



ЧУТЛИВІ ЕЛЕМЕНТИ СИСТЕМ АВІОНІКИ-1. ГІРОСКОПИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>17 Електроніка та телекомунікації</i>
Спеціальність	<i>173 Авіоніка</i>
Освітня програма	<i>Системи керування літальними апаратами та комплексами</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 рік, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити (120 год)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен</i>
Розклад занять	<i>Rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: доктор технічних наук, професор Збруцький Олександр Васильович, тел. +044-2048224, e-mail: zbrutsky@cisavd.kpi.ua Практичні / Семінарські: доктор технічних наук, професор Збруцький Олександр Васильович, тел. +044-2048224, e-mail: zbrutsky@cisavd.kpi.ua
Розміщення курсу	<i>Платформа «Сікорський»</i>

Програма навчальної дисципліни

Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Кредитний модуль “Чутливі елементи систем авіоніки-1. ГІРОСКОПИ” дисципліни “Чутливі елементи систем авіоніки” (ПО5) формує теоретичні знання та практичні навички студентів з теорії, дослідження, випробувань та використання сучасних чутливих елементів (ЧЕ) систем керування літальними апаратами (СКЛА): мікромеханічних гіроскопів (ММГ), волоконно-оптичних гіроскопів (ВОГ), динамічно настроюваних гіроскопів, твердотільних хвильових гіроскопів.

Студенти засвоюють методологію та технологію застосування різних принципів та підходів в дослідженні та викокистанні чутливих елементів, отримують досвід коректного визначення параметрів систем для реалізації заданих в технічному завданні необхідних характеристик навігаційних систем з урахуванням особливостей їх застосування.

1. Мета та завдання дисципліни

1.1. Метою дисципліни є формування у студентів наступних здатностей (загальних та фахових компетентностей) згідно із освітньою програмою:

- Здатність працювати з інформацією: знаходити, оцінювати й використовувати інформацію з різних джерел, необхідну для рішення наукових і професійних завдань (ЗК2);
- Здатність розробляти, аналізувати та використовувати інформаційно-вимірювальні пристрої, навігаційні системи та приводи систем керування (ЗК8);
- Здатність розробляти, аналізувати та використовувати системи керування літальними апаратами та їх чутливі елементи (ФК7);
- Здатність планувати та проводити випробування технічних систем (ФК13);
- Здатність виконувати розробку елементів авіоніки, оформлювати та захищати її результати (ФК14);

1.2. Основні завдання навчальної дисципліни.

Згідно з вимогами освітньої програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі **знання та уміння**:

- методів математичного опису і моделювання фізичних процесів в системах керування літальних апаратів (ЗН4).
- знаходити, оцінювати й використовувати інформацію з різних джерел, необхідну для рішення наукових і професійних завдань (УМ1).
- розробляти конструкторську документацію, в тому числі за допомогою комп'ютерних програм (УМ2).
- розробляти, аналізувати та використовувати інформаційно-вимірювальні пристрої, навігаційні системи та приводи систем керування (УМ5).
- розробляти, аналізувати та використовувати системи керування літальними апаратами та їх чутливі елементи (УМ11).

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

Для опанування кредитного модулю дисципліни «Чутливі елементи систем авіоніки» необхідні знання і вміння, які студенти отримують під час вивчення дисциплін: вища математика (З07), фізика (З08), технічна механіка (З14), електротехніка (З013), (НП-07), (ЗП-04), електроніка і основи схемотехніки (З015), теорія автоматичного керування (З016), інформаційно-вимірювальні пристрої (П03).

Знання і вміння, які студенти отримують в процесі вивчення дисципліни «Чутливі елементи систем авіоніки», є базовим для вивчення наступних навчальних

дисциплін спеціальності: основи будови систем керування ЛА (ПО8), системи керування літальних апаратів (ПО1), системи орієнтації ЛА (ПО4), пілотажно-навігаційні комплекси ЛА (ПО5) за спеціальністю 173 Авіоніка.

Зміст навчальної дисципліни

Таблиця 1

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні	Лабораторні	СРС
Розділ 1. Теорія гіроскопів Тема 1. Наближена теорія гіроскопів. Загальні відомості про чутливі елементи систем навігації, орієнтації та керування рухом ЛА та вирішувані ними задачі. Призначення і основні завдання, які вирішують чутливі елементи в СК ЛА. Основне рівняння наближеної теорії гіроскопів. Тема 2. Кінематика гіроскопа в кардановому підвісі. Параметри визначення положення тіла в просторі. Напрямні косинуси. Тема 3. Рівняння руху гіроскопів. Методи складання. Види рівнянь, що застосовуються при дослідженні гіроскопів.	44	10	-	8	26
Розділ 2. Гіроскопічні чутливі елементи Тема 1. Гіроскоп в кардановому підвісі. Рух на нерухомій та рухомій основі. Рух під дією постійних моментів. Передатні функції Тема 2. Гіроскопічні тахометри Тема 3. Інтегруючі гіроскопи. Форсуючий гіроскоп. Гіроширот. Гірокомпас.	44	8	-	10	26
Модульна контрольна робота	2	-	-	-	2
Екзамен	30				30
Всього годин	120	18		18	84

Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Збруцький О.В. та ін. Гірокомпаси для навігації та наведення. – КА.-2017.-198с.
2. Лазарєв Ю. Ф., Бондар П. М. Основи теорії чутливих елементів систем орієнтації. Підручник. – К.: , 2009. – 626 с.
3. Павловский М.А. Теория гироскопов - Киев. Вища школа. 1986. -328с.

