

# ТЕОРІЯ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН

методичні рекомендації до виконання  
лабораторної роботи  
«Кінематичний аналіз механізмів  
методом діаграм»

Запоріжжя 2025



УДК 531.3:62-133 (072)  
Т30

Рекомендовано Науково-методичною радою  
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»  
(протокол №2 від 21.11.2025 р.)

**Укладач**

Кулік Т. О., канд. техн. наук, доцент.

Т30 Теорія механізмів і машин : методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи «Кінематичний аналіз механізмів методом діаграм» / уклад. Т. О. Кулік. Запоріжжя: ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА». 2025. 28 с.

Методичні вказівки містять основні теоретичні відомості, характеристику лабораторного обладнання та приладдя, порядок виконання робіт та приклади оформлення звіту. Подано рекомендації щодо методики проведення досліджень, обробки отриманих результатів і їх аналізу.

Наведений матеріал допомагає студентам набути практичних умінь з аналізу, дослідження та оцінювання роботи типових механізмів, які широко застосовуються у загальному машинобудуванні, металургійному та гірничому обладнанні; сприяє глибшому розумінню принципів побудови, кінематичних і динамічних характеристик механізмів, а також розвитку компетентностей, необхідних для подальшого вивчення спеціальних дисциплін і виконання інженерних розрахунків.

УДК 531.3:62-133 (072)

© ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2025



## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	4
Загальні методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт студентом .....	5
Правила техніки безпеки при виконанні лабораторних робіт офлайн .....	6
Правила техніки безпеки при виконанні лабораторних робіт у дистанційній формі .....	6
<b>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1 Кінематичний аналіз механізмів методом діаграм</b> .....	8
1.1 Теоретичні відомості .....	9
1.2 Хід виконання роботи .....	16
1.3 Форма звіту .....	20
1.4 Контрольні питання .....	24
1.5 Критерії оцінювання .....	24
<b>РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА</b> .....	26
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ</b> .....	27



## ВСТУП

Дисципліна «Теорія механізмів і машин» є однією з базових загальноінженерних навчальних дисциплін, що формує фундаментальні знання з теоретичної механіки, кінематики, динаміки та принципів побудови механізмів, які застосовуються у сучасному машинобудуванні. Вона є невід'ємною складовою професійної підготовки майбутніх інженерів-механіків, забезпечуючи зв'язок між теоретичними курсами та прикладними спеціальними дисциплінами.

Метою вивчення дисципліни є формування у студентів системи знань і практичних навичок, необхідних для аналізу та синтезу механізмів, визначення їх кінематичних і динамічних характеристик, а також розуміння принципів побудови машин і механічних систем різного призначення. Важливу роль у засвоєнні навчального матеріалу відіграють лабораторні роботи, які сприяють поглибленню теоретичних знань, розвитку інженерного мислення та набуттю практичних умінь дослідницької діяльності.

Виконання лабораторних робіт дає студентам змогу ознайомитися з конструкціями та принципами дії типових механізмів, що широко використовуються у машинобудуванні, металургії та гірничій техніці. Під час роботи студенти опановують методики вимірювань, розрахунків, графічного подання результатів, аналізу кінематичних і динамічних характеристик, а також набувають досвіду роботи з лабораторним обладнанням і приладами.

Основною метою виконання лабораторних робіт є закріплення теоретичного матеріалу дисципліни «Теорія механізмів і машин», формування у студентів практичних навичок застосування законів механіки, а також умінь аналізувати роботу реальних механізмів і машин. Лабораторні заняття є складовою частиною навчального процесу, вони передбачають проведення експериментальних досліджень, перевірку теоретичних положень і опанування сучасних методів обробки результатів.

Кожна лабораторна робота містить короткі теоретичні відомості з теми, характеристики обладнання, порядок проведення досліджень, приклади оформлення звітів і завдання для самостійної роботи. Виконання робіт сприяє формуванню навичок обробки й аналізу експериментальних даних, уміння робити обґрунтовані висновки та застосовувати отримані результати для розв'язання інженерних задач.

Підготовка до лабораторних занять передбачає самостійне опрацювання теоретичного матеріалу, ознайомлення з методичними рекомендаціями, додатковою літературою та обов'язкове дотримання правил техніки безпеки під час роботи з лабораторним обладнанням. Повністю оформлені звіти подаються викладачеві для перевірки після завершення виконання всіх лабораторних робіт.



## Загальні методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт студентом

До виконання лабораторної роботи студент може приступати лише після опрацювання відповідної теоретичної теми. Під час виконання дозволяється користуватися конспектом лекцій, навчальною та довідковою літературою. Усі необхідні розрахунки мають бути доведені до остаточного числового результату з відповідними поясненнями.

Лабораторна робота, що подається на перевірку, повинна бути виконана та оформлена згідно з установленими вимогами. Робота оформлюється на аркушах формату А4 охайно, розбірливим почерком або у друкованому вигляді з дотриманням полів і міжрядкових інтервалів. Перший аркуш є титульним. Текст завдання обов'язково переписується або вставляється у роботу, а схеми, рисунки чи таблиці виконуються вручну або за допомогою графічних редакторів.

Якщо робота складається з кількох розрахункових частин, кожна з них має містити підзаголовок із зазначенням мети, способу виконання, формул, законів чи методів, на яких ґрунтується розрахунок. Усі перетворення формул і підстановки числових значень здійснюються послідовно та супроводжуються короткими поясненнями. Необхідно дотримуватись правил запису одиниць фізичних величин відповідно до міжнародної системи СІ та застосовувати стандартні позначення параметрів.

Перед поданням роботи на перевірку студент зобов'язаний уважно перевірити правильність обчислень, коректність підстановок, відповідність розмірностей і логічну достовірність результатів. Якщо під час перевірки викладач виявляє помилки або суттєві недоліки, робота виконується повторно повністю або частково.

Підготовка до лабораторних занять здійснюється самостійно й передбачає повторення теоретичного матеріалу, опрацювання методичних рекомендацій і виконання контрольних питань, наведених до кожної теми. Перед початком роботи студент повинен ознайомитися зі схемою установки, принципом її дії, методикою експерименту та заходами безпеки.

Звіт з лабораторної роботи має містити: номер і назву роботи, мету, короткий опис установки, послідовність виконання, основні формули, приклади обчислень, результати вимірювань, графічні побудови та висновки. У висновках узагальнюються результати дослідження й оцінюється відповідність теоретичних і експериментальних даних.

Лише після перевірки правильності розрахунків, оформлення звіту та захисту отриманих результатів викладачем лабораторна робота вважається виконаною та зараховується студенту.



