



# ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ОРІЄНТАЦІЇ І НАВІГАЦІЇ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>15 Автоматизація та приладобудування<sup>1</sup></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>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кр. (120 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / поточний контроль, модульна контрольна робота</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: к.т.н., Мураховський Сергій Анатолійович, <a href="mailto:serge.murakhovsky@gmail.com">serge.murakhovsky@gmail.com</a> Практичні : к.т.н., Мураховський Сергій Анатолійович, <a href="mailto:serge.murakhovsky@gmail.com">serge.murakhovsky@gmail.com</a> Лабораторні: к.т.н., Мураховський Сергій Анатолійович, <a href="mailto:serge.murakhovsky@gmail.com">serge.murakhovsky@gmail.com</a></i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://ecampus.kpi.ua/">https://ecampus.kpi.ua/</a> <a href="https://do.ipr.kpi.ua/course/view.php?id=3545">https://do.ipr.kpi.ua/course/view.php?id=3545</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна «Фізичні основи орієнтації і навігації» забезпечує підготовку майбутніх бакалаврів в сфері вивчення фундаментальних фізичних законів на основі яких будуються прилади і та автоматизовані системи орієнтації та навігації.

Метою дисципліни є підсилення у студентів здатностей:

- здатність застосовувати знання математики, в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації;
- застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологіях;

Основні завдання дисципліни.

Після засвоєння дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

<sup>1</sup>В полях Галузь знань/Спеціальність/Освітня програма:

Для дисциплін професійно-практичної підготовки зазначається інформація відповідно до навчального плану.

Для соціально-гуманітарних дисциплін вказується перелік галузей, спеціальностей, або «для всіх».

## **ЗНАННЯ:**

- принципів роботи технічних засобів автоматизації; розуміння суті процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації
- фізику, електротехніку, електроніку та схемотехніку, мікропроцесорну техніку на рівні, необхідному для розв'язання типових задач і проблем автоматизації;

## **УМІННЯ:**

- вміти застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання фізичних величин і основних технологічних параметрів для обґрунтування вибору засобів вимірювань та оцінювання їх метрологічних характеристик;
- вміти застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій;;

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

Вивчення кредитного модулю базується на знаннях з дисциплін «Вища математика», «Фізика». У подальшому знання та вміння, одержані при вивченні цієї дисципліни, використовуються у спеціальних і професійно-орієнтованих дисциплінах, курсовому проектуванні та при виконанні випускної кваліфікаційної роботи.

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

#### **• Розділ 1. Фізичні основи орієнтації і навігації**

- *Тема 1. Основи динаміки обертального руху твердого тіла. Фізична природа гіроскопічних явищ.*

*Основні закони динаміки. Аналогія законів поступального та обертального руху твердого тіла. Теорема про зміну вектора імпульсу системи. Поняття гіроскопа. Основні особливості триступеневого механічного гіроскопа порівняно до необертального твердого тіла. Фізична природа гіроскопічних явищ. Гіроскопічний момент. Основні параметри гіроскопів. Прецесійні рівняння гіроскопа. Прояв гіроскопічного ефекту в техніці та природі.*

- *Тема 2. Фізичні поля Землі*

*Гравітаційне поле Землі. Поле сили тяжіння. Види вертикалей та широт. Фізичний маятник як показник місцевої вертикалі. Рівняння руху, методи підвищення точності виміру вертикалі. Магнітне поле Землі (МПЗ). Елементи земного магнетизму. Атмосфера Землі. Основні фізичні характеристики атмосфери. Залежність атмосферного тиску від висоти. Рух тіла у повітряному середовищі. Небесна сфера. Деякі відомості з астрономії.*

- *Тема 3. Коливання та хвилі*

*Механічні коливання та хвилі. Мікромеханічні гіроскопи. Хвильові явища в пружному середовищі. Стоячі хвилі. Коливання струни. Струнний акселерометр. Механічні коливання пружних оболонок. Принцип дії твердотільного хвильового гіроскопа Акустичні хвилі. Гідроакустичні перетворювачі. Ефект Допплера в акустиці. Електромагнітні коливання та хвилі (ЕМХ). Швидкість розповсюдження ЕМХ. Основні властивості ЕМХ. Фізичні основи побудови оптичних гіроскопів. Волоконний оптичний гіроскоп. Фізичні основи роботи кільцевих резонансних гіроскопів.*

### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

#### **Базова**

1. Слободянюк О.В. Механіка. Підручник. – К.: КНУ ім. Т.Шевченка, 2016. – 478 с.

