



## ДОДАТКОВІ РОЗДІЛИ ФІЗИКИ

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>15 Автоматизація та приладобудування</i>
Спеціальність	<i>151 Автоматизація та комп'ютерно - інтегровані технології</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кр. (120 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / РГР</i>
Розклад занять	<i>Згідно з розкладом на сайті <a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу/ викладачів	<i>Лектор: професор, д.т.н. Аврутов Вадим Вікторович: <a href="mailto:v.avrutov@kpi.ua">v.avrutov@kpi.ua</a> Практичні заняття: доцент, к.т.н. Мироненко Павло Степанович: <a href="mailto:mironenkops46@gmail.com">mironenkops46@gmail.com</a></i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://do.ipk.kpi.ua/user/view.php?id=27527&amp;course=4822">https://do.ipk.kpi.ua/user/view.php?id=27527&amp;course=4822</a></i>

#### Програма навчальної дисципліни

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

*Кредитний модуль «Додаткові розділи фізики» є навчальною дисципліною, яка призначена для вивчення загальних законів і принципів механіки та загальних властивостей руху механічних систем.*

*Метою кредитного модуля є формування у студентів здатностей:*

- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях*
- Здатність застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологіях;*
- Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування.*

*Основні завдання кредитного модуля.*

*Після засвоєння кредитного модуля студенти мають продемонструвати такі результати навчання:*

- Знати фізику, електротехніку, електроніку та схемотехніку, мікропроцесорну техніку на рівні, необхідному для розв'язання типових задач і проблем автоматизації.*

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

*Вивчення дисципліни базується на знаннях та вміннях, набутих студентами при вивченні учбових курсів «Вища математика», «Фізика». В подальшому знання та уміння, отримані при вивченні дисципліни, будуть використані при вивченні учбових курсів «Конструювання елементів автоматизованих систем», «Технологія приладобудування» «Комп'ютерне моделювання процесів і систем», «Системи автоматизованого проектування», «Технічні*

засоби автоматизації», «Проектування вимірювальних приладів» та дипломному проектуванні.

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

- **Тема 1. Кінематика**

*Предмет теоретичної механіки. Предмет кінематики. Способи завдання руху точки.*

*Швидкість точки за трьома способами завдання руху точки. Швидкість точки в різних системах координат. Прискорення точки. Прискорення точки при координатному способі завдання руху. Прискорення точки при натуральному способі завдання руху. Окремі випадки руху точки. Поступальний рух твердого тіла. Траєкторії, швидкості та прискорення точок тіла при поступальному русі. Обертання тіла навколо нерухомої осі. Закон руху тіла. Кутова швидкість, кутове прискорення тіла. Формула Ейлера для визначення швидкості точок тіла. Прискорення точки тіла. Плоский рух твердого тіла. Теорема про розподіл швидкостей точок тіла. Миттєвий центр швидкостей; способи його знаходження. План швидкостей. Прискорення при плоскому русі. Складний рух точки. Похідна від радіус-вектора. Поняття про абсолютний, переносний та відносний рух. Теорема про додавання швидкостей. Теорема Коріоліса. Прискорення Коріоліса. Обертання твердого тіла відносно нерухомої точки. Кути Ейлера та Ейлера-Кривола. Матриця перетворення координат. Кінематичні рівняння Ейлера (кутові швидкості точок тіла).*

- **Тема 2. Статика**

*Основні поняття статички. Аксиоми статички. В'язі та їх реакції. Внутрішні та зовнішні сили. Визначення збіжної системи сил. Зведення збіжної системи сил до рівнодійної. Умови рівноваги збіжної системи сил. Методика вирішення задач статички. Поняття моменту сили відносно точки як векторної величини. Теорема Варіньона та її використання при визначенні моменту сили відносно точки. Момент сили відносно осі; «робоче правило» визначення моменту сили відносно осі. Пара сил. Момент пари сил як векторна величина. Незалежність моменту пари сил від вибору точки зведення. Теорема про еквівалентні пари сил. Головний вектор та головний момент системи сил. Лема про паралельне перенесення сили. Основна теорема статички. Умови рівноваги довільної системи сил. Окремі випадки рівноваги твердого тіла: збіжна система сил, плоска система сил, система паралельних сил.*