## **Правила техніки безпеки при виконанні лабораторних робіт офлайн**

Під час виконання лабораторних робіт усі студенти повинні перебувати на своїх робочих місцях, визначених викладачем, і виконувати завдання лише під його наглядом. Самовільне виконання дослідів або робіт без присутності викладача забороняється.

Студенти зобов'язані дотримуватись загальноприйнятих правил електробезпеки, пожежної безпеки та правил користування лабораторним обладнанням.

У лабораторії **ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ**:

а) перебувати у верхньому одязі, класти сумки, папки чи інші речі на лабораторне обладнання або столи для вимірювань;

б) вмикати, вимикати або змінювати режими роботи лабораторних установок без дозволу викладача чи лаборанта;

в) торкатися рухомих частин механізмів, елементів стендів і приводів, що перебувають у роботі;

г) перевищувати допустимі навантаження на стенди, механізми чи вимірювальні прилади;

д) користуватися несправним обладнанням, пошкодженими кабелями, вимірювальними приладами чи інструментом;

е) залишати робоче місце без дозволу викладача або вмикати стороннє обладнання.

Перед початком першої лабораторної роботи викладач або завідувач лабораторією проводить вступний інструктаж з техніки безпеки, пояснює правила роботи з обладнанням, порядок дій у разі аварійних ситуацій і перевіряє знання студентів щодо цих правил.

Студенти, які не пройшли інструктаж з техніки безпеки, до виконання лабораторних робіт не допускаються.

Після завершення роботи студенти повинні вимкнути обладнання, прибрати робоче місце, здати інструмент і прилади викладачеві або лаборанту.

## **Правила техніки безпеки при виконанні лабораторних робіт у дистанційній формі**

Лабораторні роботи в дистанційній формі навчання виконуються студентами з використанням комп'ютерної техніки та спеціального програмного забезпечення для моделювання механізмів, обробки даних або проведення розрахунків.

Перед початком роботи студент повинен ознайомитися з інструкцією



користувача відповідної програми чи онлайн-платформи, дотримуватись правил роботи з комп'ютером і забезпечити належні умови для безпечної праці:

- надійне підключення обладнання до електромережі;
- справність периферійних пристроїв;
- достатнє освітлення та ергономічне розташування робочого місця.

**ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:**


- а) використовувати неліцензоване програмне забезпечення;
- б) змінювати параметри електронних моделей, файлів чи шаблонів без дозволу викладача;
- в) запускати сторонні програми, що можуть вплинути на стабільність системи або пошкодити дані;
- г) передавати стороннім особам доступ до навчальних платформ, лабораторних середовищ чи облікових записів.

Виконання лабораторних робіт онлайн здійснюється під контролем викладача через відеоконференції, навчальні платформи або з подальшим поданням звітності у визначений термін.

Студент повинен забезпечити збереження отриманих результатів (файлів, скріншотів, таблиць, графіків) і подати їх у встановленому форматі згідно з вимогами до звіту.

Усі студенти проходять вступний інструктаж щодо правил безпечної роботи з комп'ютерним обладнанням і програмними засобами.

Студенти, які не пройшли інструктаж або не підтвердили ознайомлення з правилами, до виконання лабораторних робіт не допускаються.



## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1 КІНЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ МЕХАНІЗМІВ МЕТОДОМ ДІАГРАМ

**Мета:** Набуття практичних навичок у виконанні кінематичного аналізу плоских механізмів методом діаграм. Визначення переміщень, швидкостей і прискорень окремих ланок механізму за допомогою графічних побудов та аналіз отриманих результатів.

**Обладнання:** Лабораторна установка для дослідження плоских механізмів, креслярський інструмент (аркуш формату А4 або А3, циркуль, лінійка, транспорир, олівець), набір шаблонів для побудови діаграм, калькулятор або комп'ютер із програмним забезпеченням для графічного аналізу механізмів.

### **Зміст роботи:**

1. Ознайомитися з методикою графічного кінематичного аналізу механізмів методом діаграм (методом хорд).
2. Побудувати план положень заданого механізму для восьми рівновіддалених положень кривошипа.
3. Визначити масштабні коефіцієнти для побудови діаграм.
4. За планом положень механізму визначити переміщення веденої ланки (повзуна) у кожному положенні.
5. Побудувати кінематичні діаграми:
  - a. діаграму переміщень повзуна;
  - b. діаграму швидкостей методом хорд;
  - c. діаграму прискорень методом хорд.
6. Проаналізувати отримані графіки:
  - a. визначити положення, в яких швидкість і прискорення дорівнюють нулю;
  - b. виявити ділянки з додатними та від'ємними прискореннями;
  - c. пояснити фізичний зміст отриманих результатів.
7. Зробити висновки про характер руху веденої ланки (повзуна) та закономірності зміни її кінематичних параметрів протягом одного оберту кривошипа.

## 1.1 Теоретичні відомості

Кінематичний аналіз механізму є важливим етапом його дослідження, оскільки дозволяє визначити характер руху окремих ланок і встановити взаємозв'язки між переміщеннями, швидкостями та прискореннями [1]. Завдяки цьому аналізу можна оцінити працездатність механізму, виявити можливі недоліки конструкції та забезпечити узгодженість руху його елементів. Результати кінематичного аналізу використовують як основу для подальших динамічних розрахунків, перевірки навантажень і вдосконалення конструкції машин.

Найпростішими засобами кінематичного аналізу механізмів є графічні методи, які у більшості випадків забезпечують достатню для практики точність. Вони істотно спрощують розрахунки, скорочують час виконання аналізу та знижують ймовірність помилок завдяки високій наочності дослідження [2].

Метод діаграм належить до групи графічних методів кінематичного дослідження механізмів і дає змогу визначати основні кінематичні параметри їх руху за допомогою побудови відповідних графічних залежностей.

Більшість машин і механізмів у процесі роботи здійснюють періодичний рух. Під періодом (циклом) руху розуміють проміжок часу, після закінчення якого механізм повертається у вихідне положення, а його кінематичні параметри набувають початкових значень. Після цього рух повторюється за тим самим законом [3,4].

Отже, для кінематичного аналізу достатньо розглядати один робочий цикл механізму. Якщо ведуча ланка здійснює обертальний рух, її закон руху описується залежністю:

$$\varphi = \varphi(t) \quad (1.1)$$

а для поступального руху цей закон виражається рівнянням:

$$s = s(t) \quad (1.2)$$

Для проведення кінематичного дослідження необхідно мати кінематичну схему механізму та задані розміри його ланок.

