучи науковою основою спеціальних курсів з проектування машин галузевого призначення, вона вирішує наступні завдання:

- вчить студентів загальним методам дослідження й проектування механізмів машин і приладів;
- вчить студентів розуміти загальні принципи реалізації руху за допомогою механізмів, взаємодію механізмів і машин, що спричиняє кінематичні й динамічні властивості механічної системи;
- вчить студентів системному підходу до проектування машин і механізмів, знаходженню оптимальних параметрів механізмів за заданими умовами роботи;
- прищеплює навички використання вимірювальної апаратури для визначення кінематичних і динамічних параметрів механізмів.

Самостійна робота студентів – найважливіше доповнення до лекцій і практичних занять. Тільки систематичне самостійне оволодіння теоретичним курсом і рішення завдань дозволять студентові придбати необхідні знання, уміння й навички.

В даних методичних вказівках у вигляді таблиць наведений короткий виклад того, що повинен засвоїти, знати й уміти студент за матеріалами основних тем дисципліни. Для самоконтролю засвоєння вивченого матеріалу, після кожної теми наведений список питань для самоперевірки.

Наприкінці методичних вказівок представлений: план практичних і лабораторних занять, загальні рекомендації студентові й рекомендована література.

## БАЗОВІ ВИМОГИ ДО ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

<b>1 АНАЛІЗ І СИНТЕЗ ВАЖІЛЬНИХ МЕХАНІЗМІВ</b>	
<b>1.1 Структура й класифікація механізмів</b>	
<b>Засвоїти й знати</b>	<b>Уміти</b>
1 Поняття про механізм і машину.	1 За даною моделлю механізму побудувати його структурну схему.
2 Поняття про ланку. Назви ланок: стояк, вхідна й вихідна ланка, кривошип, куліса, повзун, шатун, коромисло, кулісний камінь, кулачок, зубчасте колесо й т.д.	2 За структурною схемою механізму визначити його будову: указати стояк, рухомі ланки й кінематичні пари.
3 Кінематичні пари і їхня класифікація.	3 За схемою механізму визначити вид руху кожної з ланок, визначити види кінематичних пар за рухомістю, дати назви ланкам і парам.
4 Кінематичні ланцюги і їхні види.	4 Визначити рухомість механізму.
5 Поняття про число ступенів вільності (рухомість) кінематичних ланцюгів і механізмів.	5 За схемою механізму визначити необхідне й достатнє число вхідних ланок, указати ці ланки.
6 Пасивні умови зв'язки й зайві ступені вільності.	6 Зобразити схеми найпростіших механізмів: кривошипно-повзунного, шарнірного чотириланкового й кривошипно-кулісного (у проміжних й крайніх положеннях).
7 Заміна вищих кінематичних пар нижчими.	7 Розкласти механізм на структурні групи Ассура й механізми I класу.
8 Принцип утворення механізмів за Л.В. Ассуром.	8 Визначити клас, порядок і вид виділених структурних груп.
9 Механізми I класу. Структурні групи Ассура. Структурна класифікація плоских механізмів.	9 Записати формулу будови механізму й визначити клас механізму.
10 Приклади найпростіших механізмів і основних виконавчих механізмів машин.	

**Література:** [1] – с. 4–59, 122–124; [2] – с. 11–63; [3] – с. 3–42.

### **Питання для самоперевірки:**

- 1 Яке призначення механізму?
- 2 Що розуміють під кінематичними парами, що визначає їхній клас?
- 3 Яка відмінність вищих кінематичних пар від нижчих?
- 4 Чим відрізняється плоска кінематична пара від просторової?
- 5 Класифікація кінематичних ланцюгів. Чим відрізняється замкнутий кінематичний ланцюг від незамкнутого (відкритого)?
- 6 Зробіть вивід формул рухомості плоских і просторових механізмів. Який фізичний зміст числових коефіцієнтів цих формул?
- 7 Що розуміють під пасивним умовами зв'язку й зайвими ступенями вільності? Наведіть приклади.
- 8 Чому еквівалентна вища пара при її заміні нижчими?
- 9 Як визначити число узагальнених координат механізму?