- **Тема 3. Динаміка**

*Предмет динаміки. Закони Ньютона. Динаміка поступального руху тіла змінної маси (Рівняння Мещерського). Історичні відомості. Диференціальні рівняння руху матеріальної точки за трьома способами завдання руху точки. Дві задачі динаміки матеріальної точки. Рух матеріальної точки кинуті вертикально догори та під кутом до горизонту. Прямолінійний рух матеріальної точки. Коливання матеріальної точки. Вільні незатухаючі та затухаючі коливання матеріальної точки. Змушені незатухаючі коливання матеріальної точки. Змушені затухаючі коливання матеріальної точки. Кількість руху точки. Теорема про зміну кількості руху точки. Теорема про зміну моменту кількості руху точки. Кінетична енергія матеріальної точки. Теорема про зміну кінетичної енергії матеріальної точки. Робота сили, що прикладена до матеріальної точки. Теорема про роботу. Невільний рух матеріальної точки. Рівняння Лагранжа першого роду. Математичний маятник. Принцип Даламбера для матеріальної точки. Метод кінетостатички. Динаміка відносного руху матеріальної точки. Теорема про зміну кінетичної енергії у відносному русі матеріальної точки. Система матеріальних точок. Центр мас системи. Диференціальні рівняння руху вільної системи матеріальних точок. Теорема про рух центра мас системи. Кількість руху системи матеріальних точок. Теорема про зміну кількості руху системи матеріальних точок. Кінетичний момент системи матеріальних точок відносно центра та відносно координатних осей. Кінетичний момент системи матеріальних точок при складному русі. Теорема про зміну кінетичного моменту системи матеріальних точок. Геометрія мас. Основні визначення. Класифікація моментів інерцій. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Обчислення моментів інерцій деяких тіл. Кінетична енергія системи матеріальних точок. Теорема Кеніга. Кінетична енергія твердого тіла. Співвідношення між основними динамічними величинами. Обчислення кінетичної енергії для*

окремих випадків руху твердого тіла. Теорема про зміну кінетичної енергії системи матеріальних точок. Робота зовнішніх сил, прикладених до твердого тіла. Диференціальні рівняння руху твердого тіла. Поступальний рух твердого тіла. Диференціальні рівняння руху твердого тіла. Рівняння обертального руху твердого тіла навколо нерухомої точки. Фізичний маятник. Методи визначення моментів інерції тіл.

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### Базова

- 1 Теоретична механіка: Конспект лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності: 151 "Автоматизація та комп'ютерно – інтегровані технології", спеціалізації "Автоматизація хіміко – технологічних процесів і виробництв", "Комп'ютерно – інтегровані технології хімічних та нафтопереробних виробництв" / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Н.І. Штефан, Н.В. Гнатейко, В.М. Федоров. – Електронні текстові дані (1 файл: 6,98 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 143 с.
- 2 Теоретична механіка: навчальний посібник/ за редакцією П.К.Штанька. - Запоріжжя: НУ "Запорізька політехніка", 2021. - 464 с.
- 3 Теоретична механіка: підручник/ Булгаков В.М. - ЦУЛ, 2019. - 640 с.

##### Інформаційні ресурси:

- 4 Дистанційний курс «Додаткові розділи фізики» для бакалаврів 2-го курсу спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно - інтегровані технології», - Сертифікат НМП № 6094, автор-розробник Аврутов В.В., - Електронні дані (1,7 Гбайт) – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021 р., - 23,8 ум. др. арк.

#### Навчальний контент

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

Основні форми навчання - лекції, практичні заняття і самостійна робота студентів. На лекціях студентам викладаються теоретичні основи дисципліни.