**Кінематичний аналіз механізму методом діаграм розпочинають із побудови плану положень механізму.**

### **1.1.1 Побудова плану положень механізму**

Оскільки план виконується у певному масштабі, насамперед визначають масштабний коефіцієнт, який обчислюється за формулою [5]:

$$\mu_l = \frac{l_{OA}}{OA} \left[ \frac{\text{м}}{\text{мм}} \right], \quad (1.3)$$

де  $OA$ — довжина відрізка на плані, мм;

$l_{OA}$ — дійсна довжина кривошипа, м.

Кривошип  $OA$  здійснює обертальний рух навколо нерухомої точки  $O$ , тому траєкторією точки  $A$  є коло радіуса  $OA$ .

План положень механізму будується для восьми рівновіддалених положень кривошипа. Для цього коло, описане точкою  $A$ , ділять на вісім рівних частин. Початковим положенням приймають таке, що відповідає одному з крайніх положень веденої ланки. У нашому випадку за початкове положення приймається положення  $OA_0$ , коли кривошип і шатун розташовані майже на одній прямій. Подальші положення визначають у напрямку обертання кривошипа.

Період повного обертання кривошипа визначають за формулою [6]:

$$T = \frac{60}{n}, \quad (1.4)$$

де  $n$ — частота обертання кривошипа, об/хв.

Отже, перехід у кожне наступне положення здійснюється через  $1/8$  оберту.

Довжину шатуна  $AB$  на плані визначають за співвідношенням:

$$AB = \frac{l_{AB}}{\mu_l} [\text{мм}], \quad (1.5)$$

де  $l_{AB}$ — дійсна довжина шатуна, м;

$\mu_l$ — масштаб довжин, м/мм.

Положення точки  $B$  визначають методом дугових засічок (див. рис. 1.1).

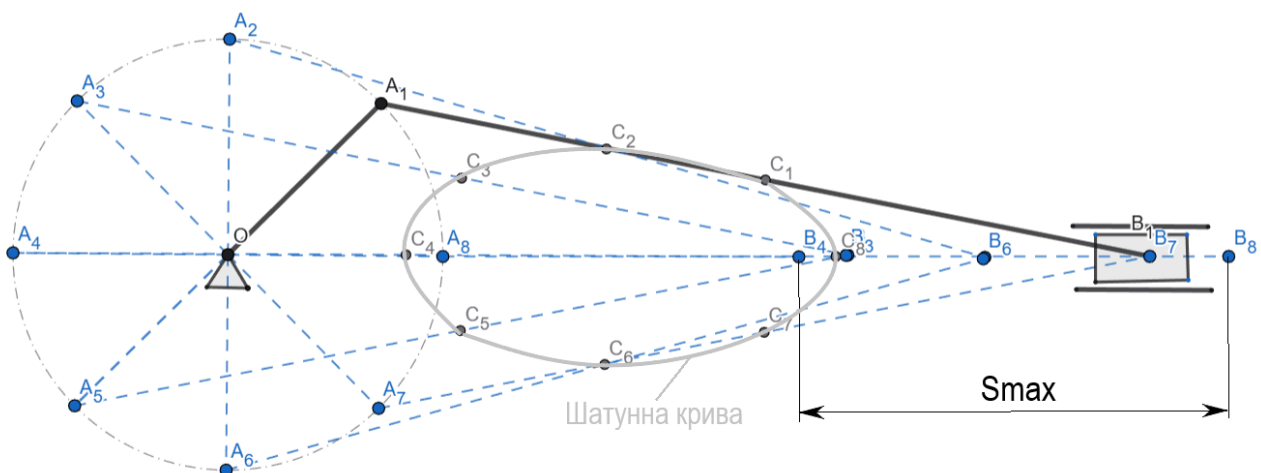


Рисунок 1.1 - План положень кривошипно-шатунного механізму



**Метод дугових засічок** полягає у тому, що під час руху довжина шатуна залишається сталою [7]. Тому з кожного положення точки  $A_0, \dots, A_8$  проводять дуги радіусом, який дорівнює довжині шатуна  $AB$ . Перетин цих дуг із напрямною руху повзуна визначає положення точки  $B$  для кожного положення кривошипа ( $B_0, \dots, B_8$ ).

З'єднавши відповідні точки  $A_i$  та  $B_i$  відрізками, отримують послідовні положення кривошипа, шатуна та повзуна. У такий спосіб будується **план положень механізму**, який є основою для подальшого графічного визначення переміщень, швидкостей і прискорень його ланок (рис. 1.1).

### 1.1.2 Побудова діаграм переміщень

Під час кінематичного дослідження механізму необхідно визначити, як змінюється лінійне переміщення веденої ланки протягом одного повного оберту ведучої. Для цього, використовуючи побудовані на плані положення точки повзуна  $B_0-B_8$ , виконують побудову діаграми переміщень. Якщо ведуча ланка обертається рівномірно, то по горизонтальній осі відкладають кути повороту кривошипа, а по вертикальній — відповідні переміщення повзуна  $B$ . У результаті отримують кінематичну діаграму переміщень повзуна.

Період повного обертання кривошипа або кут його повороту ділять на вісім рівних інтервалів у масштабі часу, який визначають за виразом:

$$\mu_t = \frac{T}{l} \left[ \frac{c}{\text{мм}} \right], \quad (1.6)$$

де  $l$  — довжина відрізка, що зображає повний цикл по осі абсцис.

Лінійні переміщення повзуна відкладають по осі ординат у вибраному масштабі:

$$\mu_s = \frac{S_{\max}}{[S_{\max}]} \left[ \frac{m}{\text{мм}} \right], \quad (1.7)$$

де  $S_{\max}$  — максимальний хід повзуна  $B$ , м;

$[S_{\max}]$  — довжина відрізка на діаграмі, що відповідає цьому максимальному ходу, мм.

Після визначення масштабів переходять до побудови діаграми переміщень. Для кожного проміжку часу (положення кривошипа) вимірюють відстані від початкового положення  $B_1$  до відповідних точок  $B_i$  і відкладають їх у вибраному масштабі по осі ординат. Отримані точки з'єднують плавною кривою — це і є **діаграма переміщень повзуна** (рис. 1.2).

