



Основи будови систем керування літальних апаратів-1. Системи керування літальних апаратів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалавр)</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>4 рік, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>2,5 кредити (75 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: кандидат технічних наук, доцент Бурнашев Віталій Віталійович, тел. +044-2048224, e-mail: vvvburnashev@gmail.com Лабораторні: кандидат технічних наук, доцент Бурнашев Віталій Віталійович, тел. +044-2048224, e-mail: vvvburnashev@gmail.com
Розміщення курсу	<i>Платформа «Сікорський»</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Кредитний модуль «Основи будови систем керування літальних апаратів-1. Системи керування літальних апаратів» відноситься до обов'язкових навчальних дисциплін.

Мета та завдання дисципліни

Метою дисципліни є формування у аспірантів наступних здатностей згідно із освітньо-професійною програмою:

Метою кредитного модуля є формування у студентів здатностей:

- здатність до математичного опису і моделювання фізичних процесів в системах керування літальних апаратів (ЗК10);
- синтезувати і аналізувати системи автоматичного керування (ЗК11);
- здатність до аналізу та синтезу систем керування літальних апаратів (ФК4);
- здатність розробляти авіоніку літальних апаратів та системи наземних комплексів із використанням інформаційних технологій (ФК5);
- здатність проектувати прилади та системи авіоніки із використанням автоматизованих систем (ФК6);

- здатність оцінювати технічні характеристики систем та пристроїв авіоніки (ФК8);
- здатність розробляти математичні моделі руху літальних апаратів, використовуючи аеродинаміку та теорію польоту (ФК11).

Основні завдання навчальної дисципліни.

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

- розробляти математичні моделі літальних апаратів як об'єктів керування (PH15);
- вміти розробляти, аналізувати та використовувати системи керування літальними апаратами (PH28);
- вміння використовувати методи математичного опису і моделювання фізичних процесів в системах керування літальних апаратів (PH23);
- вміння досліджувати багатовимірні, стохастичні та нелінійні динамічні системи на стійкість, визначати якість керування та синтезувати коригуючі пристрої лінійних неперервних систем (PH32).

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

Дисципліни, що забезпечують початкову підготовку до навчання: ПО 6 «Чутливі елементи систем авіоніки», ЗО 19 «Теорія автоматичного керування», ЗО 15 «Основи авіації та космонавтики».

Дисципліна забезпечує дисципліни «Основи будови систем керування літальних апаратів-2. Програмне забезпечення», ПО 11 «Дипломне проектування».

Зміст навчальної дисципліни

Таблиця 1

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні	Лабораторні	СРС
1	2	3	4	5	6
Тема 1. Вступ. Класифікація літальних апаратів та систем керування.	2	2			
Тема 2. Літальний апарат, як об'єкт керування	10	6		3	1
Тема 3. Рульовий привід, як виконавчий елемент автоматичного керування літального апарату	4	4			
Тема 4. Стійкість і керованість руху літака	11	6		3	2
Тема 5. Автоматичні системи поліпшення стійкості та керованості літальних апаратів	12	7		3	2
Контрольна робота	6	2			4
<i>Екзамен</i>	30				30
Всього годин	75	27		9	39

Навчальні матеріали та ресурси

1. Основна література

- 1.1. Красовский А.А. Вавилов Ю.А. Сучков А.И. Системы автоматического управления летательных аппаратов . М. ВВИА им.Н.Е. Жуковского , 1986.
- 1.2. Асланян А.Э. Системы автоматического управления полетом летательных аппаратов . К. КВВИАУ, 1984 ч I.
- 1.3. Есаулов С.Ю. Бахов О.П. Дмитриев И.С. Вертолет как объект управления. М. Машиностроение , 1977.
- 1.4. Вавилов Ю.А. Кашин Г.Н. Козлов М.С. Системы автоматического управления самолетами и ракетными комплексами. М. ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1969.
- 1.5. Лебедев А.А. Чернобровкин Л.С. Динамика полета беспилотных летательных аппаратов . М. Машиностроение , 1973 .
- 1.6. Павловский М.Л. Горбулин . Клименко О.М. Системи керування орбітальним рухом космічних апаратів . Київ , Наукова думка , 1997 .