- 10 Яке співвідношення рухомості механізму й числа його вхідних ланок?
- 11 Які ланки важільних механізмів називають кривошипом, повзуном, коромислом, шатуном, кулісою й кулісним каменем?
- 12 Зобразите найпростіші механізми – кривошипно-повзунний, шарнірний чотириланковик і кривошипно-кулісний у проміжних і крайніх положеннях.
- 13 Який принцип утворення механізмів за Л.В. Ассуром?
- 14 Що розуміють під структурною групою й механізмом I класу?
- 15 Як визначається клас, порядок, вид структурної групи й клас механізму?
- 16 Для чого необхідні знання про структуру механізмів?

<b>1.2 Основи синтезу плоских важільних механізмів</b>	
<b>Засвоїти й знати</b>	<b>Уміти</b>
1 Основні завдання й методи, етапи й параметри синтезу.	1 Визначити, чи буде ланка шарнірного чотириланковика або кривошипно-повзунного механізму, прийнята за вхідну, кривошипом.
2 Прокручуваність ланок: умови існування кривошипа для шарнірного чотириланковика, кривошипно-повзунного й кривошипно-кулісного механізмів.	2 З'ясувати, чи задовольняє спроектований механізм шарнірного чотириланковика або кривошипно-повзунний механізм умові незаклинювання.
3 Умови передачі сил у шарнірного чотириланковика й кривошипно-повзунного механізму.	3 Виконати синтез кривошипно-кулісного механізму й шарнірного чотириланковика за заданим коефіцієнтом зміни середньої швидкості вихідної ланки.
4 Кути тиску $\vartheta$ і передачі руху $\mu$ .	4 Виконати синтез кривошипно-повзунного механізму за допустимим кутом тиску.
5 Умови незаклинювання механізмів.	
6 Синтез механізмів за коефіцієнтом зміни середньої швидкості вихідної ланки й допустимим кутом тиску.	

**Література:** [1] – с. 307–321; [2] – с. 411–415, 420–423, 550–568; [3] – с. 54–58.

#### **Питання для самоперевірки:**

- 1 Що називають параметрами синтезу? Вхідні й вихідні параметри.
- 2 Які вимоги пред'являють до спроектованих механізмів?
- 3 Записати аналітичні умови існування кривошипа в механізмі шарнірного чотириланковика.
- 4 Записати умови існування кривошипа в кривошипно-повзунних механізмах.
- 5 Як графічно з'ясувати, чи буде одна з ланок шарнірного чотириланковика кривошипом?

- 6 Які кути приймають за кут тиску  $\vartheta$  і кут передачі рухи  $\mu$ ?
- 7 У чому фізичний зміст явища заклинювання для кривошипно-повзунного механізму?
- 8 У чому фізичний зміст явища заклинювання для механізму шарнірного чотириланковика?
- 9 Сформулюйте умову незаклинювання.
- 10 В якому положенні шарнірного чотириланковика кут тиску  $\vartheta = \vartheta_{max}$ ?
- 11 В якому положенні кривошипно-повзунного механізму кут тиску  $\vartheta = \vartheta_{max}$ ?
- 12 Що розуміють під коефіцієнтом зміни середньої швидкості вихідної ланки механізму?

<b>2 КІНЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПЛОСКИХ ВАЖІЛЬНИХ МЕХАНІЗМІВ</b>	
<b>Засвоїти й знати</b>	<b>Уміти</b>
1 Завдання й методи кінематичного аналізу важільних механізмів.	1 Побудувати плани механізму в заданих положеннях.
2 Графоаналітичний метод планів швидкостей і прискорень.	2 За заданою кінематичною схемою механізму записати векторні рівняння швидкостей і вирішити їх графічно, побудувавши план швидкостей.
3 Масштабні коефіцієнти.	3 За планом швидкостей визначити швидкості точок, а також величини й напрямки кутових швидкостей ланок механізму.
4 Три види рухів ланки в площині.	4 Записати векторні рівняння прискорень і вирішити їх графічно, побудувавши план прискорень.
5 Швидкості й прискорення точок при обертовому русі.	5 За планом прискорень визначити прискорення точок, а також величини й напрямки кутових прискорень ланок.
6 Розкладання складних рухів на два простих – поступальний і обертальний.	6 Визначити функції положення вихідних ланок найпростіших чотириланкових механізмів.
7 Типи векторних рівнянь, що зв'язують швидкості й прискорення двох точок: перший тип – точки належать одній ланці; другий тип – точки належать різним ланкам, з'єднаним поступальною парою, і збігаються одна з одною.	
8 Властивість подібності планів швидкостей і прискорень.	
9 Аналітичний метод кінематичного аналізу.	
10 Функції положення і їх знаходження способом замкнутого векторного контуру.	
11 Аналоги швидкостей і прискорень.	
12 Визначення швидкостей і прискорень точок, кутових швидкостей і прискорень ланок через першу й другу похідні від узагальненої координати.	

