



# Волоконно-оптичні гіроскопи

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти *Перший (бакалаврський)*

Галузь знань	15 Автоматизація та приладобудування
Спеціальність	151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
Освітня програма	Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	4 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити (120 годин)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік / модульна контрольна робота, поточний контроль
Розклад занять	Згідно з розкладом на сайті <a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к. т. н., доцент Кучеренко Олег Костянтинович. Тел. 0663008009; e-mail: oleg.k.kucherenko@gmail.com Практичні: к. т. н., доцент Кучеренко Олег Костянтинович. Тел. 0663008009; e-mail: oleg.k.kucherenko@gmail.com
Розміщення курсу	<a href="https://do.ipk.kpi.ua/">https://do.ipk.kpi.ua/</a>

### Програма кредитного модуля

#### 1. Опис освітнього компонента, його мета, предмет вивчення та результати навчання

Мета дисципліни вивчення принципу дії і основних характеристик волоконно-оптичного гіроскопа (ВОГ), як перспективного чутливого елемента сучасних навігаційних систем. В дисципліні вивчаються: принцип дії і основні типи волоконно-оптичних гіроскопів; елементна база цих пристроїв; фактори, що впливають на точність і чутливість ВОГ; методи підвищення точності і чутливості ВОГ; основні тенденції розвитку ВОГ. Результатом навчання є використання отриманих студентами знань в курсовому, дипломному проектуванні, а також в практичній діяльності на підприємствах по розробці сучасних навігаційних систем.

Метою кредитного модуля є формування у студентів здатностей:

- розбиратися в принципі дії ВОГ;
- аналізувати вплив зовнішніх факторів на точність і чутливість ВОГ;
- пропонувати методи підвищення точності і чутливості ВОГ;
- фахово вибирати елементну базу при проектуванні ВОГ;
- пропонувати певні варіанти конструкцій ВОГ в залежності від призначення інерціальної системи навігації.

### Основні завдання дисципліни.

Після засвоєння дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання.

#### **ЗНАННЯ:**

- а) принципу дії ВОГ;
- б) факторів, що впливають на точність і чутливість ВОГ;
- в) принципів обмежень чутливості ВОГ;
- г) характеристик елементної бази, що використовується при проектуванні ВОГ;
- д) засобів боротьби з завадами, що впливають на точність і чутливість ВОГ;
- е) перспективних напрямків розвитку ВОГ, як чутливих елементів сучасних навігаційних систем.

#### **УМІННЯ:**

- а) робити необхідні розрахунки при проектуванні ВОГ;
- б) вибирати елементну базу ВОГ в залежності від призначення інерціальної навігаційної системи;
- в) користуватися сучасними програмами для проектування ВОГ;
- г) пропонувати нові напрямки в удосконаленні конструкції ВОГ;

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

Дисципліна базується на знаннях, які отримали студенти при вивченні 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**

Тема 1. ВОГ як чутливий елемент інерціальної навігації Принцип дії ВОГ.

Тема 2. Узагальнена модель шумів і нестабільностей ВОГ, межа чутливості ВОГ, мінімальна конфігурація ВОГ.

Тема 3. Елементна база ВОГ.

Тема 4. Аналіз факторів, що впливають на точність і чутливість ВОГ.

Тема 5. Методи підвищення точності і чутливості ВОГ.

Тема 6. Основні тенденції розвитку ВОГ.

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

1. **Кучеренко О. К. Волоконно-оптичні гіроскопи.** [Електронний ресурс] :навчальний посібник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», за освітньою програмою «Комп'ютерно-інтегровані системи і технології в приладобудуванні». – Електронні текстові дані (1 файл : 3,68 МБ). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 106 с. – <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/54613>

2. **Кучеренко О.К. Волоконно-оптичні датчики для автоматизованих інформаційних і інтелектуальних систем.** [Електронний ресурс] : підручник для студентів

спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані системи та технології» спеціалізації «Комп'ютерно-інтегровані оптико-електронні системи і технології». – Електронні текстові дані (1 файл: 14,3 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 113 с. – <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47620>

3. **Волоконна і інтегральна оптика.**[Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані системи та технології» спеціалізації «Комп'ютерно-інтегровані оптико-електронні системи і технології» О. К. Кучеренко КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 21,5 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, , 2017. – 216стор. (протокол №5 Вченої ради КПІ ім. Ігоря Сікорського від 15.05.17р.).

