



НОВІТНІ ПРИЛАДИ СИСТЕМ ОРІЄНТАЦІЇ ТА НАВІГАЦІЇ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</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>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний 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 http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доц. Лакоза Сергій Леонідович, s.lakoza@kpi.ua Лаб. роботи : к.т.н., доц. Лакоза Сергій Леонідович, s.lakoza@kpi.ua; к.т.н., доц. Нестеренко Олег Іванович, oleg.nesterenko@inertiallabs.com</i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom Код класу 3kdhkjs Посилання для запрошення https://classroom.google.com/c/MTc3MTY2NzY5NTEy?cjc=3kdhkjs</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Головне завдання дисципліни «Новітні прилади систем орієнтації та навігації» - надати студентам якомога ширше уявлення про стан, тенденції розвитку і основні фізичні принципи побудови сучасних новітніх акселерометрів та гіроскопів, які необхідні для створення на їх основі вимірювальних систем, систем орієнтації, навігації і керування.

Метою освітнього компонента є підсилення у студентів здатностей:

- ЗК03. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- СК4. Здатність аналізувати виробничо-технологічні системи і комплекси як об'єкти автоматизації, визначати способи та стратегії їх автоматизації та цифрової трансформації.
- СК7. Здатність застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для розв'язання складних задач і проблем автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.
- СК 9. Здатність використовувати поглиблені знання спеціального математичного

інструментарію для моделювання, аналізу та ідентифікації приладів і систем автоматизації, та процесів, що в них протікають.

Основні завдання освітнього компонента.

Після засвоєння дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

- РНОЗ. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій для розв'язування складних задач професійної діяльності.
- РН10. Розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційно-технічними об'єктами, професійно володіти спеціальними програмними засобами.
- РН12. Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її.
- РН 13. Використовувати спеціальний математичний інструментарій для моделювання, аналізу та ідентифікації приладів і систем автоматизації, та процесів, що в них протікають.

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

Вивчення дисципліни базується на знаннях отриманих на попередньому рівні вищої освіти.

У подальшому знання та вміння, одержані при вивченні цієї дисципліни, використовуються у спеціальних і професійно-орієнтованих дисциплінах, наукових дослідженнях за темою магістерської дисертації та при виконанні випускної кваліфікаційної роботи.

2. Зміст навчальної дисципліни

- **Розділ 1. Мікромеханічні акселерометри**
 - Тема 1.1.. Низькочастотні лінійні акселерометри і принципи їхньої роботи
- **Розділ 2. Вібраційні гіроскопи**
 - Тема 2.1. Загальні принципи побудови вібраційних гіроскопів
 - Тема 2.2. Мікромеханічні вібраційні гіроскопи
 - Тема 2.3. Твердотільний хвильовий гіроскоп
- **Розділ 3. Оптичні гіроскопи**
 - Тема 3.1. Принципи роботи оптичних гіроскопів
 - Тема 3.2. Кільцевий лазерний гіроскоп
 - Тема 3.3. Волоконно-оптичний гіроскоп
- **Розділ 4. Гіроскопи, побудовані на нових фізичних принципах**
 - Тема 4.1. Гіроскопи зі сферичним ротором
 - Тема 4.1. Ядерні гіроскопи

3. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. Філяшкін М.К. Мікроелектромеханічні системи: Навчальний посібник / М.К. Філяшкін – К.: НАУ, 2019. – 276 с
2. Кучеренко, О. К. Волоконно-оптичні датчики для автоматизованих інформаційних та інтелектуальних систем [Електронний ресурс] : підручник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані системи та технології». – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 113 с. – Назва з екрана.
3. Нестеренко О. І., Баланчук В. Є. Новітні прилади орієнтації і навігації: Лабораторний практикум для студентів напряму підготовки 051003 «Приладобудування» спеціальності 7.05100303 «Прилади і системи орієнтації та навігації». - Київ: НТУУ "КПІ, Електронне видання, 2013 - 50 с.

Допоміжна

1. Апостолюк В. О. Узагальнена теорія та методи проектування коріолісових вібраційних гіроскопів : дис. ... д-ра техн. наук. : 05.11.03 – гіроскопи та навігаційні системи / Владислав Олександрович Апостолюк. - Київ., 2016. - 264 с.
2. TRAVAGNIN, M. Cold atom interferometry for inertial navigation sensors. Publ. Office of EU, Luxembourg. Search in, 2020.

Навчальний контент

4. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Основні форми навчання - лекції, лабораторні роботи та самостійна робота студентів. Самостійна робота студентів передбачає закріплення знань за матеріалами лекцій та їх поглиблення, виконання модульної контрольної роботи згідно індивідуального завдання, самостійне вивчення окремих питань за рекомендованими навчально-методичними матеріалами.