**Література:** [1] – с. 59–72, 75–109; [2] – с. 68–130; [3] – с. 42–62, 187–213.

**Питання для самоперевірки:**

- 1 Як побудувати план механізму методом засічок?
- 2 Що називається масштабним коефіцієнтом?
- 3 Завдання кінематичного аналізу механізмів. Якими методами можна вирішити ці завдання?
- 4 Які види руху може робити ланка в площині?
- 5 Які формули визначають швидкість і прискорення точки ланки, що робить обертовий рух?
- 6 Що називають планами швидкостей і прискорень?
- 7 Сформулюйте теореми подібності планів швидкостей і прискорень. Яка між ними різниця?
- 8 Як визначити величину й напрямок кутової швидкості ланки?
- 9 Запишіть формули для визначення нормального, тангенціального й коріолісового прискорень.
- 10 Як визначити величину й напрямок кутового прискорення ланки?
- 11 Побудуйте план швидкостей і план прискорень кривошипно-повзунного механізму, знайдіть швидкість і прискорення повзуна, а також величину й напрямок кутової швидкості і кутового прискорення шатуна.
- 12 Побудуйте план швидкостей і план прискорень кривошипно-кулісного механізму й знайдіть швидкість і прискорення каменя, а також величину й напрямок кутової швидкості і кутового прискорення куліси.
- 13 Побудуйте план швидкостей і план прискорень шарнірного чотириланковика, знайдіть лінійні швидкості і прискорення точок, а також величини й напрямки кутових швидкостей і прискорень шатуна й коромисла.
- 14 Що називають функцією положення?
- 15 Які функції положення потрібні для аналітичних знаходжень швидкості й прискорення повзуна, а також кутової швидкості й кутового прискорення шатуна кривошипно-повзунного механізму?
- 16 Для кривошипно-повзунного механізму методом замкнутого векторного контуру знайдіть функції положення повзуна й шатуна.





### 3 ДИНАМІКА МЕХАНІЗМІВ І МАШИН

#### 3.1 Динамічний аналіз, кінетостатичний розрахунок механізмів

Засвоїти й знати	Уміти
1 Основні завдання й методи динамічного аналізу механізмів.	1 Записати й пояснити формулу сили інерції ланки.
2 Класифікація сил, що діють на ланки механізму.	2 Записати й пояснити формулу моменту сил інерції ланки.
3 Механічні характеристики машин.	3 Користуючись побудованим планом прискорень, показати на плані механізму напрямки інерційних навантажень, діючих на ланки.
4 Визначення сил інерції.	4 Записати рівняння рівноваги для визначення невідомих реакцій у кінематичних парах.
5 Принцип Даламбера.	5 Записати векторні рівняння для побудови планів сил груп Ассура й ланок, що входять до них.
6 Умова статичної визначеності кінематичного ланцюга.	6 Будувати плани сил груп Ассура й ланок.
7 Силевий розрахунок механізмів. Метод кінетостатики.	7 Виконати силевий розрахунок механізму I класу й визначити зрівноважувальний момент.
8 Силевий розрахунок структурних груп II класу й механізму I класу без урахування тертя.	8 Побудувати «важіль» М.Є. Жуковського й визначити зрівноважувальний момент.
9 Тертя в кінематичних парах.	
10 Урахування сил тертя при силовому розрахунку методом послідовних наближень, а також методом кутів і крутів тертя.	
11 Теорема М.Є. Жуковського про «жорсткий важіль».	
12 Визначення зрівноважувального моменту й зрівноважувальної сили методом М.Є. Жуковського.	

**Література** [1] – с. 139–143, 180–210; [2] – с. 203–212, 238–241, 247–275, 326–334; [3] – с. 241–244, 255–262, 277–278.