## Навчальний контент

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

Основні форми навчання - лекції, практичні заняття, модульна контрольна робота, самостійна робота студентів.

#### Лекційні заняття

Лекція 1. ВОГ як чутливий елемент інерціальної навігації.

Лекція 2. Принцип дії ВОГ.

Лекція 3. Принцип взаємності і реєстрація фази у ВОГ.

Лекція 4. Узагальнена модель шумів ВОГ.

Лекція 5. Фактори нестабільностей ВОГ.

Лекція 6. Мінімальна конфігурація ВОГ.

Лекція 7. Волокно для контура ВОГ.

Лекція 8. Випромінювачі для ВОГ.

Лекція 9. Широкополосні джерела світла для ВОГ.

Лекція 10. Фотодетектори для ВОГ.

Лекція 11. Інтегральні та інші елементи для ВОГ.

Лекція 12. Вплив зворотного Релеївського розсіювання на точність і чутливість ВОГ.

Лекція 13. Вплив ефекта Керра на точність і чутливість ВОГ.

Лекція 14. Вплив температурних градієнтів та механічних напруг на точність і чутливість ВОГ.

Лекція 15. Конструктивні і алгоритмічні методи боротьби з температурним дрейфом у ВОГ.

Лекція 16. Вплив зовнішнього магнітного поля на точність і чутливість ВОГ. Деполяризовані ВОГ.

Лекція 17. Межа чутливості ВОГ і засоби підвищення точності і чутливості ВОГ.

Лекція 18. Перспективні напрямки розвитку ВОГ для інерціальних систем навігації.

#### Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять - це поглиблення теоретичних знань та отримання навичок по деяким специфічним методам розрахунку ВОГ. Задачі, які винесені на практичні заняття, охоплюють основні розділи дисципліни.

1. Ввідне заняття. Ознайомлення студентів з темами практичних занять. Видача завдань на модульну контрольну роботу.

2. Розв'язок задач пов'язаних з інтерференційними явищами у ВОГ.

3. Розв'язок задач пов'язаних з когерентністю джерел випромінювання для ВОГ.

4. Розв'язок задач пов'язаних з впливом поляризаційних ефектів на точність і чутливість ВОГ.
5. Розрахунок характеристик елементної бази для ВОГ.
6. Розв'язок задач по оцінці впливу завод на точність і чутливість ВОГ.
7. Розв'язок задач по оцінці потенційної чутливості ВОГ.
8. Розв'язок задач по тепловому дрейфу ВОГ
9. Захист модульної контрольної роботи.

#### **Індивідуальні завдання:**

Індивідуальні завдання передбачають розв'язання практичних завдань для закріплення теоретичного матеріалу та підготовки до практичних занять.

Модульна контрольна робота виконується онлайн. Кожному студенту видається індивідуальне завдання, яке складається з теоретичної частини та задач, приклади яких розв'язувалися на практичних заняттях.

#### **6. Самостійна робота студента/аспіранта**

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

#### **Політика та контроль**

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

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

- **правила відвідування занять:**

Відвідування лекцій і практичних занять є обов'язковим. Пропущені заняття мають бути відпрацьовані самостійно і здані викладачу під час консультацій.

- **правила виконання завдань на практичних заняттях**

**а) правила проведення практичних занять:**

під час практичного заняття проводиться опитування студентів по теоретичним питанням винесеним на практичне заняття, розглядаються приклади задач пов'язані з темою, наприкінці студенти отримують задачі для самостійного розв'язку, які повинні надіслати для перевірки викладачу до зазначеного терміну;

**б) правила призначення заохочувальних та штрафних балів:**

- штрафні бали призначаються за несвоєчасне відпрацювання пропущеного практичного заняття; заохочувальні за виконання ускладнених завдань.

**в) політика дедлайнів та перескладань:**

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

- вчасним перескладання 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 перескладання 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»

**г) 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.

**д) політика округлення рейтингових балів:**

○ округлення рейтингового балу відбувається до цілого числа;

**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 практичних занять	8	8	64
2	Виконання та захист модульної контрольної роботи	1	36	36
Усього:				100

Шкала оцінювання завдань отриманих на практичних заняттях:

– повністю вірно виконана, оформлена робота, правильні відповіді на запитання – 8 балів;

– вірне виконання, оформлення з незначними недоліками, відповіді з незначними неточностями (вірне виконано більше 75% завдання) – 6-7 балів;

– роботу виконано з суттєвими недоліками, але вірно виконано більше 60% завдання – 5 балів

– робота не виконана/ вірно виконано менше 60% завдання - 0 балів.

