



# ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА. Частина 2. Кінематика.

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Технології машинобудування</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>II курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів (150 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР, РГР</i>
Розклад занять	<i>36 год. – лекцій, 36 год. – практичних занять, 78 год. – самостійна робота</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викла- дачів	Лектор: <i>к.ф.-м.н., доцент, Хорошев Костянтин Григорович, khoroshev.kostiantyn@lil.kpi.ua</i> Практичні: <i>к.т.н., ст. дослідник, Тарасовська Світлана Олександрівна</i>
Розміщення курсу	<i>посилання видається на першому лекційному занятті</i>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Навчальна дисципліна «Теоретична механіка. Частина 2. Кінематика» є другою частиною загально-го курсу теоретичної механіки, яка складається з трьох частин. Тут вивчаються кінематичні параметри руху твердих тіл та їх окремих точок, а також, побудова математичних моделей динаміки матеріальної точки та методи їх аналізу. Попередньою частиною загального курсу є навчальна дисципліна «Теоретична механіка. Частина 1. Статика», а наступна – «Теоретична механіка. Части-на 3. Динаміка».

Мета вивчення дисципліни «Теоретична механіка. Частина 2. Кінематика» полягає у формуванні в студентів сучасного інженерного мислення та системи знань у сфері механічної інженерії, ви-робленні вмій та навичок дослідження кінематики твердих тіл, побудови математичних моделей механічної взаємодії матеріальної точки з іншими тілами, проведенні їх аналізу.

Об'єктом навчальної дисципліни є загальнопоширені в інженерній практиці інженерні споруди, механізми та машини та їх взаємодія з навколишнім середовищем.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є загальні закономірності механічної взаємодії та ру-ху елементів інженерних споруд, механізмів та машин, що можна дослідити за допомогою теорем кінематики твердого тіла та динаміки матеріальної точки.

Основне завдання дисципліни «Теоретична механіка. Частина 2. Кінематика» полягає у засвоєнні студентами навчального матеріалу, опанувавши який студенти мають продемонструвати такі ре-зультати навчання:

- розуміння кінематики плоскопаралельного, сферичного та складного руху твердого тіла;
- вміння визначати кінематичні параметри тіла та його точок при плоскопаралельному, сферичному або складному русі;
- вміння створювати моделі руху та механічної взаємодії об'єктів, що можуть бути представлені матеріальною точкою;
- розуміння та вміння аналізу моделей руху та механічної взаємодії об'єктів, що можуть бути змодельовані матеріальною точкою.

В результаті вивчення навчальної дисципліни «Теоретичної механіки. Частина 1. Кінематика» у студента будуть сформовані такі компетентності:

- здатність аналізувати структури типових механізмів, проводити їх кінематичний аналіз та визначати їх кінематичні характеристики;
- здатність моделювати рух об'єктів, що можуть бути представлені матеріальною точкою, проводити їх аналіз;
- здатність розв'язувати типові задачі кінематики твердого тіла та динаміки матеріальної точки.

Програмні компетентності (ФК) та результати навчання (РН) згідно освітньої програми	
ФК	<p>ФК1. Здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки.</p> <p>ФК5. Здатність використовувати аналітичні та чисельні математичні методи для вирішення задач прикладної механіки, зокрема здійснювати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість в процесі статичного та динамічного навантаження з метою оцінки надійності деталей і конструкцій машин.</p>
РН	<p>РН1. Вибирати та застосовувати для розв'язання задач прикладної механіки придатні математичні методи.</p> <p>РН5. Виконувати геометричне моделювання деталей, механізмів і конструкцій у вигляді просторових моделей і проєкційних зображень та оформлювати результат у виді технічних і робочих креслень.</p> <p>РН6. Створювати і теоретично обґрунтовувати конструкції машин, механізмів та їх елементів на основі методів прикладної механіки, загальних принципів конструювання, теорії взаємозамінності, стандартних методик розрахунку деталей машин.</p>

## 2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Навчальна дисципліна «Теоретична механіка» базується на знаннях та уміннях, які студенти отримують в результаті вивчення вищої математики, аналітичної алгебри та аналітичної геометрії. На знаннях та уміннях, які студенти отримують в результаті вивчення цієї дисципліни, базуються навчальні дисципліни інженерно-механічного спрямування: теорія механізмів і машин, механіка матеріалів та конструкцій.