#### **Питання для самоперевірки:**

- 1 Назвіть два основні завдання динаміки.
- 2 Які сили відносяться до рушійних, а які до сил опору?
- 3 Що розуміють під механічною характеристикою машини?
- 4 Як визначити величину й напрямок сили інерції ланки? До якої точки ланки потрібно прикласти цю силу?
- 5 Як визначити величину й напрямок моменту сил інерції ланки?
- 6 Сформулюйте принцип Даламбера.
- 7 Який кінематичний ланцюг є статично визначеним?
- 8 Яка послідовність силового розрахунку механізму?
- 9 Методика силового розрахунку структурних груп II класу й механізму I класу.

- 10 Поясніть поняття кута тертя.
- 11 Поясніть поняття круга тертя.
- 12 Скласти алгоритм силового розрахунку кривошипно-повзунного механізму без урахування тертя.
- 13 Скласти алгоритм силового розрахунку кривошипно-повзунного механізму з урахуванням тертя методом кутів і кругів тертя.
- 14 Поняття зрівноважувального моменту й зрівноважувальної сили, і методи їх визначення.
- 15 Сформулюйте правило «важеля» М.Є. Жуковського.

<b>3.2 Аналіз руху механізмів і машин</b>	
<b>Засвоїти й знати</b>	<b>Уміти</b>
1 Режими руху машин. Їх аналіз на основі загального рівняння руху машини.	1 Визначити загальний ККД машинного агрегату, що складається з послідовно й паралельно з'єднаних механізмів.
2 Рівняння енергетичного балансу.	2 Записати вираз для роботи сили й вивести з нього формулу потужності сили.
3 Режим усталеного руху. Коефіцієнт нерівномірності руху механізму.	3 Записати вираз для роботи моменту й вивести з нього формулу потужності моменту.
4 Коефіцієнт корисної дії (ККД) машини. Коефіцієнт втрат. Самогальмування.	4 Записати формули кінетичної енергії ланок, що роблять поступальний, обертальний або складний плоский рух і пояснити всі параметри формул.
5 ККД машинного агрегату при різних способах з'єднання в ньому механізмів.	5 Визначити приведені до кривошипа момент інерції механізму.
6 Найпростіша динамічна модель механізму і її характеристики.	6 Визначити приведені до кривошипа момент зовнішніх навантажень на механізм.
7 Приведення мас ланок.	
8 Приведення зовнішніх навантажень.	
9 Рівняння руху машини в інтегральній формі.	
10 Рівняння руху машини в диференціальній формі.	
11 Дослідження руху машини за допомогою діаграми енергомас.	
12 Визначення параметрів махового колеса, що забезпечує заданий режим руху машини методом Віттенбауера.	
13 Кінематичний ефект маховика.	

**Література:** [1] – с. 144–167, 238–242; [2] – с. 304–356, 373–397; [3] – с. 278–293, 320–332, 342–351.

### Питання для самоперевірки:

- 1 Режими руху механізму.
- 2 Який рух машини називають періодичним, який неперіодичним? Запишіть рівняння руху для кожного режиму.
- 3 Яким коефіцієнтом характеризується нерівномірність руху машини і як він визначається?
- 4 За рахунок чого можна зменшити коефіцієнт нерівномірності руху машини?
- 5 Запишіть рівняння енергетичного балансу машини й поясніть кожен складову.
- 6 Що розуміють під ККД машини?
- 7 Що таке коефіцієнт втрат? У яких межах він змінюється?
- 8 Як визначити загальний ККД машинного агрегату, якщо відомі ККД окремих механізмів, що входять до його складу?
- 9 Що являє собою найпростіша динамічна модель механізму з рухомістю  $W=I$  і обертовою вхідною ланкою?
- 10 Назвіть характеристики даної моделі й поясніть їх фізичний зміст. При якій умові реальний механізм можна замінити зазначеною динамічною моделлю?
- 11 Що є мірою інертності ланки, що рухається поступально?
- 12 Що є мірою інертності обертової ланки?
- 13 З якої умови визначається приведений момент інерції механізму?
- 14 З якої умови визначається приведений момент зовнішніх навантажень?
- 15 Запишіть рівняння руху машини в інтегральній і диференціальній формах.
- 16 У чому складається ідея дослідження руху машин методом Віттенбауера?
- 17 Для чого встановлюють на машинах маховик? У чому полягає його кінематичний ефект?