Додаткова література:

1. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи “ Дослідження роботи динамічно настоюваного гіроскопа ” з курсу “Чутливі елементи гіроінерціальних систем” /Укл. О.В. Збруцький , О.П. Мариношенко, В.О. Кулик – К.: НТУУ “КПІ”, 2008. – 40с.

2. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи “ Дослідження похибок мікромеханічних гіроскопів ” з курсу “Чутливі елементи гіроінерціальних систем” /Укл. О.В. Збруцький , О.П. Мариношенко, В.О. Кулик – К.: НТУУ “КПІ”, 2008. – 20с.

3. Шереметьев А.Г. Волоконный оптический гироскоп – М.: Радио и связь. 1987. – 151с.

Навчальний контент

Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Таблиця 2

№	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Призначення і основні завдання, які вирішують чутливі елементи в СК ЛА. Принцип роботи гіроскопів. Основне рівняння наближеної теорії гіроскопів. Гіроскопічний момент. Кутова швидкість прецесії та її визначення. Література: [1.3] с.8-12 Завдання на СРС. Гіроскопічний момент. Гіроскопічний ефект в авіації.
2	Види підвісів твердого тіла: кардановий (зовнішній та внутрішній), пружний, сферичний (пневмо- та гідро – статичні та динамічні, електростатичний, електромагнітний, криогенний). Кінематика гіроскопа в кардановому підвісі. Параметри визначення положення тіла в просторі. Основна формула сферичної геометрії. Матриці напрямних косинусів. Способи її визначення Література: [1.3] с. 19–28 Завдання на СРС. Матричний спосіб визначення напрямних косинусів.
3	Карданова похибка. Методи її визначення в гіроскопах. Матричний спосіб визначення карданової похибки. Література: [1.3] с. 14-22. Завдання на СРС. Визначення карданової похибки гіроскопа при вимірюванні кута курсу ЛА
4	Рівняння руху гіроскопів. Методи складання. Види рівнянь, що застосовуються при дослідження гіроскопів. Форми запису основних теорем динаміки в рухомих системах координат. Точні рівняння. Технічні рівняння руху гіроскопа. Лінеаризовані рівняння руху. Прецесійні рівняння руху. Метод кінетостатики Література: [1.3] с. 39–45. Завдання на СРС. Технічні рівняння руху 3-х та 2-х степеневих гіроскопів.
5	Вільні та затухаючі коливання гіроскопа. Нутація. Рівняння вільних коливань. Явище нутації. Частота нутації. Рух гіроскопа під дією постійних моментів. Прецесія. Кутова швидкість дрейфу. Література: [1.1] с.48–53. Завдання на СРС. Визначення кутової швидкості прецесії 3-х степеневого гіроскопа.
6	Рух гіроскопа на основі, що рівномірно обертається. Аналіз руху по лінеаризованим рівнянням руху. Закон руху на основі, що рівномірно обертається. Передатні функції гіроскопа. Аналіз руху по лінеаризованим рівнянням руху. Порівняння з законом прецесійного руху. Закон руху на основі, що рівномірно обертається. Передатні функції

	гіроскопа. Література: [1.1] с. 54–66. Завдання на СРС. Порівняння руху гіроскопа на основі, що рівномірно обертається, з законом прецесійного руху.
7	Двохступеневий гіротахометр. Принцип роботи. Рівняння руху. Перехідна функція. Амплітудно-частотна та фазочастотна характеристики. Їх оптимізація. Передатна функція. Основні похибки. Способи їх знаходження. Компенсаційні гіротахометри Література: [1.2] с.135-141. Завдання на СРС. Наземний гірокомпас.
8	Компенсаційні гіротахометри. Синтез контуру компенсації Завдання на СРС. Гіроширот.
9	Інтегруючі гіроскопи. Форсуний гіроскоп. Принцип роботи. Рівняння руху. Похибки інтегруючого гіроскопа Завдання на СРС. Гіроорбітант.

Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять – закріпити у студентів, шляхом практичного виконання лабораторних робіт на лабораторному обладнанні та реальних пристроях що вивчаються, теоретичних положень кредитного модуля, та дати студентам певні вміння виконання експериментальних досліджень та обробки отриманих результатів за напрямом підготовки.

Таблиця 3

№	Назва теми лабораторного заняття	Годин
1	Вивчення конструкції гіроскопів в кардановому підвісі	4
2	Дослідження прецесійного руху та нутаційних коливань триступеневого гіроскопа	4
3	Дослідження карданової похибки 3-х ступеневого гіроскопа	4
4	Дослідження конструкції та роботи наземного гірокомпаса	4
5	Вивчення конструкції та принципу роботи 3-х ступеневого гіроскопа ракетної системи керування	2

Політика та контроль

Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) полягає в підготовці до аудиторних занять, ознайомлення з тематичною літературою, виконанням самостійних робіт. Об'єм та тематика самостійної роботи наведені в Табл. 2 .

Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика виставлення оцінок (пропущені заняття, відпрацювання пропусків): кожна оцінка виставляється відповідно до розроблених викладачем та заздалегідь оголошених аспірантам критеріїв, а також мотивується в індивідуальному порядку на вимогу аспіранта; у випадку невідпрацювання аспірантом усіх передбачених занять до екзамену він не допускається; пропущені заняття обов'язково мають бути відпрацьовані. Форму і час відпрацювання аспірант та викладач взаємо погоджують.

Політика академічної поведінки та доброчесності (плагіат, поведінка в аудиторії): конфліктні ситуації мають відкрито обговорюватись в академічних групах з викладачем, необхідно бути взаємно толерантним, поважати думку іншого. Плагіат та інші форми нечесної роботи

неприпустимі. Недопустимі підказки і списування у ході семінарських занять, контрольних роботах, на екзамені.

Норми академічної етики: дисциплінованість; дотримання субординації; чесність; відповідальність; робота в аудиторії з відключеними мобільними телефонами.

Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Для ефективної перевірки рівня засвоєння здобувачами вищої освіти знань, умінь і навичок з навчальної дисципліни використовуються наступні методи і форми контролю:

- метод усного контролю: основне запитання, додаткові, допоміжні; запитання у вигляді проблеми; індивідуальне, фронтальне та комбіновані опитування;
- метод письмового контролю;
- метод тестового контролю;
- практичний контроль.

Поточний контроль здійснюється на кожному практичному занятті відповідно до конкретних цілей теми з метою перевірки ступеню та якості засвоєння матеріалу. На всіх заняттях застосовується об'єктивний контроль теоретичної підготовки та засвоєння практичних навичок. В процесі поточного контролю оцінюється самостійна робота студента щодо повноти виконання завдань, рівня засвоєння навчальних матеріалів, оволодіння практичними навичками аналітичної, дослідницької роботи та ін.

Результати поточного контролю заносяться в Систему Кампус КПІ Імені Ігоря Сікорського.

Підсумковий контроль – контроль навчальних досягнень здобувачів вищої освіти з метою оцінки якості освоєння ними програми навчальної дисципліни, що проводиться в період семестрової атестації у формі екзамену. Мета підсумкового контролю – виявити засвоєння навчальної дисципліни в цілому, розуміння навчального матеріалу, взаємозв'язок змісту навчального матеріалу, логіку його засвоєння тощо.

Підсумковий контроль здійснюється у формі екзамену відповідно до освітньої програми, індивідуального плану здобувача вищої освіти і робочого навчального плану, розроблених на основі ОНП спеціальності. На цьому етапі підводиться підсумок вивчення та засвоєння дисципліни, навиків використання отриманих знань.

Підсумковий контроль у формі екзамену проводиться за розкладом заліково-екзаменаційної сесії.

Результати підсумкового контролю заносяться в Систему Кампус КПІ Імені Ігоря Сікорського.

До підсумкового контролю допускаються аспіранти, які виконали передбачену навчальним планом програму та набрали кількість балів, не меншу за мінімальну. Аспіранту, який з поважної причини мав пропуски навчальних занять, вносяться корективи до індивідуального навчального плану і дозволяється відпрацювати академічну заборгованість до певного визначеного терміну.

Підсумковий контроль проводиться за змішаною формою – письмово-усна і включає контроль теоретичної та практичної підготовки.

Рейтинг здобувача вищої освіти з навчальної дисципліни розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 56 бали складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- роботу на практичних заняттях ;
- виконання розрахункової роботи.

Критерії нарахування балів

Робота на практичних заняттях:

- активна творча робота – 3 бали;
- плідна робота – 2 бал;
- пасивна робота – 0 балів.

Виконання розрахункової роботи:

- роботу написано бездоганно – 50 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 45 балів;

- роботу виконано з певними помилками –35 балів;
 - роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0 балів.
- На екзамені здобувачі вищої освіти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить одне теоретичне запитання (завдання) і одне практичне. Кожне запитання (завдання) оцінюється у 23 бали за такими критеріями:
- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв’язування завдання) – 21-23 бали;
 - «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або є незначні неточності (повне розв’язування завдання з незначними неточностями) – 17-20 балів;
 - «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 13-16 балів;
 - «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.
- Сума стартових балів та балів за залікову контрольну роботу переводиться до згідно з таблицею:

Таблиця 4 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

Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Оскільки дана дисципліна відноситься до сучасних, то з метою підвищення ефективності її викладання застосовуються поряд з традиційними методиками викладання також і матеріали у вигляді презентацій провідних підприємств України в галузі систем навігації та роботизованих систем.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором, д.т.н. Збруцьким Олександром Васильовичем

Ухвалено кафедрою СКЛА (протокол № 16 від 12.05.2021 р.)

Погоджено Методичною комісією ІАТ (протокол № від __.__.2021 р.)