### 3. Зміст навчальної дисципліни

#### Розділ 1. Кінематика твердого тіла

- Тема 1.1. Плоскопаралельний рух
- Тема 1.2. Сферичний рух
- Тема 1.3. Складний рух

#### Розділ 2. Динаміка матеріальної точки

- Тема 2.1. Динаміка вільної матеріальної точки
- Тема 2.2. Прямолінійні коливання матеріальної точки
- Тема 2.3. Динаміка невільної матеріальної точки
- Тема 2.4. Динаміка відносного руху матеріальної точки

### 4. Навчальні матеріали та ресурси

#### Базова:

1. Кузьо І.В. та ін. Теоретична механіка: підруч. для студ. вищ. навч. техн. закл. – Харків: Фоліо, 2017. – 780 с.
2. Павловський М.А. Теоретична механіка: підручник. – К.: Техніка, 2002. – 512 с.
3. Векерик В. І., та ін. Теоретична механіка. Частина перша. Статика. Кінематика: Навч. посіб. – Івано-Франківськ: Факел, 2002. – 273 с.
4. Теоретична механіка: Збірник задач: навч. посібник для студ. вищих навч. закл./ за ред. М. А. Павловського. К.: Техніка, 2007. – 400 с.

#### Допоміжна:

5. Лобас Л.Г., Лобас Людм. Г. Теоретична механіка: Підручник для студентів вищих технічних навчальних закладів / Л.Г. Лобас, Людм.Г. Лобас. – К.: ДЕТУТ, 2008. – 406 с.
6. Яскілка М.Б. Збірник завдань для розрахунково-графічних робіт з теоретичної механіки. Посібник. – К.: Вища шк.: Веселка, 1999. – 351 с.
7. Глонь О.А. Основи теоретичної механіки. – К.: ВКД «Софія», 1997. – 144 с.
8. Войтович Л.Г., Галанзовська М.Р., Серілко Л.С., Щурик В.О. Практикум з теоретичної механіки. Статика, кінематика. Частина 1. Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2018. – 162с.
9. Філімоніхін Г.Б., Пирогов В. В. Теоретична механіка. Статика. Кінематика: Навч. посібник [Електронний ресурс]. – Кіровоград: КНТУ, 2014. – 64с.

### Навчальний контент

#### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

##### Структура навчальної дисципліни.

Тема	Контент	Кількість годин			
		Л	П	СРС	Σ
<b>Розділ 1. Кінематика твердого тіла</b>					
1.1.Плоско-паралельний рух	Кінематичний закон плоскопаралельного руху тіла. Розподіл швидкостей/пришвидшень точок плоскої фігури. Способи визначення миттєвого центра швидкостей/пришвидшень. Теорема Пуансо. План швидкостей/пришвидшень.	6	8	8	22
1.2.Рух тіла з нерухомою точкою	Рух твердого тіла навколо нерухомої точки. Теорема	8	4	4	16