На лекціях студентам викладаються теоретичні основи дисципліни.

Лекційні заняття:

1. Призначення низькочастотних лінійних акселерометрів. Мікромеханічні акселерометри та їх класифікація. Мікромеханічні акселерометри L-типу і R-типу. Модель вихідного сигналу одноосного лінійного акселерометра
2. Вібраційний гіроскоп. Класифікація вібраційних гіроскопів. Роторні вібраційні гіроскопи.
3. Принцип роботи і рівняння руху камертонного гіроскопу.
4. Мікромеханічні гіроскопи: класифікація та характерні особливості. Принцип роботи і рівняння руху одномасового мікромеханічного гіроскопу LL-типу.
5. Різноманітності одномасових мікромеханічних гіроскопів LL-типу. Аналіз рівнянь руху одномасових мікромеханічних гіроскопів LL-типу.
6. Двомасові мікромеханічні гіроскопи LL-типу. Принцип роботи і рівняння руху мікромеханічних гіроскопів RR-типу.
7. Типові конструктивні схеми мікромеханічних гіроскопів RR-типу.
8. Осциляторні вібраційні гіроскопи з розподіленими параметрами. Струнний і стержневий гіроскопи. Принцип роботи твердотілого хвильового гіроскопа (ТХГ).

9. Основне рівняння руху ТХГ. Особливості функціонування ТХГ в інтегруючому режимі та в якості вимірювача кутової швидкості. Аналіз похибок ТХГ.
10. Принцип роботи оптичних гіроскопів. Ефект Саньяка. Схеми оптичних гіроскопів.
11. Схема та принцип роботи кільцевого лазерного гіроскопа.
12. Переваги та недоліки лазерного гіроскопа. Ефект захоплення променів у лазерному гіроскопі та способи боротьби з ним. Роздільна здатність та діапазон вимірювань лазерного гіроскопа.
13. Схема та принцип роботи волоконно-оптичних гіроскопів (ВОГ).
14. Мінімальна конфігурація ВОГ. Замкнута схема ВОГ. Модель похибок ВОГ.
15. Будова і принцип роботи гіроскопа з електростатичним підвісом ротора. Джерела похибок в електростатичному гіроскопі. Гіроскоп з магнітним підвісом ротора. Переваги та недоліки магнітного підвісу ротора гіроскопа у порівнянні з електростатичним підвісом.
16. Ядерні гіроскопи. Фізичні основи створення ядерних гіроскопів. Методи визначення орієнтації. Позиційні ядерні гіроскопи. Ядерні датчики кутової швидкості. Потенційна точність ядерних гіроскопів та їх особливості.
17. Джозефсонівські гіроскопи. Стаціонарний і нестаціонарний ефекти Джозефсона у напівпровідниках. Принципи побудови кільцевих джозефсонівських гіроскопів і їх потенційні можливості.
18. Струйні гіроскопи. Іонні гіроскопи. Радіоізотопні гіроскопи.

Лабораторні роботи:

Основні завдання циклу лабораторних занять:

- поглиблення розуміння роботи новітніх типів акселерометрів, гіроскопів та систем на їх основі;
 - ознайомлення з зразками реальних акселерометрів та гіроскопів, з експериментальним дослідженням їх характеристик.
1. Експериментальне дослідження характеристик мікромеханічних акселерометрів.
 2. Експериментальне дослідження характеристик трьохосного блока акселерометрів.
 3. Експериментальне дослідження характеристик мікромеханічних датчиків кутової швидкості ADXRS610 виробництва фірми Analog Devices.
 4. Експериментальне дослідження характеристик мікромеханічних датчиків кутової швидкості LCG50-00500-100 виробництва фірми Systron Donner.
 5. Експериментальне дослідження характеристик твердотільного хвильового гіроскопа.
 6. Використання варіацій Аллана при дослідженні характеристик гіроскопів.

Кожна лабораторна робота розрахована на 3 заняття.

Контрольні роботи

Передбачено проведення модульної контрольної роботи. Контрольна робота проводиться на лабораторних заняттях у вигляді письмової роботи після вивчення теми 2.2 та теми 3.3:

Контрольна робота №1. Розрахунок вихідного сигналу чутливого елемента.

Контрольна робота №2. Оптичні гіроскопи.

5. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів передбачає закріплення знань за матеріалами лекцій та їх поглиблення, виконання модульної контрольної роботи згідно індивідуального завдання, самостійне вивчення окремих питань за рекомендованими навчально-методичними матеріалами. Також питання, що виносяться на самостійне опрацювання вказані в описі лекційних та лабораторних занять.