### 3.3 Зрівноважування механізмів, балансування роторів 3.4 Віброактивність механізмів, віброзахист машин

Засвоїти й знати	Уміти
<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Завдання про зрівноважування механізмів.</li> <li>2 Види зрівноважування.</li> <li>3 Статичне зрівноважування важільних механізмів методом заміщуючих мас.</li> <li>4 Зрівноважування обертових мас.</li> <li>5 Статичне й динамічне балансування обертових мас.</li> <li>6 Віброактивність механізмів, способи її зниження.</li> <li>7 Способи віброзахисту машин. Віброгашення й віброізоляція.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Використовуючи метод заміщуючих мас, статично зрівноважити шарнірний чотириланковик при різних схемах установки противаг.</li> <li>2 Статично зрівноважити кривошипно-повзунний і кривошипно-кулісний механізми.</li> </ol>

**Література:** [1] – с. 175–179, 201–225, 267–298; [2] – с. 275–303; [3] – с. 351–362.

**Питання для самоперевірки:**

- 1 Яке зрівноважування механізмів називають статичним і повним (динамічним)?
- 2 У чому суть статичного зрівноважування важільних механізмів методом заміщуючих мас?
- 3 Записати в загальному вигляді послідовність розрахунків із статичного зрівноважування кривошипно-повзунного механізму.
- 4 Записати в загальному вигляді послідовність розрахунків із статичного зрівноважування механізму шарнірного чотириланковика при мінімальному числі противаг.
- 5 В якому випадку ротор буде врівноважений статично?
- 6 Яким мінімальним числом противаг можна повністю зрівноважити ротор і чому?
- 7 Що є причинами віброактивності механізмів і які її наслідки? Які існують віброзахисні системи машин? На яких принципах вони засновані?

**4 АНАЛІЗ І СИНТЕЗ МЕХАНІЗМІВ З ВИЩИМИ КІНЕМАТИЧНИМИ ПАРАМИ. ЗУБЧАСТІ ПЕРЕДАТОЧНІ МЕХАНІЗМИ**

*4.1 Кінематичний аналіз рядових і планетарних зубчастих механізмів*

*4.2 Основи синтезу планетарних механізмів, хвильові передачі*

<b>Засвоїти й знати</b>	<b>Уміти</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Типи механізмів з вищими кінематичними парами.</li> <li>2 Призначення й види зубчастих механізмів.</li> <li>3 Прості й складні рядові зубчасті механізми і їх передаточні відношення.</li> <li>4 Метод оберненого руху. Формула Вілліса.</li> <li>5 Епіциклічні зубчасті механізми – планетарні й диференціальні.</li> <li>6 Передаточні відношення планетарних механізмів.</li> <li>7 Передаточні відношення диференціальних механізмів.</li> <li>8 Конічний диференціал автомобіля.</li> <li>9 Завдання синтезу планетарних механізмів.</li> <li>10 Вхідні й вихідні параметри, основні й додаткові умови синтезу.</li> <li>11 Хвильові передачі.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Визначити передаточне відношення простого й складного (багатоступінчастого) рядового зубчастого механізму й, користуючись «правилом стрілок», указати напрямок обертання кожного колеса.</li> <li>2 Визначити передаточне відношення планетарного механізму від вхідного центрального колеса до водила, й від водила до рухомого центрального колеса.</li> <li>3 Визначити частоту обертання вихідної ланки диференціального механізму за заданими частотами обертання вхідних ланок.</li> <li>4 Підбирати числа зубів планетарного механізму, що забезпечують основні умови синтезу.</li> <li>5 Виконувати перевірку умов синтезу планетарного механізму.</li> </ol>

**Література:** [1] – с. 72–75, 118–122, 402–434; [2] – с. 137–166, 468–474, 499–506; [3] – с. 19–22, 158–170, 233, 233–238.