Тема	Контент	Кількість годин			
		Л	П	СРС	$\Sigma$
	Ейлера. Кути Ейлера. Визначення напрямних косинусів. Регулярна/Нерегулярна прецесія. Розподіл лінійних швидкостей та пришвидшень точок тіла. Кінематичні рівняння Ейлера				
1.3. Складний рух тіла	Основна задача кінематики складного руху твердого тіла. Складання поступальних рухів. Складання обертальних рухів навколо паралельних/перетинних осей. Пара обертань. Складання миттєво-поступального і миттєво-обертального рухів. Метод зупинення. Формула Вілліса.	3,75	4	4	12
<b>Розділ 2. Динаміка матеріальної точки</b>					
2.1. Динаміка вільної матеріальної точки	Вступ. Закони Ньютона. Диференціальні рівняння руху матеріальної точки. Дві основні задачі динаміки МТ. Пряма та обернена задача динаміки МТ.	4	4	4	12
2.2. Прямолінійні коливання матеріальної точки	Класифікація коливань. Вільні коливання матеріальної точки без/з урахуванням сили опору. Період та амплітуда вільних коливань. Вимушені коливання без/з врахуванням сил опору. Явище биття. АЧХ, ФЧХ.	8	6	6	20
2.3. Динаміка невільної матеріальної точки	Динамічне рівняння руху невільної матеріальної точки. Типи в'язей та їх рівняння. Принцип Д'Аламбера для МТ.	2	2	2	6
2.4. Динаміка відносного руху матеріальної точки	Закон відносного руху точки. Окремі випадки відносного руху точки. Умови відносного спокою. Принцип відносності класичної динаміки	3,75	4	2	10
Контрольні заходи.	Розрахунково-графічна робота (РГР)			10	10
	Модульна контрольна робота (МКР)		4	8	12
	Тестування	0,5			
Підготовка до екзамену				30	30
Разом:		<b>36</b>	<b>36</b>	<b>78</b>	<b>150</b>

## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів передбачає самостійне вивчення теоретичного матеріалу, викладеного у літературних джерелах та виконання з врахуванням рекомендацій викладача домашніх завдань та індивідуального завдання (3 задачі розрахунково-графічної роботи) для закріплення набутих знань. Зазначені завдання мають бути оформлені у вигляді звіту/пояснювальної записки з наведенням основних результатів та їх аналізом.

## 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

### Правила відвідування занять

Відвідування лекцій та практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, згідно *Правил внутрішнього розпорядку Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»* (<https://kpi.ua/admin-rule>) студенти зобов'язані відвідувати заняття.

### Правила поведінки на заняттях та контрольних заходах

На аудиторних заняттях (лекціях чи практичних заняттях) вітається активна участь студентів та вимагається відключення електронних пристроїв, якщо це не передбачено планом проведення занять.

На контрольному заході забороняється використання літературних джерел в будь-якому вигляді. Заборонено використовувати електронні пристрої, якщо не передбачено планом проведення контрольного заходу.

При проведенні контрольного заходу в дистанційній формі студент зобов'язаний мати можливість відеофіксації своїх дій.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

### Правила призначення штрафних та заохочувальних балів

Заохочувальні та штрафні бали не передбачені.

### Пропущені контрольні заходи, правила дедлайнів та перескладань

Всі види контрольних заходів прописані в розділі 8.

Поточні контрольні заходи можуть бути пройдені до початку семестрового контрольного заходу.

Перескладати поточний контрольний захід дозволяється лише у випадку, якщо він оцінений на 0 балів. Оцінка перескладеного контрольного заходу не може перевищувати 70% від максимально можливої оцінки за цей контрольний захід.

Своєчасне виконання кожної задачі РГР в призначений викладачем термін є обов'язковим. Якщо студент не виконав задачу РГР в призначений викладачем термін, то термін виконання цієї задачі пролонгується зі зміненими критеріями оцінювання.

Кожна частина МКР проводиться на практичному занятті. Для студентів, що були відсутні на занятті, на якому заплановані МКР, викладач організовує додаткові можливості для проходження цих контрольних заходів. Кількість таких додаткових контрольних заходів регламентується викладачем.

Задачі РГР, здані під час екзаменаційної сесії до семестрового контролю, за умови набрання студентом стартового рейтингу, достатнього для допуску до екзамену, можуть бути зараховані виключно без нарахування балів.

### Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

## Навчання іноземною мовою

Навчальна дисципліна не передбачає її вивчення англійською мовою.