На самостійну роботу студентів виділяється 48 годин, з яких 6 годин - на підготовку до заліку, 2 години – на виконання модульної контрольної роботи, і 40 годин на опрацювання матеріалів лекцій, лабораторних робіт та навчальної літератури відповідно до структури дисципліни.

Політика та контроль

6. 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 про пропуск заняття з поважної причини чи у разі хвороби (підтвердити ксерокопією медичної довідки);
- при навчанні в дистанційному режимі: Zoom-конференція за посиланням:

<https://us02web.zoom.us/j/87370472782?pwd=bEVVaFFyS1BMeW4rZEE3NzVzUEExEUT09>

- **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 захисту лабораторних робіт:**

- захист проходить на практичному занятті (лабораторній роботі), студенти надсилаю оформлений протокол лабораторної роботи на електронну адресу викладача або через месенджер Telegram, а також приносять на заняття роздрукований зразок;
- у окремих випадках (за наявності документально підтверджених вагомих причин) допускається можливість індивідуального захисту;

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

- штрафні бали призначаються за несвоєчасне написання контрольних робіт та захист лабораторних робіт 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 одного заняття наступної лабораторної роботи (поточною вважається лабораторна роботи, 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 заняття наступної лабораторної роботи, 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»;

- **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.

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

Поточний контроль:

№	Назва контрольного заходу	Кількість	Ваговий бал	Усього
1	виконання та захист лабораторних робіт (лабораторні роботи №1-6 відповідно до п.5 «Методика опанування навчальної дисципліни силабусу)	6	14	84
3	контрольна робота	2	5	10
4	виконання завдань поточного контролю	2	3	6
5	Заохочувальні бали – до 5 балів.			
Усього:				100

Лаб. робота оцінюється у 14 балів:

- повне та вчасне виконання завдання без помилок – 14 балів;
- повне та вчасне виконання завдання з незначними помилками – 13-11,2 балів;
- повне виконання завдання з незначними помилками, але з запізненням виконання – 10 балів.
- неповне виконання завдання з помилками (без втрати цінності виконаної роботи), з запізненням виконання та захисту – 8,4 бали.
- робота не виконана або виконана із численними та грубими помилками – 0 балів.

Модульна контрольна робота складається контрольних робіт, кожна з яких оцінюється в 5 балів:

- повне виконання завдання без помилок – 5 балів;
- повне виконання завдання з незначними помилками – 4 бали;
- часткове виконання завдання, або виконання з суттєвими помилками – 3 бали;

- невиконання завдання – 0 балів.

Виконання завдань поточного контролю передбачає виконання коротких тестових контрольних завдань у кінці лекційних занять 7 та 14:

- повне виконання завдання без помилок – 3 бали;
- повне виконання завдання з незначними помилками – 2.4 бали;
- часткове виконання завдання, або виконання з суттєвими помилками – 1,8 балів;
- невиконання 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 не менш ніж 15 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 28 балів).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент матиме не менш 40 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 71 балів).

Семестровий контроль: Залік

Студент отримує позитивну залікову оцінку якщо його підсумковий рейтинг за семестр не менше 60 балів та він виконав умови допуску до семестрового контролю: виконання і захист усіх лабораторних робіт; позитивна оцінка з МКР.

Студенти, які бажають підвищити оцінку, можуть виконувати залікову контрольну роботу. Підсумковий рейтинг студента при написанні залікової контрольної роботи розраховуватиметься як сума половини балів, набраних за виконання та захист лабораторних робіт, та балів за залікову контрольну роботу, яка оцінюється у 58 балів. Залікова контрольна робота складається з трьох запитань: двох теоретичного характеру та одне практичне завдання. Кожне теоретичне питання оцінюється в 14 балів:

- незадовільна відповідь на теоретичне запитання - 0 балів;
- задовільна (правильно не менше 60%) відповідь на теоретичне запитання – 8,4-10 балів;
- добра відповідь на теоретичне запитання – 11-12 балів;
- відмінна відповідь на теоретичне запитання – 13-14 балів

Практичне завдання оцінюється в 30 балів:

- незадовільне, неправильне виконання завдання - 0 балів;
- часткове виконання завдання, або виконання з суттєвими помилками, але не менше 60% виконано правильно – 18-22 бали;
- повне виконання завдання з незначними помилками – 23-28 балів;
- відмінне, повне виконання завдання без помилок – 29-30 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

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

У рамках опанування дисципліни «Новітні прилади систем орієнтації та навігації» допускається можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри КІОНС, к.т.н., доц. Лакозою С.Л.

Ухвалено кафедрою комп'ютерно-інтегрованих оптичних і навігаційних системи (протокол № 14 від 06.07.2022 року)

Погоджено Методичною комісією приладобудівного факультету (протокол № 7/22 від 07.07.2022 року)