



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 http://rozklad.kpi.ua/
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	https://do.ipk.kpi.ua/

Програма кредитного модуля

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

В дисципліні буде вивчатися: принцип дії і основні типи волоконно-оптичних і інтегрально-оптичних гіроскопів; елементна база цих пристроїв; фактори, що впливають на дрейф сигналу і точність волоконно-оптичних гіроскопів; методи підвищення точності; алгоритми обробки інформації для забезпечення достатньої точності; способи використання волоконно-оптичних гіроскопів середньої і високої точності в безплатформених інерціальних навігаційних системах.

Метою дисципліни є підсилення у студентів здатностей:

ФК 14 Здатність до розрахунку, проектування та конструювання у відповідності з технічним завданням типових систем, приладів, деталей та вузлів на схемотехнічному та елементному рівнях з використанням засобів комп'ютерного проектування;

а також формування здатностей:

а) розуміння принципів функціонування волоконно-оптичних гіроскопів, особливостей та можливостей їх використання при розробці безплатформених навігаційних систем;

б) свідомого та цілеспрямованого втілення теоретичних знань для проектування волоконно-оптичних гіроскопів в автоматизованих навігаційних системах;

в) здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерно-інтегрованими технологіями для вирішення професійних завдань проектування волоконно-оптичних гіроскопів;

г) здатність обґрунтовувати вибір технічної структури автоматизованого комплексу для вирішення навігаційної задачі з використанням волоконно-оптичного гіроскопа.

Основні завдання освітнього компонента:

Згідно з вимогами студенти після засвоєння дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

ПРН 16 Вміти розраховувати, розробляти конструкцію та проектувати елементи й механічні вузли приладів і пристроїв автоматизованих систем;

а також:

знання:

а) знати принцип дії, конструкцію і властивості ВОГ;

б) знати властивості і особливості застосування елементної бази ВОГ;

в) знати способи компенсації шумів і нестабільностей у ВОГ;

г) знати принципи побудови структурних схем навігаційних систем різного призначення з використанням ВОГ.

уміння:

а) аналізувати фактори шумів і нестабільностей ВОГ з метою підвищення їх чутливості;

б) вибирати елементну базу в залежності від вимог до характеристик ВОГ;

в) уміння аналізувати роботу основних вузлів волоконно-оптичних гіроскопів та зіставляти їх роботу з фізичними процесами, на яких ґрунтується їх робота;

г) вибирати схему і конструкцію ВОГ в залежності від вимог до інерціальної системи навігації.

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

Розділ 1. Принцип дії і властивості ВОГ.

Тема 1. Принцип дії ВОГ.

Тема 2 Принцип взаємності і реєстрація фази у ВОГ.

Тема 3. Узагальнена модель шумів і нестабільностей, межа чутливості ВОГ.

Тема 4. Мінімальна конфігурація ВОГ.

Розділ 2. Властивості елементної бази ВОГ.

Тема 5. Волокно для контура ВОГ.

Тема 6. Джерела випромінювання для ВОГ.

Тема 7. Широкополосні джерела світла для використання у ВОГ.

Тема 8. Фотодетектори для ВОГ.

Тема 9. Інтегральні та інші елементи для ВОГ.

Розділ 3. Способи компенсації шумів і нестабільностей у ВОГ.

Тема 10. Вплив зворотнього Релеївського розсіювання на чутливість ВОГ.

Тема 11. Вплив ефекта Керра на точність ВОГ.

Тема 12. Вплив температурних градієнтів та механічних напруг на чутливість ВОГ

Тема 13. Вплив зовнішнього магнітного поля.

Розділ 4. Особливості конструкцій і основні тенденції розвитку ВОГ.

Тема 15. Деполяризовані ВОГ...

Тема 16. ВОГ середньої точності, високоточні ВОГ. ВОГ побудовані на інтегральних схемах.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. **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»/ О. К. Кучеренко КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 14,3 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 113 с. (протокол №10 Вченої ради КПІ ім. Ігоря Сікорського від 13.12.2021р)

2. **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.).

Допоміжна

1. **Розрахунок і конструювання оптичних приладів.** Частина 1. «Принципи конструювання і точність оптичних приладів»[Електронний ресурс] : підручник 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: 21,2 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 194 с. (протокол №6 Вченої ради КПІ ім. Ігоря Сікорського від 06.04.2018р)

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

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

Лекційні заняття

Лекція 1. Інерціальна навігація. Платформні і бесплатформні системи.

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 зворотнього Релеївського розсіювання на чутливість ВОГ.

Лекція 13. Вплив ефекта Керра на точність ВОГ.

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

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

Лекція 16. Вплив зовнішнього магнітного поля.

Лекція 17. Деполяризовані ВОГ.

Лекція 18. ВОГ середньої точності, високоточні ВОГ. ВОГ побудовані на інтегральних схемах.

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. Розрахунок параметрів когерентності випромінювачів, що використовуються у ВОГ.
2. Розв'язок задач пов'язаних з інтерференційними явищами у ВОГ.
3. Оцінка поляризаційних ефектів у ВОГ.
4. Розрахунок параметрів світловодів для ВОГ.
5. МКР (частина 1)
6. Оцінка параметрів нестабільностей і точності ВОГ.
7. Розрахунок параметрів акустооптичних модуляторів для ВОГ з гетеродинаванням.
8. Розв'язок задач по тепловому дрейфу волоконно-оптичних гіроскопів.
9. МКР (частина 2)

Індивідуальні завдання:

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

Модульна контрольна робота виконується офлайн, або онлайн під час практичного заняття в два етапи. На першій етап модульної контрольної роботи виносяться два теоретичних питання з розділів 1-2, а саме: когерентність джерел випромінювання для ВОГ, інтерференційні явища у ВОГ, поляризаційні ефекти у ВОГ, розрахунок параметрів волоконних світловодів для ВОГ і одна практична задача по вказаним темам. На другий етап модульної контрольної роботи виносяться два теоретичних питання з розділів 3-4, зокрема: оцінка параметрів нестабільностей і розрахунок похибок ВОГ, розрахунок параметрів акустооптичних модуляторів для ВОГ, тепловий дрейф ВОГ і одна практична задача з названих тем.

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 силябусу 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 контролю 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 завдань отриманих на практичних заняттях	9	8	72
2	Виконання та захист модульної контрольної роботи	1	28	28
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 не точностями (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 замкненого контуру довільної форми?
11. Як за допомогою кінематичної теорії пояснити ефект Саньяка для замкненого 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 сінусоїдальної модуляції сигналу у ВОГ.

33. Пояснити принцип дії замкненої схеми обробки сигналу у ВОГ
34. Як працює схема ВОГ з оптичним гетеродином?
35. Пояснити принцип дії акустооптичного модулятора.
36. Як визначити частоту модуляції акустооптичного модулятора для замкненої схеми ВОГ?
37. В чому переваги ВОГ на деполяризованому випромінюванні?

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено

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

Ухвалено кафедрою комп'ютерно- інтегрованих оптичних та навігаційних систем (протокол № ____ від ____ . ____ .2023 року)

Погоджено Методичною комісією приладобудівного факультету (протокол № _____ від ____ . ____ .2023 року)