**Питання для самоперевірки:**

- 1 Яке призначення зубчастих механізмів?
- 2 У яких випадках використовують багатоступінчасті зубчасті механізми?
- 3 Які зубчасті механізми називаються рядовими?
- 4 Що називають передаточним відношенням зубчастого механізму?
- 5 Як визначається знак передаточного відношення в циліндричних і конічних передачах?
- 6 У чому полягає «правило стрілок»?
- 7 Як за заданими кінематичною схемою багатоступінчастого зубчастого механізму й частотою обертання вхідного вала, визначити частоту обертання вихідного вала й навпаки? Як визначити частоту обертання будь-якого проміжного вала?
- 8 Які зубчасті механізми називають планетарними?
- 9 Які зубчасті механізми називають диференціальними?
- 10 Яка зовнішня ознака відрізняє планетарні механізми від диференціальних?
- 11 У чому полягає метод оберненого руху?
- 12 Запишіть формулу Вілліса для епіциклічного механізму.
- 13 Як визначити передаточне відношення планетарного механізму?
- 14 Як визначити частоту обертання вихідної ланки диференціального механізму за заданими частотами обертання вхідних ланок?
- 15 Які колеса називають паразитними? Для чого їх встановлюють у механізмах?
- 16 Яким загальним умовам синтезу повинні задовольняти планетарні й диференціальні механізми?
- 17 В чому полягає основна умова синтезу планетарних механізмів?
- 18 В чому полягає умова співвісності? Покажіть на прикладі будь якого планетарного механізму.
- 19 В чому полягає умова збирання? Покажіть на прикладі будь якого планетарного механізму.
- 20 Які переваги й недоліки мають планетарні й диференціальні механізми, в порівнянні з іншими видами зубчастих механізмів?
- 21 Що являє собою хвильова передача?
- 22 Які переваги й недоліки хвильової передачі?



**4.3 Основи теорії евольвентного зубчастого зачеплення,  
синтез евольвентних зубчастих коліс, інші системи зачеплення**

<b>Засвоїти й знати</b>	<b>Уміти</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Основна теорема плоского зачеплення (теорема Вілліса).</li> <li>2 Евольвента кола, її основні властивості.</li> <li>3 Евольвентне зачеплення і його основні властивості.</li> <li>4 Рейкове евольвентне зачеплення і його основні властивості.</li> <li>5 Вихідні теоретичний і виробляючий контури, їх параметри.</li> <li>6 Методи нарізування коліс.</li> <li>7 Нарізування евольвентних коліс методом обкатування інструментом рейкового типу.</li> <li>8 Евольвентні колеса: нульові й нарізані зі зсувом інструмента.</li> <li>9 Вплив зсуву на основні параметри й показники коліс і зачеплення в цілому.</li> <li>10 Якісні показники евольвентних коліс і зачеплення: згинальна й контактна міцність, зносостійкість, коефіцієнт перекриття, коефіцієнти питомого ковзання.</li> <li>11 Вибір коефіцієнтів зсуву. Блокуючі контури.</li> <li>12 Особливості геометрії й роботи зачеплення Новікова.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Записати формули, що визначають параметри нульових зубчастих коліс і розрахувати їх.</li> <li>2 Пояснити поняття ділильного, основного, початкового кіл зубчастого колеса.</li> <li>3 Пояснити поняття кроку по ділильному колу й модуля.</li> <li>4 Вибирати коефіцієнти зсуву, в залежності від пропонувананих вимог і умов роботи передачі.</li> <li>5 Будувати евольвентний профіль зуба за заданими параметрами колеса.</li> </ol>

**Література:** [1] – с. 340–382; [2] – с. 415–427, 432–466; [3] – с. 84–127.

**Питання для самоперевірки:**

- 1 Сформулюйте основну теорему зубчастого зачеплення. Коли полюс зачеплення перебуває між центрами обертання коліс?
- 2 Які зубчасті колеса називають евольвентними? Яку криву називають евольвентною?
- 3 Яке коло евольвентного колеса називають ділильним?
- 4 Якими колами колеса зубчастої пари зображуються на кінематичних схемах? У чому особливість цих кіл?
- 5 Що таке модуль і крок евольвентного зубчастого колеса?
- 6 Що розуміють під вихідними теоретичним і виробляючим контурами?
- 7 Назвіть основні методи виготовлення зубчастих коліс. Укажіть їхні переваги й недоліки. Що називають верстатним зачепленням?

- 8 У чому суть методу нарізування евольвентних зубчастих коліс обкатуванням інструментом рейкового типу?
- 9 Які евольвентні колеса називають нульовими, а які – нарізаними зі зсувом інструмента? Що розуміють під зсувом інструмента?
- 10 Яка мета зсуву рейкового інструмента при нарізуванні евольвентних коліс?
- 11 У чому фізичний зміст наступних якісних показників евольвентного зачеплення: згинальна міцність, контактна міцність, зносостійкість, коефіцієнт перекриття?
- 12 Чим характеризується плавність роботи зубчастої передачі?
- 13 Що називають кутом і коефіцієнтом перекриття?
- 14 Коли відбувається підрізання, загострення й інтерференція зубів?
- 15 Як вибрати коефіцієнти зсуву із блокуючого контуру?
- 16 Зачеплення Новікова. Чим воно відрізняється від евольвентного?