2. Допоміжна література

- 2.1. Лысенко Н.М. Динамика полета . М. ВВИА им. Н.Е. Жуковского .1967.
- 2.2. Михалев И.Л. Окоемов Б.Н.и др. Системы автоматического управления самолетом . М. Машиностроение . 1971.
- 2.3. Пашковский И.М. Динамика и управляемость самолета . М. Машино – строение . 1987 .
- 2.4. Блейклок . Дж. Г. Автоматическое управление самолетами и ракетами . М. Машиностроение . 1969.
- 2.5. Брага В.Г. и др. Практическая аэродинамика самолетов с турбореактивными двигателями . М. МО . 1969 .
- 2.6. Остаславский И.В. Стражева И.В. Динамика полета . М. Машиностроение, 1969.
- 2.7. Красовский А.А. Лебедев А.В. Невструев В.В. Теоретические основы пилотажно – навигационных комплексов . ВВИА им. Н.Е. Жуковского .

Інформаційні ресурси

1. 1. <http://dpla.ru>
2. <http://rutaba-rc.com>
- 3.Сизиков, В.С. Обратные прикладные задачи и MatLab [Электронный ресурс] / В.С.Сизиков // 1-е изд., 2011. –256 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/> -Загл. с экрана

Навчальний контент

Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Таблиця 2

Розділ 1. Літальний апарат, як об'єкт керування. Автоматичні системи поліпшення стійкості та керованості літальних апаратів
Тема 1. Вступ. Класифікація літальних апаратів та систем керування.
Лекція 1. Коротка оповідь розвитку систем автоматичного керування літальних апаратів. Предмет дисципліни та їх зв'язок з іншими дисциплінами. Література: [1.1]стор.3-10.

Тема 2. Літальний апарат, як об'єкт керування.
Лекція 2. Системи координат, які використовуються в системах керування рухом літака. Характеристика сил і моментів, що діють на літак. Формування управляючих сил і моментів. Література: [1.2]стор.7-64.
Лекція 3. Рівняння просторового руху літака. Повздовжній і боковий рух. Література: [1.2]стор.7-64.
Лекція 4. Поведінка літака при відхиленні органів керування Література: [1.2]стор.67-68, 86-90
Лекція 5. Лінеаризація рівнянь руху літака. Передаточні функції та математичної моделі повздовжнього руху літака. Література: [1.2]стор.65-105.
Лекція 6. Математичні моделі бокового руху літака. Лінеаризація рівнянь бокового руху літака. Передаточні функції бокових рухів ЛА. Література: [1.2]стор.65-105.
Тема 3. Рульовий привід, як виконавчий елемент автоматичного керування літальних апаратів.
Лекція 7. Сервоприводи каналів автоматичного управління ЛА. Типові електричні сервоприводи. Електрогідравлічні сервоприводи. Література: [1.1]стор.181-186.
Тема 4. Стійкість і керованість руху літака.
Лекція 8. Критерії оцінки пілотажних властивостей літака. Загальні вимоги до пілотажних характеристик. Основні уявлення про стійкість та керованість літака. Критерії повздовжньої стійкості та керованості літака. Повздовжня статична стійкість та керованість . Література: [1.2]стор.35-40; стор.68-71.
Лекція 9. Динамічна повздовжня стійкість та керованість. Критерії бокової стійкості та керованості літака. Критерії шляхової стійкості та керованості. Критерії поперечної керованості. Література: [1.2]стор.40-48; стор.71-79.
Тема 5. Автоматичні системи поліпшення стійкості та керованості літальних апаратів.
Лекція 10. Класифікація каналів автоматичного управління. Структура типового каналу автоматичного управління літака. Особливості апаратурної реалізації каналів. Програмні автомати регулювання управління. Автоматичне балансування літака. Література: [1.1]стор.137-151; [1.2]стор.142-147.
Лекція 11. Демпфери кутових коливань літака . Демпфер тангажу . Література: [1.1]стор.152-165; [1.2]стор.148-164.
Лекція 12. Демпфер ристання . Демпфер крену . Література: [1.1]стор.152-165; [1.2]стор.148-164.
Лекція 13. Автомати стійкості . Автомат поздовжньої стійкості . Автомат шляхової стійкості. Література: [1.1]стор.148-164; [1.2]стор.164-180.
Лекція 14. Модульна контрольна робота

Лабораторні роботи

Основні завдання циклу лабораторних робіт. Цикл занять направлений на закріплення теоретичних знань, отримання студентами вмінь та досвіду дослідження динаміки систем керування літальних апаратів за допомогою пакетів математичних програм.