### Інклюзивне навчання

Навчальна дисципліна може викладатися для більшості студентів з особливими освітніми потребами, окрім осіб з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

## 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

### Види контролю

**Поточний контроль.** З метою діагностики залишкових знань та умінь студентів за окремими темами та розділами є контрольні заходи у вигляді РГР, що складається з 3 задач, модульної контрольні роботи, виконання якої розбивається на 2 частини, та 2 тестувань.

РГР спрямоване на перевірку наявності теоретичних знань та практичних вмінь, набутих в процесі навчання після ключових тем та охоплюють їх основні поняття. Кожна задача РГР, а також, вимоги до звіту, змісту роботи та термін виконання, видаються протягом семестру на практичному занятті після опрацювання відповідного ключового питання. Три задачі РГР відповідають ключовим питанням:

- 1) аналіз швидкостей плоского механізму;
- 2) аналіз пришвидшень плоского механізму;
- 3) динаміка руху матеріальної точки.

Основне завдання МКР є діагностика практичних умінь та навичок. Кожна частина МКР складається з завдання або з типових задач, приклад яких розібраний на одному з попередніх занять. МКР проводиться на практичних заняттях у формі, що визначається викладачем. Тривалість проведення кожної частини МКР — дві академічні години. Теми, що виносяться на МКР:

- 1) плоскопаралельний рух твердого тіла;
- 2) коливання матеріальної точки.

Тестування спрямоване на перевірку наявності знань лекційного матеріалу, набутих в процесі навчання після ключових тем та охоплюють їх основні поняття. Тестування проводяться у вигляді онлайн-тестів на лекційних заняттях та забезпечуються сервісом <https://quizizz.com>. Кожен тест складається з 20 питань, що вимагають швидкої короткої відповіді. Тривалість одного тесту – 30 хвилин. Тест проводиться після проходження матеріалу кожного розділу.

**Календарний контроль** проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Перша та друга атестація проводиться на 8-му та 14-му тижнях навчання, а умовою отримання позитивної атестації – стартовий рейтинг від 60% від максимально можливого на час атестації.

**Семестровий контроль** – екзамен. Контрольне завдання складається з одного теоретичного питання з переліку, що наданий у розділі 9 та однієї практичної задачі, приклади яких розглядалися на практичних заняттях. Форма проведення – письмова з усним захистом. Екзамен проводиться на екзаменаційній сесії, тривалість письмової частини – три академічні години.

### Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Стартовий рейтинг студента з навчальної дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- а) виконання 3 задач РГР;
- б) виконання 2 частин МКР;
- в) складання 2 тестувань.

**Кожна задача РГР, виконана в призначений викладачем термін, оцінюються із 8 балів за критеріями:**

«відмінно» – задача розв’язана повністю, не менше 90% потрібної інформації, (повне, безпомилкове розв’язування завдань, при усному захисті продемонстровані повні знання, що стосується задачі) – 8 балів;

«добре» – задача розв’язана, не менше 75% потрібної інформації або є незначні неточності (повне розв’язування завдань з незначними неточностями, при усному захисті продемонстровані майже повні знання, що стосується задачі) – 7-6 балів;

«задовільно» – задача розв’язана частково, не менше 60% потрібної інформації (завдання виконане з певними суттєвими недоліками, при усному захисті продемонстровані неповні знання, що стосується задачі) – 5 балів;

«незадовільно» – відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

**Кожна задача РГР, виконана з запізненням до 10 днів, оцінюються із 7 балів за критеріями:**

«відмінно» – задача розв’язана повністю, не менше 90% потрібної інформації, (повне, безпомилкове розв’язування завдань, при усному захисті продемонстровані повні знання, що стосується задачі) – 7 балів;

«добре» – задача розв’язана, не менше 75% потрібної інформації або є незначні неточності (повне розв’язування завдань з незначними неточностями, при усному захисті продемонстровані майже повні знання, що стосується задачі) – 6 балів;

«задовільно» – задача розв’язана частково, не менше 60% потрібної інформації (завдання виконане з певними суттєвими недоліками, при усному захисті продемонстровані неповні знання, що стосується задачі) – 5 балів;

«незадовільно» – відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

**Кожна задача РГР, виконана з запізненням від 11 днів, оцінюються із 6 балів за критеріями:**

«зараховано» – задача розв’язана, не менше 60% потрібної інформації, при усному захисті продемонстровані достатні знання, що стосується задачі – 5-6 балів;

«незадовільно» – відповідь не відповідає умовам до «зараховано» – 0 балів.