Шкала оцінювання модульної контрольної роботи:

– повністю вірне виконання завдання – 26-28 бали;

– вірне виконання завдання з незначними неточностями (вірне виконано більше 75% завдання) – 20-25 бали;

– вірно виконано більше 60% завдання, але є суттєві недоліки – 16-19 балів;

– задання не виконано/ вірно виконано менше 60% завдання - 0 балів.

Умовою допуску до заліку: оцінка з модульної контрольної роботи не менше 16 балів, отримання позитивних оцінок з 8 практичних робіт.

Студенти, які виконали МКР, отримали позитивні оцінки з 8 практичних робіт, але набрали менше 60 балів, або які бажають підвищити оцінку, за бажанням можуть взяти участь у заліковій контрольній роботі.

Залікова контрольна робота складається з трьох запитань практичного характеру, відповідь на кожне питання оцінюється в 10 балів. Кожне теоретичне запитання залікової контрольної роботи оцінюється у 10 балів за такими критеріями:

- повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд, не використовувались будь-які сторонні джерела інформації – 10 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або незначні неточності – 8-9 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та деякі помилки – 6 – 7 балів;
- відповідь відсутня, або незадовільна відповідь (менше 60% потрібної інформації) – 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)**

**Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль:**

1. Які питання вирішуються за допомогою інерціальної навігації?
2. Що входить до складу систем інерціальної навігації і які функції цих складових?
3. В чому відмінність платформних і без платформних систем інерціальної навігації?
4. Які основні типи платформних систем інерціальної навігації?
5. Яке призначення і основні властивості гіроскопів і акселерометрів?
6. Які переваги і недоліки без платформних систем інерціальної навігації?
7. Які параметри ВОГ впливають на визначення фази Саньяка?
8. У чому основні переваги ВОГ?
9. У чому переваги ВОГ у порівнянні з КЛГ?
10. Як за допомогою кінематичної теорії пояснити ефект Саньяка для замкнутого контуру довільної форми?
11. Як за допомогою кінематичної теорії пояснити ефект Саньяка для замкнутого контуру ідеальної форми?
12. Як пояснити ефект Саньяка за допомогою доплерівського зсуву частоти?

13. Які основні співвідношення характеризують роботу ВОГ при використанні різних конструктивних параметрів приладу?
14. Як визначаються втрати на розсіювання у світловоді?
15. Як визначається різниця фаз поширення зустрічних хвиль у ВОГ?
16. Як підвищити чутливість вимірювання фази Саньяка?
17. Яке призначення модуляторів і поляризаторів у ВОГ?
18. Методи підвищення чутливості ВОГ.
19. Пояснити принцип дії функціональної схеми мінімальної конфігурації ВОГ.
20. Які геометричні характеристики світловодів для ВОГ?
21. Які параметри дисперсії одномодових світловодів?
22. Як визначити втрати на поглинання у одномодовому світловоді?
23. Які поляризаційні і фазові властивості волокон для ВОГ?
24. Яка структура і принцип дії інтегральних елементів для ВОГ?
25. Які типи і характеристики волокон з подвійним променезаломленням?
26. Пояснити природу і вплив дробового шуму на похибку вимірювання кутової швидкості ВОГ.
27. Пояснити природу і вплив Релеївського відбиття на похибку вимірювання кутової швидкості ВОГ.
28. Як температура впливає на конструктивні параметри і похибку вимірювання кутової швидкості у ВОГ.
29. Пояснити природу і вплив зовнішнього магнітного поля на похибку вимірювання кутової швидкості ВОГ.
30. В чому зміст і методи забезпечення принципу взаємності у ВОГ?
31. Пояснити принцип дії схем з невзаємним і взаємним фазовими модуляторами.
32. Пояснити принципи прямокутної і синусоїдальної модуляції сигналу у ВОГ.
33. Пояснити принцип дії замкненої схеми обробки сигналу у ВОГ
34. В чому переваги ВОГ на деполяризованому випромінюванні?

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

**Складено**

*Доцентом, к.т.н., доцентом Кучеренко Олегом Костянтиновичем*

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

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