Лекційні заняття:

##### Тема 1. Кінематика

**Лекція 1.** Вступ. Предмет теоретичної механіки. Предмет кінематики. Способи завдання руху точки.

Швидкість точки за трьома способами завдання руху точки. Швидкість точки в різних системах координат. Прискорення точки. Прискорення точки при координатному способі завдання руху.

**Лекція 2.** Прискорення точки при натуральному способі завдання руху. Окремі випадки руху точки.

Поступальний рух твердого тіла. Траєкторії, швидкості та прискорення точок тіла при поступальному русі. Обертання тіла навколо нерухомої осі. Закон руху тіла. Кутова швидкість, кутове прискорення тіла. Формула Ейлера для визначення швидкості точок тіла. Прискорення точки тіла.

**Лекція 3.** Плоский рух твердого тіла. Теорема про розподіл швидкостей точок тіла. Миттєвий центр швидкостей; способи його знаходження. План швидкостей. Прискорення при плоскому русі.

**Лекція 4.** Складний рух точки. Похідна від радіус-вектору. Поняття про абсолютний, переносний та відносний рух. Теорема про додавання швидкостей. Теорема Коріоліса. Прискорення Коріоліса.

**Лекція 5.** Обертання твердого тіла відносно нерухомої точки. Кути Ейлера та Ейлера-Кривола. Матриця перетворення координат. Кінематичні рівняння Ейлера.

## **Тема 2. Статика**

**Лекція 6.** Основні поняття статички. Аксиоми статички. В'язі та їх реакції. Внутрішні та зовнішні сили.

Визначення збіжної системи сил. Зведення збіжної системи сил до рівнодійної. Умови рівноваги збіжної системи сил. Методика вирішення задач статички.

**Лекція 7.** Поняття моменту сили відносно точки як векторної величини. Теорема Варіньона та її використання при визначенні моменту сили відносно точки. Пара сил.

**Лекція 8.** Головний вектор та головний момент системи сил. Лема про паралельне перенесення сили. Основна теорема статички. Умови рівноваги довільної системи сил.

## **Тема 3. Динаміка**

**Лекція 9.** Предмет динаміки. Закони Ньютона. Диференціальні рівняння руху матеріальної точки за трьома способами завдання руху точки. Дві задачі динаміки матеріальної точки. Рух матеріальної точки кинуті вертикально догори та під кутом до горизонту.

**Лекція 10.** Прямолінійні колювання матеріальної точки.

**Лекція 11.** Основні (загальні) теореми динаміки точки. Теорема про зміну кількості руху точки. Теорема про зміну моменту кількості руху матеріальної точки. Кінетична енергія матеріальної точки. Теорема про зміну кінетичної енергії матеріальної точки.

**Лекція 12.** Робота сили, що прикладена до матеріальної точки. Теорема про роботу рівнодійної. Робота сили тяжіння. Силове поле. Потенційна енергія. Градієнт силового поля. Робота центральної сили. Робота сили пружності.

**Лекція 13.** Динаміка відносного руху матеріальної точки. Теорема про зміну кінетичної енергії у відносному русі матеріальної точки.

**Лекція 14.** Динаміка систем матеріальних точок. Центр мас системи. Диференціальні рівняння руху вільної системи матеріальних точок. Теорема про рух центра мас системи. Кількість руху системи матеріальних точок. Теорема про зміну кількості руху системи матеріальних точок.

**Лекція 15.** Моменти інерції. Класифікація моментів інерцій. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Обчислення моментів інерцій деяких тіл.

**Лекція 16.** Кінетичний момент системи матеріальних точок відносно центра та відносно координатних осей. Кінетичний момент системи матеріальних точок при складному русі.

**Лекція 17.** Теорема про зміну кінетичного моменту системи матеріальних точок. Теорема про зміну кінетичного моменту системи матеріальних точок при складному русі. Фізичний маятник. Методи визначення моментів інерції тіл.