**Кожна частина МКР оцінюються із 8 балів за критеріями:**

«відмінно» – повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, (повне, безпомилкове розв’язування завдань, при усному захисті продемонстровані повні знання, що стосується завдань) – 8 балів;

«добре» – достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або є незначні неточності (повне розв’язування завдань з незначними неточностями, при усному захисті продемонстровані майже повні знання, що стосується завдань) – 6-7 балів;

«задовільно» – неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації (завдання виконане з певними суттєвими недоліками, при усному захисті продемонстровані достатні знання, що стосується завдань) – 5 балів;

«незадовільно» – відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

**Критерії нарахування балів за виконання кожного тесту.**

Кожне тестове питання, на яке дано правильну відповідь, оцінюються у 0,5 балів. При цьому загальна оцінка тесту формується за критеріями:

«відмінно»:	18-20 правильних відповідей	9,5-10 балів;
«добре»:	15-17 правильних відповідей	7,5-9 балів;
«задовільно»:	12-14 правильних відповідей	6-7 бали;
«незадовільно»:	менше 12 правильних відповідей	0 балів.

**Критерії нарахування балів за виконання семестрового контролю (екзамену).** Кожне запитання (завдання) оцінюється у 20 балів за такими критеріями:

«відмінно» – повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, (повне, безпомилкове розв'язування завдань, при усному захисті продемонстровані повні знання, що стосується завдань) – 10 балів;

«добре» – достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або є незначні неточності (повне розв'язування завдань з незначними неточностями, при усному захисті продемонстровані майже повні знання, що стосується завдань) – 8-9 балів;

«задовільно» – неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації (завдання виконане з певними суттєвими недоліками, при усному захисті продемонстровані достатні знання, що стосується завдань) – 6-7 балів;

«незадовільно» – відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

Умовою допуску до екзамену є зарахування не менше двох задач РГР та однієї частини МКР, а також, стартовий семестровий рейтинг від 36 балів.

Сума стартового рейтингу та балів за екзамен переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за університетською шкалою за освітнім компонентом
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Орієнтовний перелік теоретичних питань, що виносяться на екзамен:

1. Вивести кінематичний закон плоскопаралельного руху (ППР) тіла. Способи подання ППР тіла. Сформулювати та довести теорему Шаля.
2. Сформулювати та довести теорему про розподіл швидкостей точок твердого тіла при плоскому русі. Сформулювати теорему Грасхгофа.
3. Сформулювати та довести теорему про розподіл прискорень точок твердого тіла при плоскому русі. Вказати наслідки до теореми.