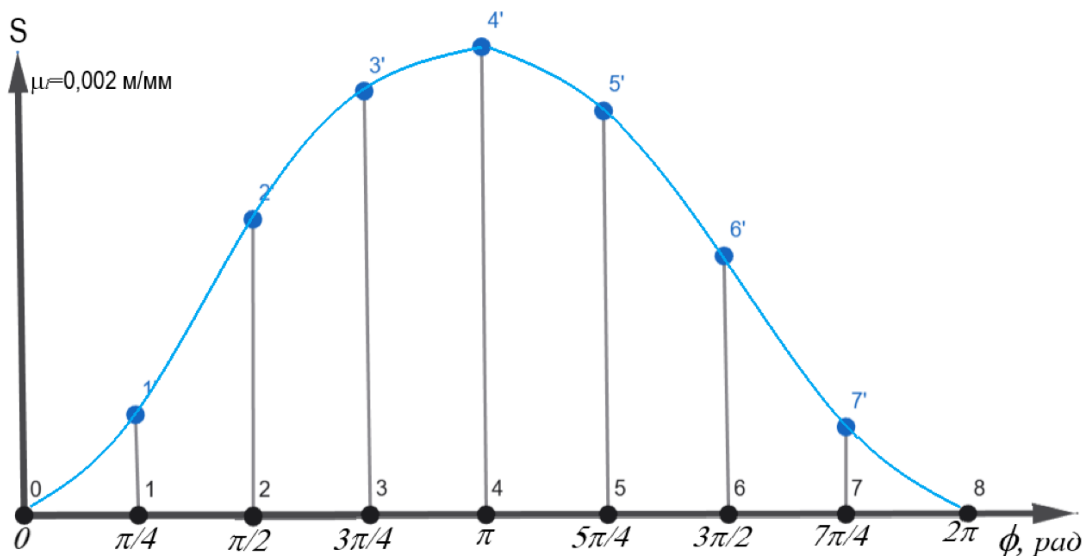


Рисунок 1.2 - Діаграма переміщень повзуна

### 1.1.3 Побудова діаграм швидкостей

Маючи діаграму переміщень будь-якої точки або ланки як функцію шляху від часу, за допомогою методів графічного диференціювання можна визначити зміну швидкості цієї точки (або ланки) протягом одного циклу руху. Основне співвідношення для швидкості має вигляд:

$$v = \frac{ds}{dt} \quad (1.8)$$

Найбільш зручним графічним способом побудови діаграми швидкостей є метод хорд. Він ґрунтується на теоремі про скінченну природу функцій: якщо функція  $s = s(t)$  та її перша похідна неперервні, то похідна  $ds/dt$  у певній точці дорівнює тангенсу кута нахилу дотичної до кривої, проведеної через середину інтервалу.

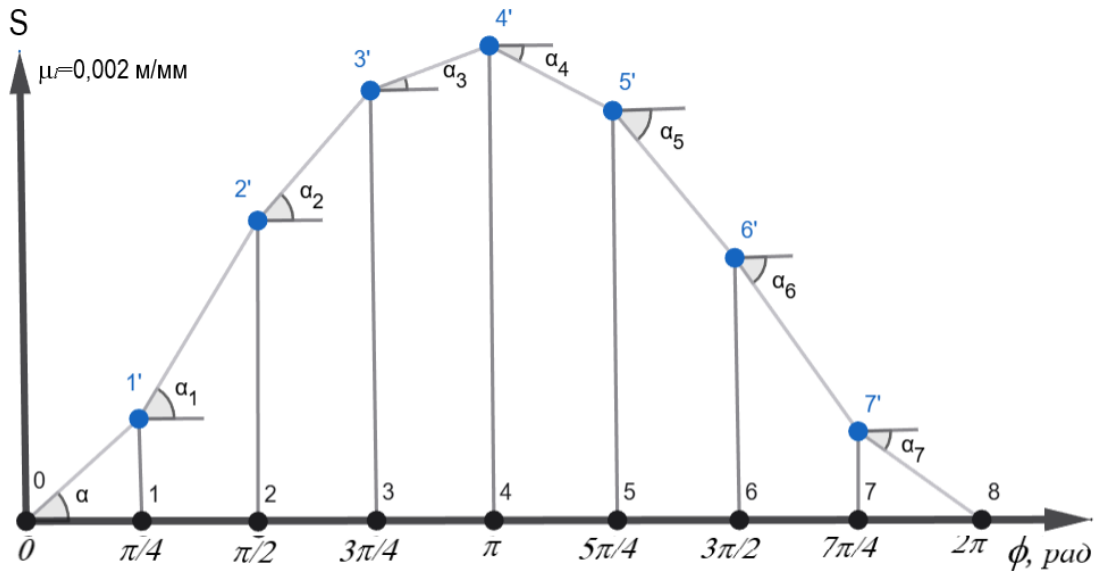
На практиці, замість дотичних, будують хорди, які з'єднують точки на кривій переміщень (рис. 1.3, а). Під діаграмою переміщень, уздовж тієї ж осі часу, відкладають значення швидкостей у вибраному масштабі. Масштаб швидкостей визначають за формулою [5]:

$$\mu_v = \frac{l_v}{H_1} \left[ \frac{\text{м}}{\text{с} \cdot \text{мм}} \right] \quad (1.9)$$

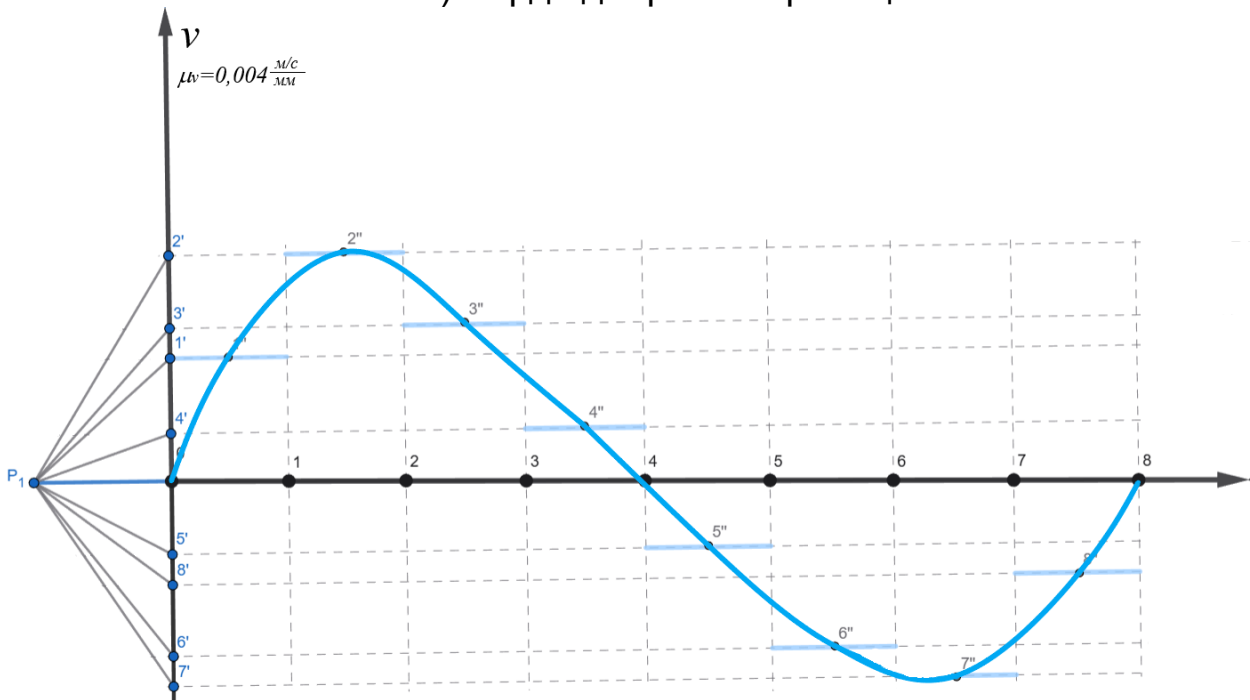
де  $H_1$  — довільно вибрана відстань від початку координат діаграми швидкостей до полюса  $P_1$ .