**Лекція 18.** Кінетична енергія системи матеріальних точок. Теорема Кеніга. Кінетична енергія твердого тіла. Співвідношення між основними динамічними величинами. Обчислення кінетичної енергії для окремих випадків руху твердого тіла. Теорема про зміну кінетичної енергії системи матеріальних точок.

Робота зовнішніх сил, прикладених до твердого тіла. Диференціальні рівняння руху твердого тіла. Поступальний рух твердого тіла.

Диференціальні рівняння руху твердого тіла. Рівняння обертального руху твердого тіла навколо нерухомої точки.

### **Практичні заняття:**

1. Кінематика точки. Траєкторія та швидкість точки. Прискорення точки.
2. Обертання тіла навколо нерухомої осі.
3. Найпростіші рухи твердого тіла та їх перетворення.
4. Плоский рух тіла.
5. Складний рух точки.
6. Обертальний рух твердого тіла навколо нерухомої точки.
7. Статика. Рівновага плоскої системи сил.
8. Рівновага просторової системи сил.

9. Дві задачі динаміки точки.
10. Прямолінійний рух матеріальної точки.
11. Теорема про зміну кількості руху точки.
12. Теорема про зміну кінетичної енергії точки.
13. Теорема про рух центра мас системи.
14. Геометрія мас.
15. Моменти інерції твердого тіла.
16. Теорема про зміну кінетичної енергії системи точок.
17. Рівняння Лагранжа другого роду.
18. Залік

#### Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання полягають у накопиченні та систематизації знань за тематикою навчальної дисципліни. Виконання розрахунково графічної роботи (РГР) сприятиме закріпленню, поглибленню та узагальненню теоретичних основ курсу, а також сприятиме розвитку необхідних практичних навичок рішення задач кінематики, навичок самостійної роботи студентів у процесі їх навчання.

#### 6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студентів передбачає закріплення знань за матеріалами лекцій та їх поглиблення, самостійне вивчення окремих питань за рекомендованими навчально-методичними матеріалами.

На самостійну роботу студентів виділяється 48 години, з яких 42 - на опрацювання матеріалів лекцій, практичних занять і виконання РГР та 6 – на підготовку до заліку.

#### Політика та контроль

#### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

- **правила відвідування занять:**

- не запізнюватись на заняття; при запізненні більш ніж на 15 хв., заходити на другу пів пару, щоб не відволікати присутніх; попереджати через старосту про пропуск заняття з поважної причини чи у разі хвороби (підтвердити ксерокопією медичної довідки);
- при навчанні в дистанційному режимі: Zoom-конференція за посиланням викладача;

**Правила поведінки на заняттях:**

- забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується дисципліни;
- дозволяється використання засобів зв'язку для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в інтернеті;
- забороняється будь-яким чином зривати проведення занять;

- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:**

- штрафні бали призначаються за несвоєчасний захист лабораторної роботи, заохочувальні – за виконання ускладнених завдань;
- максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів визначається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контролі результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;

- **політика дедлайнів та перескладань:**

- перескладання будь-яких контрольних заходів передбачено тільки за наявності документально підтверджених вагомих причин;

- вчасним захист вважається в межах двох занять наступної теми (поточною вважається тема, завдання з якої хоче захистити студент) навчального часу відповідно до силабусу та/або календарного плану;
- невчасним вважається захист робіт з затримкою більше ніж на два практичні заняття наступної теми, порушення даного дедлайну призводить до зменшення кількості балів за роботи та оцінюється на 1 бал нижче, ніж вказано п.8 «Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання» за кожні наступні три занятті наступних тем;
- **політика округлення рейтингових балів:**
  - округлення рейтингового балу відбувається до цілого числа;
  - при округленні до цілого числа всі цифри, що йдуть за наступним розрядом замінюються нулями;
  - якщо цифра розряду, що залишився, 5 або більша, то ціле число збільшується на одиницю, а розряд прирівнюється до нуля;
  - якщо цифра розряду, що залишився, менша за 5, то ціле число не змінюється, а розряд прирівнюється до нуля.
- **політика оцінювання контрольних заходів:**
  - оцінювання контрольних заходів відбувається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контролі результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;
  - нижня межа позитивного оцінювання кожного контрольного заходу має бути не менше 60% від балів, визначених для цього контрольного заходу;
  - негативний результат оцінюється в 0 балів.