<b>5 АНАЛІЗ І СИНТЕЗ ПЛОСКИХ КУЛАЧКОВИХ МЕХАНІЗМІВ</b>	
<b>5.1 Кінематика кулачкових механізмів і умови передачі руху в них</b>	
<b>5.2 Основи синтезу кулачкових механізмів, профілювання кулачків</b>	
<b>Засвоїти й знати</b>	<b>Уміти</b>
1 Призначення й принцип роботи кулачкових механізмів.	1 Визначати основні розміри кулачкових механізмів за заданими умовами синтезу.
2 Основні типи кулачкових механізмів і їх параметри.	2 Будувати профіль кулачка за заданими параметрами.
3 Кінематичний цикл кулачкового механізму. Фазові й профільні кути.	3 Вибирати закони руху вихідної ланки й тип кулачкового механізму в залежності від вимог технологічного процесу.
4 Основні завдання аналізу й синтезу кулачкових механізмів.	
5 Кути тиску й передачі руху. Основні умови передачі руху в кулачковому механізмі.	
6 Вибір законів руху вихідної ланки.	
7 Основні методи профілювання кулачкових механізмів, метод оберненого руху.	

**Література:** [1] – с. 444–470; [2] – с. 130–136, 510–550. [3] – с. 18–19, 170–181.

#### **Питання для самоперевірки:**

- 1 Назвіть характерні ознаки кулачкових механізмів. Їх переваги й недоліки.
- 2 Накреслить схеми кулачкових механізмів. Який рух роблять ланки механізму?



- 3 Які криві називають еквідістантними? Робочий і теоретичний профілі кулачка.
- 4 Які існують способи замикання вищої кінематичної пари?
- 5 Чим відрізняються профільні й фазові кути?
- 6 Що розуміють під законом руху вихідної ланки? Коли в механізмах спостерігаються «жорсткі» і «м'які» удари?
- 7 З яких умов визначають мінімальний радіус кулачка?
- 8 З яких умов визначають радіус ролика?
- 9 Що називають кутом тиску й кутом передачі руху?
- 10 У чому полягають умови синтезу кулачкових механізмів?

## 6 ОСНОВИ ТЕОРІЇ МАШИН-АВТОМАТІВ

### 6.1 Класифікація й циклограми машин-автоматів

Засвоїти й знати	Уміти
<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Основні поняття й визначення.</li> <li>2 Класифікація машин-автоматів. Системи керування.</li> <li>3 Циклограми машин-автоматів.</li> <li>4 Маніпулятори й промислові роботи. Їх класифікація й основні елементи.</li> <li>5 Основні параметри роботів і маніпуляторів.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Накреслити структурну схему маніпулятора й промислового робота.</li> <li>2 Визначити рухомість і маневреність маніпулятора й промислового робота. Зробити відповідні висновки.</li> </ol>

**Література:** [1] – с. 321–327, 475–490; [2] – с. 574–596, 611–629; [3] – с. 220–224.

#### **Питання для самоперевірки:**

- 1 Класифікація машин-автоматів в залежності від характеру кінематичного циклу, періоду й числа позицій обробки виробу.
- 2 Назвіть основні способи керування рухом виконавчих органів машин-автоматів.
- 3 Що називають циклограмою машин-автоматів?
- 4 Що називають маніпулятором?
- 5 Види й структура маніпулятора.
- 6 Що розуміють під маневреністю маніпулятора?
- 7 Що називають промисловим роботом? Їхні типи.