2. *Фізика: Підручник / І.Ф.Скіцько, О.І Скіцько – Київ: КПІ ім.Ігоря Сікорського, 2017. – 513 с.*
3. *Загальна фізика. Електродинаміка. Модульне навчання [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. за галузями знань 12 «Інформаційні технології», 15 «Автоматизація та приладобудування», 17 «Електроніка та телекомунікації»/ В.М. Калита, О.В. Дімарова, С.О. Решетняк; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,62 Мб). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 144 с.*

#### **Додаткова**

4. *Поплавко, Ю. М. Фізика твердого тіла. Т. 1. Структура, квазічастинки, метали, магнетика [Електронний ресурс] : [в 2 т.] : підручник для студентів, які навчаються за спеціальністю «Мікро- та наносистемна техніка» / Ю. М. Поплавко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 6,93 Мбайт). – Київ : Політехніка, 2017. – 416 с.*
5. *Поплавко, Ю. М. Фізика твердого тіла. Т. 2. Діелектрики, напівпровідники, фазові переходи [Електронний ресурс] : [в 2 т.] : підручник для студентів, які навчаються за спеціальністю «Мікро- та наносистемна техніка» / Ю. М. Поплавко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 7,27 Мбайт). – Київ : Політехніка, 2017. – 379 с.*

### **Навчальний контент**

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

*Основні форми навчання - лекції, практичні заняття (лабораторний практикум) та самостійна робота студентів.*

*На лекціях студентам викладаються теоретичні основи дисципліни.*

*Лекційні заняття:*

- 1. Задачі орієнтації, навігації та керування рухом. Різновиди рухомих об'єктів (РО). Основні пілотажно-навігаційні параметри*
- 2. Системи координат. Зв'язок між системами координат. Фігура Землі, рух Землі.*
- 3. Основні закони динаміки. Аналогія законів поступального та обертального руху твердого тіла. Теорема про зміну вектора імпульсу системи.*
- 4. Поняття гіроскопа. Основні особливості триступеневого механічного гіроскопа порівняно до необертового твердого тіла.*
- 5. Фізична природа гіроскопічних явищ. Гіроскопічний момент.*
- 6. Основні параметри гіроскопів. Прецесійні рівняння гіроскопа.*
- 7. Прояв гіроскопічного ефекту в техніці та природі.*
- 8. Гравітаційне поле Землі. Поле сили тяжіння. Види вертикалей та широт.*
- 9. Магнітне поле Землі (МПЗ). Елементи земного магнетизму. Вимір і представлення МПЗ.*
- 10. Атмосфера Землі. Основні фізичні характеристики атмосфери. Залежність атмосферного тиску від висоти.*
- 11. Рух тіла у повітряному середовищі.*
- 12. Небесна сфера. Деякі відомості з астрономії. Визначення координат місця і курсу об'єкта астрономічними методами*
- 13. Механічні коливання та хвилі. Стоячі хвилі. Коливання камертону. Коливання струни. Механічні коливання пружних оболонок.*
- 14. Принцип дії камертонного та твердотільного гіроскопів, струнного акселерометра.*
- 15. Мікромеханічні гіроскопи. Принципи побудови, області використання та тенденції розвитку.*
- 16. Акустичні хвилі. Гідроакустичні перетворювачі. Ефект Допплера в акустиці.*
- 17. Електромагнітні хвилі (ЕМХ). Швидкість розповсюдження ЕМХ. Основні властивості ЕМХ. Радіохвилі. Особливості їх розповсюдження.*

18. Фізичні основи побудови оптичних гіроскопів. Волоконний оптичний гіроскоп. Фізичні основи роботи кільцевих резонансних гіроскопів

Лабораторний практикум:

1. Дослідження сил інерції при обертальному руху гіроскопа.
2. Дослідження прецесійного руху гіроскопа.
3. Дослідження руху гіромаятника.
4. Дослідження карданових похибок гіроскопа.
5. Дослідження гіроскопічного стабілізатора.
6. Дослідження вільних коливань триступеневого гіроскопа.
7. Дослідження акселерометрів.
8. Дослідження характеристик фізичного маятника.
9. Визначення напрямних моментів в магнітних та гіроскопічних компасах. Контрольна робота.

Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання передбачають розв'язання практичних завдань для закріплення теоретичного матеріалу та підготовки до виконання лабораторних робіт. Модульна контрольна робота полягає у розв'язанні практичних задач, пов'язаних з динамікою обертального руху твердого тіла, аналізу вільного та вимушеного руху коливальних систем.

## 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. Також питання, що виносяться на самостійне опрацювання вказані в описі лабораторних робіт.

На самостійну роботу студентів виділяється 66 годин, з яких 6 годин - на підготовку до заліку і 60 годин на опрацювання матеріалів лекцій, підготовку звітів з лабораторних робіт та вивчення навчальної літератури відповідно до структури дисципліни.

## Політика та контроль

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

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

- **правила відвідування занять:** Zoom (посилання на конференцію: <https://us04web.zoom.us/j/78440585619?pwd=VnNFTIFCR2lzUE9rTEJNYmV0bUxIZz09;>
- **правила поведінки на заняттях:**
  - забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується дисципліни або підтримання здоров'я;
  - дозволяється використання засобів зв'язку для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в інтернеті;
  - забороняється будь-яким чином зривати проведення занять;
- **правила захисту лабораторних робіт:**
  - захист проходить на лабораторному занятті, студент надсилає оформлений протокол лабораторної роботи на електронну адресу викладача;

- у окремих випадках (за наявності документально підтверджених вагомих причин) допускається можливість індивідуального захисту;
- **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 контроль 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 лабораторних занять відповідно до силабусу та/або календарного плану;
  - невчасним вважається захист робіт з затримкою більше ніж на два лабораторні заняття, 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 контроль 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	виконання та захист лабораторних робіт (роботи №1-9 відповідно до п.5 «Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)» силабусу)	9	10	90
2	виконання модульної контрольної роботи (відповідно до п.5 «Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)» силабусу)	1	10	10
Усього:				100

Шкала оцінювання лабораторних робіт:

- повністю вірно виконання завдання - 10 балів;
- вірно виконання завдання з незначними неточностями (вірно виконано більше 75% завдання) – 8-9 балів;
- вірно виконано більше 60% завдання, але є суттєві недоліки – 6-7 балів;
- завдання не виконано, або вірно виконано менше 60% завдання - 0 балів.

Шкала оцінювання модульної контрольної роботи:

- повністю вірно виконання завдання - 10 балів;
- вірно виконання завдання з незначними неточностями (вірно виконано більше 75% завдання) – 8-9 балів;
- вірно виконано більше 60% завдання, але є суттєві недоліки – 6-7 балів;
- завдання не виконано, або вірно виконано менше 60% завдання - 0 балів.

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

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент матиме на менш ніж 18 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 30 балів).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент матиме не менш 45 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 75 балів).

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: оцінка з модульної контрольної роботи не менше 6 балів, виконання та захист усіх лабораторних робіт; семестровий рейтинг не менше 60 балів.

Студенти, які виконали МКР, всі лабораторні роботи, але бажають підвищити оцінку, можуть виконувати залікову контрольну роботу, яка складається з двох запитань теоретичного та практичного характеру. У цілому студент може одержати за залікову контрольну роботу та підвищити оцінку не більше, ніж на 10 балів.

Шкала оцінювання теоретичного питання:

- повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 5 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 4 бали;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 3 бали;



- незадовільна (менше 60% необхідної інформації) або відсутня відповідь - 0 балів.
- Шкала оцінювання практичного питання:
- повністю вірно виконання завдання - 5 балів;
  - вірно виконання завдання з незначними неточностями (вірно виконано більше 75% завдання) – 4 бали;
  - вірно виконано більше 60% завдання, але є суттєві недоліки – 3 бали;
  - завдання не виконано, або вірно виконано менше 60% завдання - 0 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
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)

У рамках опанування дисципліни «Фізичні основи орієнтації і навігації» допускається можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою.

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

**Складено** доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих оптичних та навігаційних систем, к.т.н., Мураховський Сергій Анатолійович

**Ухвалено** кафедрою комп'ютерно-інтегрованих оптичних та навігаційних систем (протокол № 14 від 06.07.2022 року)

**Погоджено** Методичною комісією приладобудівного факультету<sup>2</sup> (протокол № 7/22 від 07.07.2022 року)

<sup>2</sup>Методичною радою університету– для загальноуніверситетських дисциплін.