#### **Академічна доброчесність**

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

#### **Норми етичної поведінки**

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

#### **Оскарження результатів контрольних заходів**

Студенти мають право підняти будь-яке питання, яке стосується процедури проведення або оцінювання контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто комісією.

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

Поточний контроль:

№	Назва контрольного заходу	Кількість	Ваговий бал	Усього
1	Практичне заняття	17	5	85
2	Виконання та захист розрахунково-графічної роботи	1	15	15
Усього:				100

Розрахунково-графічна робота (РГР). Ваговий бал - 15. Критерії оцінювання:

- робота виконана правильно в повному обсязі, є повні викладення з поясненням - 13...15 балів;
- в роботі немає помилок, але є несуттєві неточності, незначні недоліки, обмежене пояснення – 10...12 балів;
- в роботі є суттєві неточності та помилки, але загальний хід розв'язання задачі вірний (правильно виконано не менше 60% завдання) -7...9 балів;
- відсутнє розв'язання задачі (завдання не виконане або є грубі помилки, правильно виконано менше 60% завдання) - 0.

*Практичні заняття (ПЗ). Ваговий бал - 5. Критерії оцінювання:*

- наявність домашнього завдання, активна робота протягом практичного заняття, правильне вирішення завдання та блиц-контролю, вільне володіння матеріалом – 5 балів;
- наявність домашнього завдання, вирішення завдання та блиц-контролю з помилками (правильно вирішено не менше 60% завдання) – 4 бали;
- наявність тільки домашнього завдання – 3 бали;
- відсутність домашнього завдання, не вирішене завдання та блиц-контроль, або вирішення містить суттєві помилки (правильно вирішено менше 60% завдання) і невірний кінцевий результат – 0-2 бали.

*«Блиц-контроль» - самостійна робота на початку занять на 5-10 хвилин, призначена для перевірки поточних знань.*

*Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.*

*Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент матиме не менш ніж 24 бали (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 40 балів).*

*Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент матиме не менш 42 бали (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 70 балів).*

*Семестровий контроль: залік*

*Умови допуску до семестрового контролю: виконання усіх практичних занять; виконання та захист розрахунково-графічної роботи.*

*Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.*

*Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи.*

#### *Критерії оцінювання залікової контрольної роботи*

*Залікова контрольна робота оцінюється із 100 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з трьох теоретичних питань або двох теоретичних питань та задачі. Кожне питання та задача оцінюється в 33 бали за такими критеріями:*

- «відмінно» - повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та висновки – 33-29 балів;
- «добре» - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», або незначні неточності) – 28...24 балів;
- «задовільно» - неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки) – 23...19 балів;
- «незадовільно» - незадовільна відповідь – 0 балів.

*Після виконання залікової контрольної роботи, якщо оцінка за залікову контрольну роботу більша ніж за рейтингом, здобувач отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи.*

*Якщо оцінка за залікову контрольну роботу менша ніж за рейтингом, студент отримує оцінку відповідну до набраного рейтингу впродовж семестру.*

*До відомості семестрового контролю викладач заносить рейтингові бали, отримані здобувачем у семестрі або за результатами виконання залікової контрольної роботи, та оцінку відповідно до цих балів.*

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

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

*Під час дистанційного навчання останній термін висилки виконаного домашнього завдання електронною поштою – 21:00 напередодні наступного заняття.*

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

**Складено** професором кафедри КІОНС, д.т.н. Аврутовим Вадимом Вікторовичем

**Ухвалено** кафедрою КІОНС (протокол № 12 від 31.05.2023 р.)

**Погоджено** Методичною комісією приладобудівного факультету (протокол № 7/23 від 22.06.2023 року).