№	Назва лабораторної роботи	годин
1.	Динамічні дослідження контурів поздовжньої стійкості й керованості	2
2.	Динамічні дослідження контурів бокової стійкості й керованості	2
3.	Динамічні дослідження поздовжнього руху літака як об'єкта керування	2
4.	Динамічні дослідження бічного руху літака як об'єкта керування	3

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. 1, 2.

Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика виставлення оцінок (пропущені заняття, відпрацювання пропусків): кожна оцінка виставляється відповідно до розроблених викладачем та заздалегідь оголошених критеріїв, а також мотивується в індивідуальному порядку на вимогу студента.

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 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 (РСО)

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

1) Виконання лабораторних робіт; 2) контрольну роботу; 3) штрафні та заохочувальні бали; 4) відповідь на екзамені.

Умови позитивної проміжної атестації.

Для отримання “зараховано” з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент матиме не менше ніж 14 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів “ідеальний” студент має отримати 28 балів). Для отримання “зараховано” з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент матиме не менше ніж 18 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів “ідеальний” студент має отримати 35 балів).

1. Система рейтингових балів

1.Лабораторні

Ваговий бал – 4.

Критерії оцінювання:

- повне і правильне виконання, відмінні відповіді на захисті – 4;
- виконання, але теоретичні знання недостатні – 3;
- неповне виконання, з помилками – 2;
- завдання не виконувалось – 0.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні $4 \times 4 = 16$ балів.

2. Модульний контроль

Ваговий бал – 17 за кожне з двох завдань.

Критерії оцінювання кожного завдання:

- “відмінно”, повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 16-17 балів;
- “добре”, достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 13-15 балів;
- “задовільно”, неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 10-12 балів;
- “незадовільно”, незадовільна відповідь (менше 60% потрібної інформації) – 0 балів.

Максимальна кількість балів за МКР дорівнює $17 \times 2 = 34$ балів.

4. Штрафні та заохочувальні бали за:

- невчасне виконання лабораторної роботи без поважної причини – 2 бали;
- виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни, участь у факультетській олімпіаді з дисципліни тощо. Надається до 5 заохочувальних балів.

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає: $R_C = 16 + 34 = 50$ балів.

Екзаменаційна складова шкали дорівнює 50 % від R, а саме: $R_A = R_C \frac{0,5}{1-0,5} = 50$ балів.

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає $R = R_C + R_E = 100$ балів.

Необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування обох модульних контрольних робіт, зарахування чотирьох комп'ютерних практикумів, а також стартовий рейтинг (r_C) не менше 40 % від R_C , тобто 20 балів.

Критерії оцінювання екзамену

Білет містить два запитання. Відповідь на запитання оцінюється, в залежності від повноти і правильності:

- “відмінно”, повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації)..... 23 – 25 балів;
- “добре”, достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) 19 – 22 бали;
- “задовільно”, неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки)..... 15 – 18 балів;
- “незадовільно”, незадовільна відповідь..... 0 балів.

Бали, отримані за кожне питання додаються.

Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингова оцінка RD переводиться згідно з таблицею:

$RD = r_C + r_E$	Оцінка за університетською шкалою
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
$RD \leq 60$	Незадовільно
$R_C < 20$ або не виконані інші умови допуску до екзамену	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом, к.т.н. Бурнашевим Віталієм Віталійовичем

Ухвалено кафедрою СКЛА (протокол № 16 від 12 . 05 . 2021 р.)

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