На діаграмі швидкостей із полюса  $P_1$  проводять промені, паралельні

хордам, що з'єднують відповідні точки на діаграмі переміщень (наприклад, хордам  $P_1P_1'' - P_1'''$ ), які визначають нахили дотичних. Із точок перетину цих променів з ординатами відкладають у вибраному масштабі значення швидкостей для відповідних інтервалів часу. Отримані точки з'єднують плавною кривою, що утворює діаграму швидкостей (рис. 1.3, б).



а) Хорди діаграми переміщень



б) Діаграма швидкостей

Рисунок 1.3 - Діаграма аналогу швидкостей повзуна

Під час виконання графічного диференціювання слід звертати увагу на екстремальні точки вихідної кривої: у цих місцях похідна дорівнює нулю, тобто швидкість приймає нульове значення.

### 1.1.4 Побудова діаграми прискорень

Маючи **діаграму швидкостей** будь-якої точки або ланки механізму як функцію часу, можна за допомогою **графічного диференціювання** визначити зміну прискорення цієї точки протягом циклу руху. Основне співвідношення для прискорення має вигляд:

$$a = \frac{dv}{dt} \quad (1.10)$$

Під діаграмою швидкостей будують нову систему координат: по осі абсцис відкладають час  $t$  у тому самому масштабі, що й раніше, а по осі ординат — значення прискорень  $a$  точок (ланок) механізму у масштабі [5]:

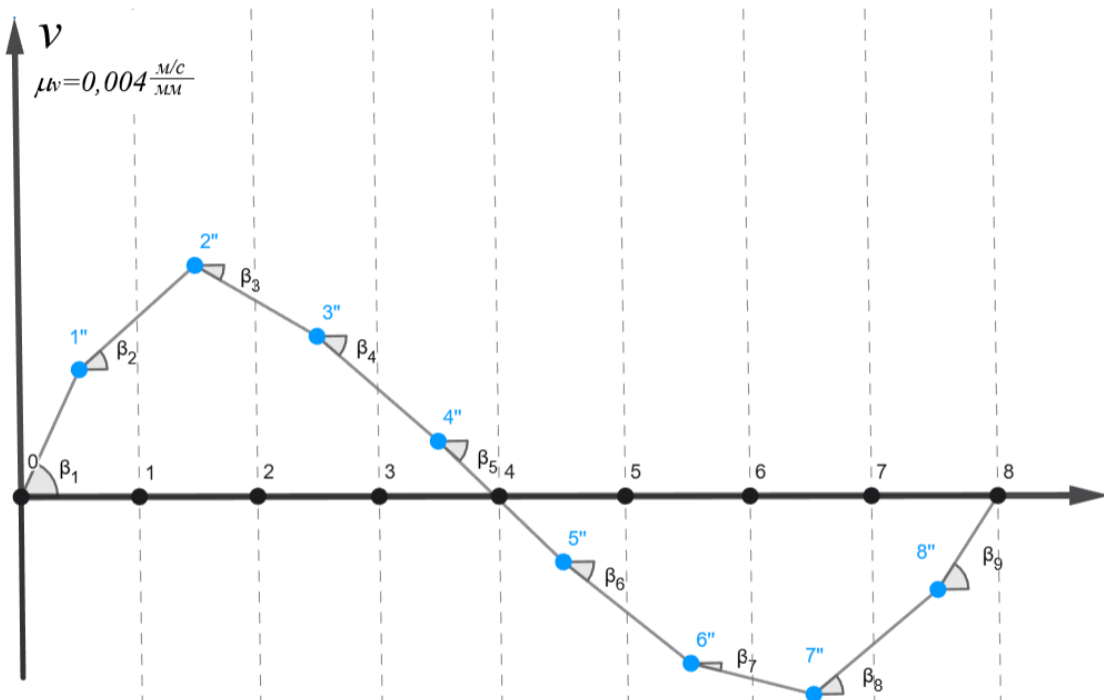
$$\mu_a = \frac{\mu_v}{H_2 \cdot \mu_t} \left[ \frac{\text{м}}{\text{с}^2 \cdot \text{мм}} \right] \quad (1.11)$$

де  $H_2$  — довільно вибрана відстань від полюса  $P_2$  до початку координат.

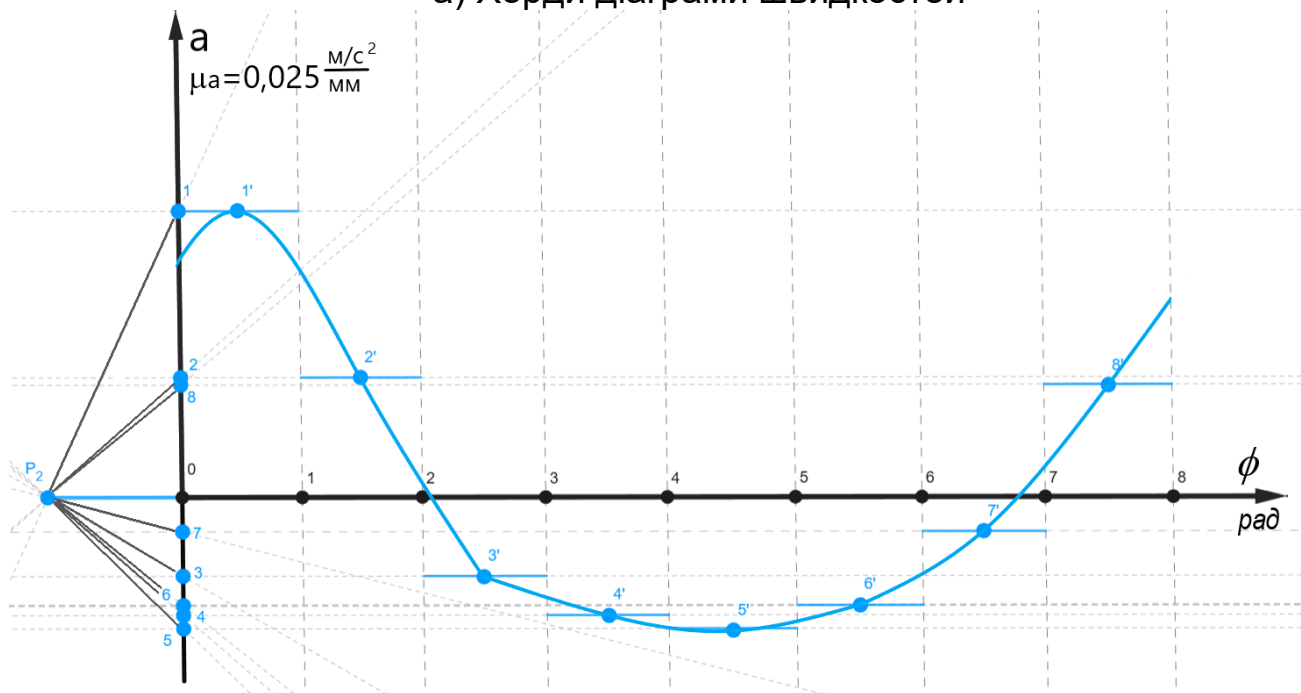
Діаграму прискорень (рис. 1.4) будують у тій самій послідовності, що й попередню діаграму швидкостей.