## 8 Основні характеристики промислових роботів і маніпуляторів.

Таблиця 1 – Тематика практичних і лабораторних занять

№	Тема заняття
<b>Практичні заняття</b>	
1	Структурний аналіз і синтез механізмів маніпуляторів і промислових роботів. Визначення їх рухомості й маневреності.
2	Кінематичний аналіз плоских важільних механізмів методом планів швидкостей.
3	Побудова планів прискорень. Визначення інерційних навантажень на ланки механізму.
4	Кінетостатичний розрахунок плоских важільних механізмів. Визначення зрівноважу вального моменту методом «важеля» М.Є. Жуковського.
5	Приведення сил і мас плоских важільних механізмів. Визначення параметрів динамічної моделі.
6	Кінематичний аналіз складних зубчастих механізмів (рядових і планетарних) аналітичним методом.
7	Визначення ККД машинних агрегатів при змішаному з'єднанні в них механізмів. Статичне зрівноважування методом заміщуючих мас.
<b>Лабораторні роботи</b>	
1	Конструктивно-функціональна класифікація механізмів. Структурний аналіз плоских важільних механізмів.
2	Експериментальне визначення приведених моментів інерції кривошипних важільних механізмів.
3	Динамічне балансування ротора.
4	Моделювання нарізування зубчастих евольвентних коліс методом обкатування.
5	Побудова профілю кулачка за заданими законами руху вихідної ланки.

**ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

- 1 Насамперед засвойте нові для вас поняття.
- 2 Використовуйте мимовільну пам'ять, що найкраще проявляє себе при уважному ознайомленні з навчальним матеріалом і осмисленим рішенням прикладів.
- 3 При цілеспрямованому запам'ятовуванні навчального матеріалу постарайтеся добре осмислити його й погодити із уже відомими вам відомостями.
- 4 Ніколи не зазубрюйте навчальний матеріал: механічне запам'ятовування – самий неефективний спосіб навчання.
- 5 Час від часу повторюйте матеріал, але не перечитуйте його, а постарайтеся

згадати; перечитати слід тільки те, що не змогли згадати. Це зажадає набагато менших витрат часу, а знання будуть міцніші.

6 Дуже гарний спосіб контролю знань – виводи розрахункових формул.

7 При рішенні кожного приклада знову й знову записуйте розрахункові формули, так вони автоматично запам'ятовуються.

8 Для деяких розрахунків дуже важлива послідовність їхнього виконання.

9 Завжди супроводжуйте пояснення матеріалу, рішення приклада й аналіз ескізом або схемою: наочність – дуже важливий фактор.

10 Усвідомте фізичний зміст коефіцієнтів у розрахункових формулах. Формулу треба розуміти й уміти нею користуватися.

11 Учитесь користуватися навчальною й довідковою літературою.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Теория механизмов и машин : учебник для вузов / С. А. Попов [и др.] ; под ред. К. В. Фролова. – М. : Высш. шк., 1987. – 496 с.

2. **Артоболевский, И. И.** Теория механизмов и машин : учебник для вузов / И. И. Артоболевский. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Наука, 1988. – 640 с.

3. **Заблонский, К. И.** Теория механизмов и машин / К. И. Заблонский, И. М. Белоконев, Б. М. Щекин. – Киев : Выща школа, 1989. – 376 с.

4. **Кіницький, Я. Т.** Теорія механізмів і машин / Я. Т. Кіницький. – Київ : Наукова думка, 2002. – 660 с.

5. Кінематичний аналіз важільних механізмів методом планів : методичні вказівки до виконання розрахунково-графічних і контрольних робіт із дисциплін «Теорія механізмів і машин» і «Прикладна механіка» для студентів усіх спеціальностей денної і заочної форм навчання / укл. : В. О. Загудаєв, Н. В. Чоста, В. Є. Шолєнінов. – Краматорськ : ДДМА, 2007. – 67 с.

6. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Теорія механізмів і машин» для студентів машинобудівних спеціальностей. Синтез евольвентного зубчастого зачеплення / укл. : В. О. Загудаєв, Н. В. Чоста, В. Є. Шолєнінов. – Краматорськ : ДДМА, 2007. – 60 с.

7. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Теорія механізмів і машин». Синтез планетарних механізмів / укл. : С. М. Зінченко, В. Є. Шолєнінов, Н. В. Чоста. – Краматорськ : ДДМА, 2005. – 28 с.

## **Методичні вказівки**

до самостійної роботи з вивчення дисципліни  
«ТЕОРІЯ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН»

для студентів усіх механічних спеціальностей

Укладачі

ЧОСТА Наталія Вікторівна,  
ШОЛЕНІНОВ Владислав Євгенович

Підпис. до друку  
Ризограф. друк.  
Тираж      прим.

Ум.–друк. арк.  
Зам. №

Формат 60x84/16.  
Обл.–вид. арк. \_\_

---

ДДМА. 84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72