4. Дати означення миттєвого центру швидкостей (МЦШ). Способи визначення МЦШ та частинні випадки визначення МЦШ. Сформулювати теорему про центроїди.
5. Дати означення миттєвого центру прискорень (МЦП). Способи визначення МЦП та частинні випадки визначення МЦП.
6. Сформулювати теорему Ейлера про рух твердого тіла з нерухомою точкою. Вказати послідовність кутів Ейлера та кінематичний закон руху тіла з нерухомою точкою. Визначити модуль кутової швидкості тіла.
7. Вказати зміст способів визначення напрямних косинусів між осями систем координат.
8. Визначити проекції кутової швидкості тіла з нерухомою точкою на осі рухомої системи координат (кінематичні рівняння Ейлера).
9. Вказати особливості розподілу швидкостей та прискорень точок тіла з нерухомою точкою. Сформулювати теорему Пуансо.
10. Визначення кутових швидкостей та кутового прискорення тіла з нерухомою точкою у випадку регулярної прецесії.
11. Дати означення складного руху тіла. Довести теорему про додавання поступальних рухів тіла. Довести теорему про додавання обертальних рухів тіла навколо перетинних осей.
12. Сформулювати та довести теорему про додавання обертальних рухів тіла, які утворюють пару обертань.
13. Сформулювати та довести теорему про додавання співнапрямлених обертальних рухів тіла навколо паралельних осей.
14. Сформулювати та довести теореми про додавання обертального та поступального рухів тіла. Дати означення кінематичного гвинта.
15. Зміст методу зупинення. Формули Вілліса для циліндричних та конічних коліс.
16. Сформулювати закони Ньютона та закон незалежності дії сил. Дати означення: інерціальної системи координат, маси тіла, кількості руху точки.
17. Вивести диференціальні рівняння руху матеріальної точки у векторній, координатній та натуральній формі (формі Ейлера).
18. Сформулювати зміст першої та другої задачі динаміки точки. Визначення інтегралів рівнянь руху точки. Знаходження сталих інтегрування, початкові умови.
19. Вивести диференціальне рівняння вільних коливань точки без урахування сил опору. Вказати його розв'язок. Визначити сталі інтегрування. Дати означення амплітуди, колової частоти та періоду коливань.
20. Вивести диференціальне рівняння вільних коливань з урахуванням сили опору. Вказати його розв'язок у випадку великого опору. Визначити сталі інтегрування.
21. Вивести диференціальне рівняння вільних коливань з урахуванням сил опору. Вказати його розв'язок у випадку кратних коренів характеристичного рівняння. Визначити сталі інтегрування.
22. Вивести диференціальне рівняння вільних коливань з урахуванням сил опору. Вказати його розв'язок у випадку малого опору. Визначити сталі інтегрування.
23. Записати розв'язок диференціального рівняння згасних вільних (малий опір). Визначити період згасних коливань, його наближений раціональний вираз. Визначити залежність між амплітудами згасних коливань.

24. Вивести диференціальне рівняння змушених коливань без урахування сили опору. Знайти загальний розв'язок у нерезонансному випадку з урахуванням початкових умов та зробити аналіз його складових.
25. Вивести диференціальне рівняння змушених коливань без урахування сили опору. Знайти загальний розв'язок у нерезонансному випадку для нульових початкових умов та пояснити явище биття.
26. Вивести диференціальне рівняння змушених коливань без урахування сили опору. Визначити його розв'язок у резонансному випадку та пояснити явище резонансу.
27. Вивести диференціальне рівняння змушених коливань з урахуванням сили опору. Вказати його загальний розв'язок та знайти коефіцієнти частинного розв'язку.
28. Записати диференціальне рівняння змушених коливань з урахуванням сили опору та його частинний розв'язок, знайти його коефіцієнти. Визначити амплітуду змушених коливань та коефіцієнт динамічності.
29. Дослідити екстремуми амплітуди (коефіцієнта динамічності) змушених коливань з урахуванням сили опору та дати аналіз характеру зміни амплітудно-частотної та фазочастотної характеристик.
30. Сформулювати принцип Д'Аламбера для матеріальної точки.
31. Вивести динамічне рівняння відносного руху матеріальної точки. Вказати зміст ейлерових сил інерції. Вказати умову відносного спокою. Сформулювати принцип відносності Галілея.

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** доцент кафедри динаміки і міцності машин та опору матеріалів,  
к.ф.-м.н., доцент, Хорошев Костянтин Григорович

**Ухвалено** кафедрою кафедри динаміки і міцності машин та опору матеріалів (протокол № 16 від 24.06.2024р.)

**Погоджено** Методичною комісією Навчально-наукового механіко-машинобудівного інституту (протокол № 11 від 28.06.2024р.)