Порівнюючи побудовані діаграми, можна відзначити такі закономірності:

- зростанню ординат діаграми швидкостей відповідають додатні значення ординат діаграми прискорень, і навпаки;
- у максимумів діаграми швидкостей діаграма прискорень проходить через нуль (позитивне змінюється на негативне), а у мінімумів — через нуль у зворотному напрямку;
- ділянки кривої, де діаграма швидкостей є опуклою, відповідають додатним прискоренням, а де увігнута — від'ємним;
- точки перегину на діаграмі швидкостей збігаються з екстремумами на діаграмі прискорень.



а) Хорди діаграми швидкостей



б) Діаграма прискорень

Рисунок 1.3 - Діаграма аналогу прискорень повзуна



## 1.2 Хід роботи

Перед початком виконання лабораторної роботи студент повинен ознайомитися з теоретичними основами графічного методу кінематичного аналізу механізмів, зокрема з методами побудови планів положень, визначення швидкостей та прискорень за допомогою діаграм. Виконання кожного етапу роботи потребує уважності, дотримання масштабів та послідовності побудов, наведених у методичних рекомендаціях.

- 1. Отримати механізм для дослідження, визначити масштабний коефіцієнт та побудувати план положень механізму (таблиці 1.1–1.3).**

Студент отримує згідно з варіантом завдання кінематичну схему механізму з початковими даними — розмірами ланок, швидкістю обертання ведучої ланки та напрямом її руху. На основі цих даних вибирається масштаб довжин, що забезпечує зручне зображення механізму на аркуші. Далі виконується побудова плану положень механізму для декількох характерних положень ведучої ланки із зазначенням відповідних точок і напрямів руху.

- 2. За прикладом, наведеним у теоретичній частині, побудувати план положень вихідної ланки протягом одного робочого циклу механізму.**

На цьому етапі необхідно побудувати послідовні положення веденої ланки, відповідні рівномірному обертанню кривошипа, та зобразити траєкторії характерних точок механізму. Особливу увагу слід приділити точності визначення положень ланок і дотриманню вибраного масштабу, оскільки саме ці дані надалі використовуються для побудови діаграм переміщень, швидкостей і прискорень.

- 3. Визначити масштабний коефіцієнт швидкості та методом графічного диференціювання побудувати діаграму швидкостей механізму за діаграмою положень.**

Використовуючи побудовану діаграму переміщень, слід розрахувати масштаб швидкостей, виходячи з прийнятих масштабів часу та довжин. За допомогою методу хорд побудувати діаграму швидкостей веденої ланки, з'єднавши отримані точки плавною кривою. Побудова цієї діаграми дозволяє наочно оцінити зміну швидкостей у різні моменти робочого циклу механізму.

- 4. Визначити масштабний коефіцієнт прискорення та за діаграмою швидкостей побудувати діаграму прискорень механізму методом графічного диференціювання.**

На основі попередньо отриманої діаграми швидкостей і використовуючи той самий часовий масштаб, розраховується масштаб прискорень. Далі проводиться побудова діаграми прискорень за аналогією до побудови попередньої діаграми. Отримана залежність дозволяє визначити характер зміни прискорень та моменти, у яких відбувається зміна напрямку руху.

**5. Оформити звіт про виконану лабораторну роботу відповідно до встановлених вимог.**

У звіті мають бути наведені: мета та короткий опис роботи, вихідні дані, масштабні коефіцієнти, побудовані плани положень і діаграми, а також розрахунки, таблиці, графіки та узагальнені висновки. Звіт оформлюється акуратно, з дотриманням установлених стандартів і подається викладачеві для перевірки та захисту.

*Таблиця 1.1 – Вихідні дані для варіантів з першою цифрою 0*

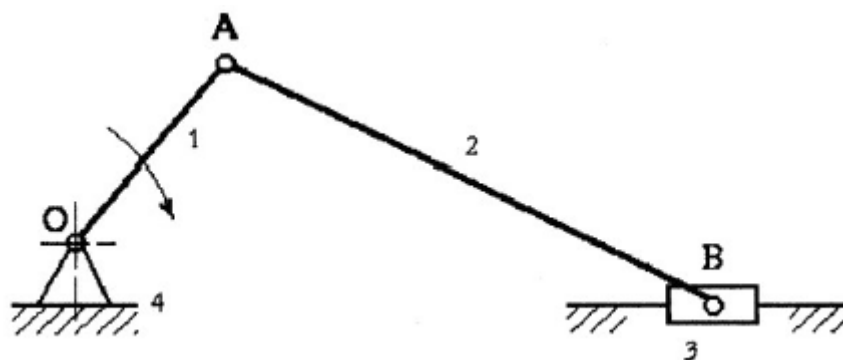


Схема 0 – Кривошипно-шатунний механізм

Друга цифра варіанту	Частота обертання кривошипа, об/хв	Довжина кривошипа, м	Довжина шатуна, м
1	30	0,2	1
2	40	0,18	0,8
3	50	0,16	1
4	60	0,15	0,8
5	80	0,14	0,6
6	100	0,13	0,8
7	120	0,12	0,6
8	150	0,11	0,4
9	300	0,1	0,6
0	450	0,09	0,5

Таблиця 1.2 – Вихідні дані для варіантів з першою цифрою 1

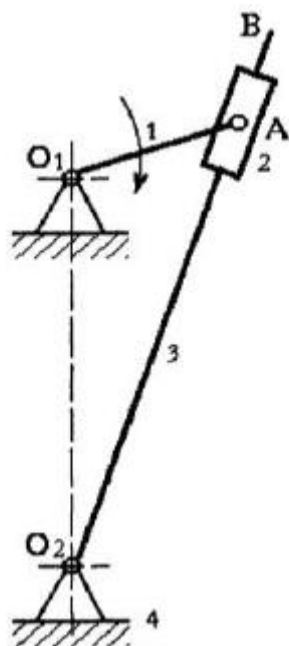


Схема 1 – Кулісний механізм

Друга цифра варіанту	Частота обертання кривошипа, об/хв	Довжина кривошипа, м	Довжина куліси, м	Відстань між центрами $O_1O_2$ , м
1	220	0,04	0,15	0,08
2	200	0,05	0,2	0,1
3	120	0,06	0,2	0,11
4	160	0,07	0,24	0,13
5	150	0,08	0,13	0,16
6	140	0,09	0,32	0,2
7	130	0,1	0,34	0,18
8	120	0,11	0,35	0,2
9	110	0,12	0,4	0,24
0	100	0,13	0,5	0,3

Таблиця 1.3 – Вихідні дані для варіантів з першою цифрою 2

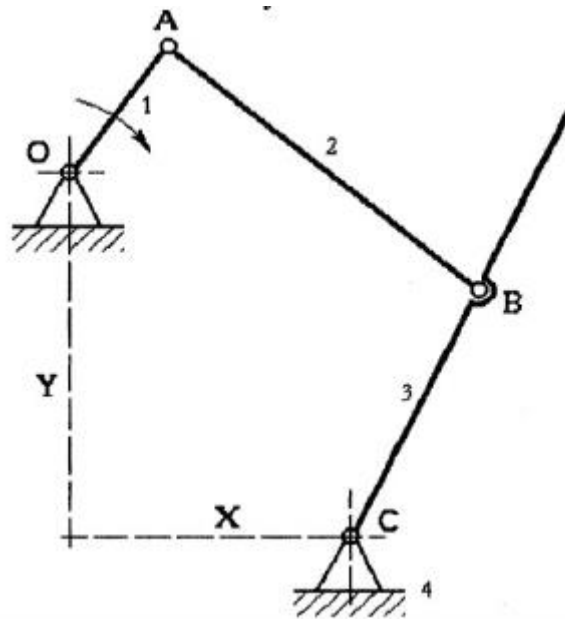


Схема 2 – Шарніний чотрьохланковий механізм

Друга цифра варіанту.	Частота обертання кривошипа, об/хв	Довжини ланок, м				
		OA	AB	BC	X	Y
1	100	0,2	0,55	0,45	0,4	0,2
2	130	0,25	0,55	0,45	0,4	0,3
3	120	0,3	0,55	0,45	0,4	0,4
4	140	0,2	0,55	0,45	0,4	0,2
5	150	0,25	0,55	0,45	0,4	0,3
6	160	0,75	0,5	0,45	0,4	0,4
7	170	0,2	0,45	0,5	0,4	0,2
8	180	0,3	0,45	0,5	0,4	0,3
9	190	0,15	0,3	0,5	0,4	0,4
10	200	0,15	0,4	0,5	0,4	0,5

### 1.3 Форма звіту

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»  
Гірничо-металургійний факультет  
Кафедра матеріалознавства та прикладної механіки

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1

з дисципліни  
«ТЕОРІЯ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН»

на тему:  
*«Кінематичний аналіз механізмів методом діаграм»*

Здобувача бакалаврського рівня  
вищої освіти

\_\_\_\_\_ *(Прізвище І.ПБ)*

група \_\_\_\_\_

Запоріжжя 2025



**МЕТА РОБОТИ:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### **ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА**

Схема механізму:

Вихідні дані:



Розрахунок масштабних коефіцієнтів:

План положень механізму:

**ВИСНОВКИ**

---

---

---

---

---

---

---

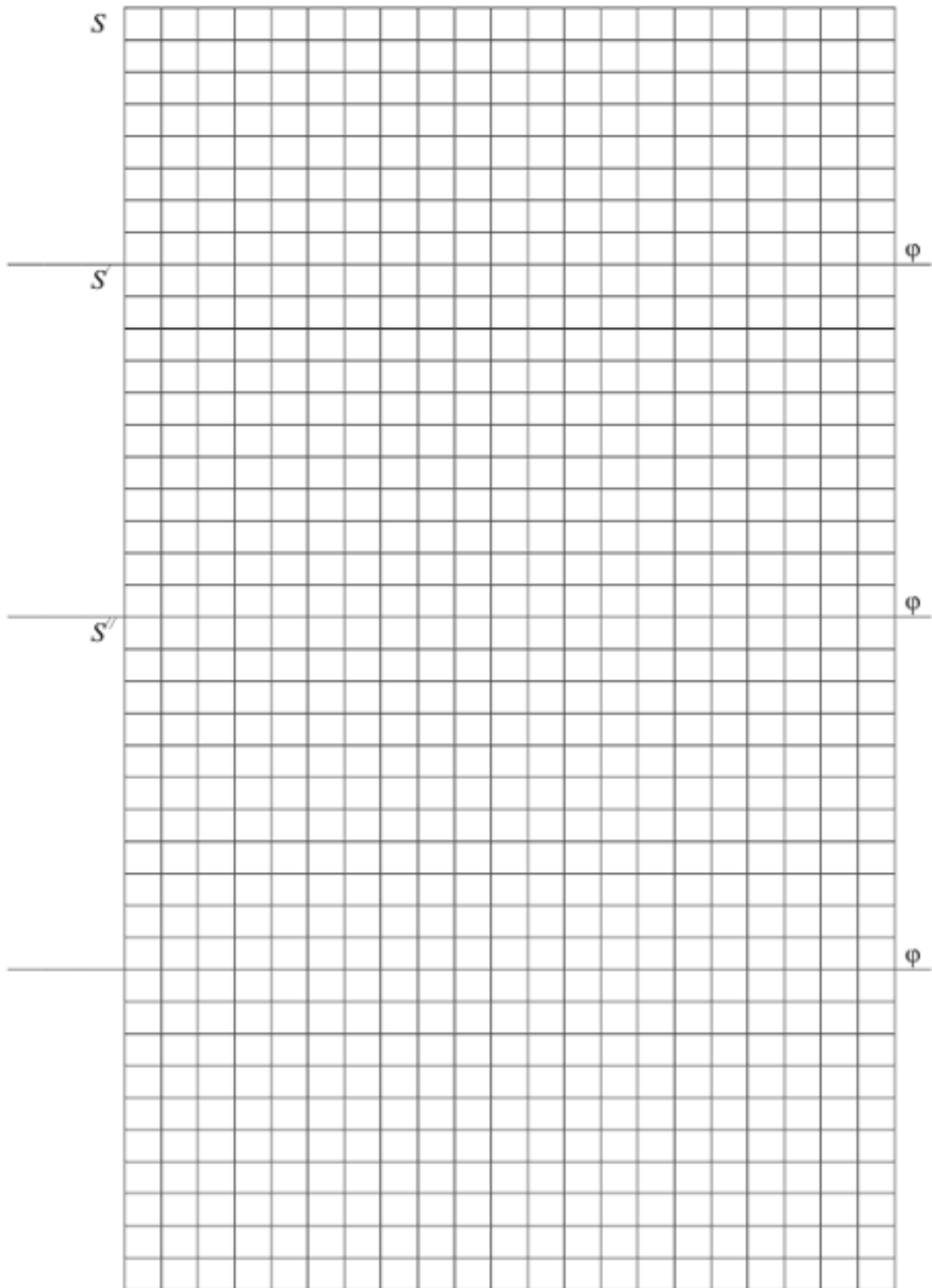
---

---

---



Діаграма положень, аналогів швидкостей та аналогів прискорень:





## 1.4 Контрольні питання

1. Яка мета кінематичного аналізу механізмів і які основні задачі він вирішує?
2. У чому полягає сутність графічного методу дослідження механізмів?
3. Які величини характеризують кінематику руху точки або ланки механізму?
4. Що таке план положень механізму та для чого він використовується?
5. Як визначається масштаб довжин при побудові плану положень механізму?
6. У чому полягає метод дугових засічок і як за його допомогою визначають положення веденої ланки?
7. Як за планом положень будують діаграму переміщень повзуна?
8. У чому полягає метод хорд для визначення швидкостей і прискорень?
9. Як за діаграмами швидкостей і прискорень визначити характер руху веденої ланки?
10. Які висновки можна зробити на основі порівняння діаграм переміщень, швидкостей і прискорень механізму?

## 1.5 Критерії оцінювання

### Підготовчий етап — 2 бали

2 бали — студент повністю підготувався: ознайомився з методичними вказівками, має всі вихідні дані.

1 бал — підготовка неповна.

0 балів — підготовка відсутня.

### Побудова плану положень механізму — 4 бали

4 бали — план побудовано точно: правильні масштаби; коректно визначено 8 положень кривошипа; виконано дугові засічки; схему зображено акуратно та без геометричних помилок.

3 бали — незначні похибки, які не впливають на подальші діаграми.

2 бали — наявні помилки у побудові або масштабах, але загальна логіка збережена.

1 бал — план виконано частково або з критичними неточностями.

0 балів — план відсутній.

### Діаграма переміщень — 2 бали

2 бали — діаграма побудована вірно, масштаб правильний, значення



відповідають плану положень.

1 бал — є похибки у вимірюваннях або масштабі, але форма діаграми загалом правильна.

0 балів — діаграма відсутня або некоректна.

### **Діаграма швидкостей (метод хорд) — 3 бали**

3 бали — метод хорд застосовано коректно; правильно вибрано полюс; промені паралельні хордам; швидкості визначені точно; оформлення відповідає методиці.

2 бали — дрібні похибки у нахилах/масштабах, форма кривої збережена.

1 бал — метод виконано частково або з істотними похибками.

0 балів — діаграма відсутня.

### **Діаграма прискорень — 2 бали**

2 бали — повністю правильне графічне диференціювання, коректний масштаб, логічна форма залежності.

1 бал — незначні помилки у нахилах променів або масштабі.

0 балів — діаграма відсутня або невірна.

### **Аналіз результатів — 1 бал**

1 бал — студент: визначив положення мінімумів/максимумів; проаналізував характер руху повзуна; зробив висновки щодо знаків швидкостей і прискорень.

0 балів — аналізу немає або він неправильний.

### **Оформлення звіту та структура — 1 бал**

1 бал — звіт оформлено згідно з вимогами: мета, вихідні дані, побудови, таблиці, висновки, охайність.

0 балів — суттєві порушення структури чи вимог.



## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Haug E. J. Kinematics and Dynamics of Mechanical Systems: Implementation in MATLAB and SimMechanics. Boca Raton : CRC Press, 2018. 480 p.
2. Pennestrì E., Valentini P. P. Kinematics and Dynamics of Machines. Cham : Springer, 2019. 393 p.
3. Tsai L.-W. Mechanism Design: Enumeration of Kinematic Structures Based on Function. Boca Raton : CRC Press, 2020. 328 p.
4. Erdman A. G., Sandor G. N., Kota S. Mechanism Design: Analysis and Synthesis. 4th ed. Boston : Pearson, 2021. 688 p.
5. Мартинюк А. А., Шиян Д. В. Теорія механізмів і машин : підручник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2021. 312 с.
6. Uicker J., Pennock G., Shigley J. Theory of Machines and Mechanisms. 5th ed. New York : Oxford University Press, 2020. 832 p.



## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Haug E. J. Kinematics and Dynamics of Mechanical Systems: Implementation in MATLAB and SimMechanics. Boca Raton : CRC Press, 2018. 480 p.
2. Pennestrì E., Valentini P. P. Kinematics and Dynamics of Machines. Cham : Springer, 2019. 393 p.
3. Tsai L.-W. Mechanism Design: Enumeration of Kinematic Structures Based on Function. Boca Raton : CRC Press, 2020. 328 p.
4. Erdman A. G., Sandor G. N., Kota S. Mechanism Design: Analysis and Synthesis. 4th ed. Boston : Pearson, 2021. 688 p.
5. Мартинюк А. А., Шиян Д. В. Теорія механізмів і машин : підручник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2021. 312 с.
6. Uicker J., Pennock G., Shigley J. Theory of Machines and Mechanisms. 5th ed. New York : Oxford University Press, 2020. 832 p.
7. Rao S. S. Mechanical Vibrations. 6th ed. Boston : Pearson, 2019. 928 p.
8. Boresi A. P., Schmidt R. J. Advanced Mechanics of Materials and Applied Elasticity. 7th ed. Boca Raton : CRC Press, 2019. 704 p.



*Навчально-методичне видання*

**Кулік Тетяна Олександрівна**

## **ТЕОРІЯ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН :**

**методичні рекомендації  
до виконання лабораторної роботи  
«Кінематичний аналіз механізмів  
методом діаграм»**

Самостійне електронне мережеве видання

Публікується в авторській редакції