



Новітні методи проектування систем керування

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (освітньо-науковий)</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)/очна(вечірня)/заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 рік, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів (150 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. +044-2048222, e-mail: vvvburnashev@gmail.com Практичні: кандидат технічних наук, доцент Бурнашев Віталій Віталійович, тел. +044-2048222, e-mail: vvvburnashev@gmail.com
Розміщення курсу	Платформа «Сікорський»: https://www.sikorsky-distance.org/

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Новітні методи проектування систем керування» відноситься до вибірових навчальних дисциплін. Вона формує знання студентів у галузі сучасної теорії автоматичного керування, і спрямована на засвоєння сучасних методів синтезу систем.

Мета та завдання дисципліни

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

Метою кредитного модуля є формування у студентів здатностей:

- до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК01);
- до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК02);
- здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності (ФК 02);
- виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в сфері систем автоматичного керування (ФК 03);
- здатність розробляти моделі, методи і алгоритми керування авіаційними, космічними, робототехнічними та іншими рухомими автоматичними або автоматизованими об'єктами (ФК 04).

Основні завдання навчальної дисципліни.

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми аспіранти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі знання та уміння:

- передові концептуальні та методологічні знання з методів синтезу систем керування, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень, отримання нових знань (ЗН 1);

- розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у сфері систем керування літальних апаратів (УМ 1);

- реалізовувати на основі проведених досліджень програмно-технічні засоби і пакети прикладних програм для проектування систем керування авіаційної та ракетно-космічної техніки (УМ 3);

- проводити аналіз існуючих та синтез нових методів і моделей діагностування, технічного обслуговування та ремонту систем керування літальних апаратів (УМ 5);

- узагальнювати одержані результати наукових досліджень у вигляді науково-технічних звітів, статей, тез, монографій, а також передавати свої знання, рішення і підґрунтя їх прийняття фахівцям і нефахівцям в зрозумілій і недвозначній формі (УМ 6).

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

Для опанування дисципліни «Новітні методи проектування систем керування» необхідні знання і уміння, які студенти отримають під час вивчення дисциплін другого (магістерського) рівня підготовки за спеціальністю 173 «Системи керування літальними апаратами та комплексами»: Системи керування літальних апаратів (ПО1), Системи орієнтації рухомих об'єктів (ПО4).

Знання і уміння, які аспіранти отримують в процесі вивчення дисципліни «Новітні методи проектування систем керування», можуть використовуватися для формування дисертації доктора філософії за спеціальністю 173 Авіоніка.

Зміст навчальної дисципліни

Таблиця 1

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні		СРС
Тема 1. Методи ідентифікації математичних моделей динамічних систем	38	2	2		34
Тема 1. Пошук оптимальних траєкторій. Принцип максимуму.	12	2			10
Тема 3. Аналітичне конструювання оптимальних регуляторів	12		2		10
Тема 4. Адаптивні регулятори в системах керування літальних апаратів.	16				16
Тема 5. Використання H_{∞} -теорії для синтезу систем керування літальних апаратів	38	2			36
МКР	4	2			2
Екзамен	30				30
Всього годин	150	8	4		138

Навчальні матеріали та ресурси

Основна

1. Збруцький О.В., Маляров С.П., Янкелевич Г.Є. Двовимірні гіроскопічні системи керування з симетрією. – Київ: “Політехніка”. – 2019. -120с.
2. Юревич Е.И. Теория автоматического управления. СПб.: «БХВ-Петербург». – 2019. – 560 с.
3. Пупков К.А., Егунов Н.Д. Методы классической и современной теории автоматического управления. Том 4: Теория оптимального управления. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 748 с.
4. Поляк Б.Т. Робастная устойчивость и управление. – М.: Наука, 2002. – 303 с.
5. Красовский А.А. Лебедев А.В. Невструев В.В. Теоретические основы пилотажно-навигационных комплексов. – М.: ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1982. – 374 с.
6. Берестов Л. JVL, Поплавский Б. К., Мирошниченко Л. Я. Частотные методы идентификации летательных аппаратов. - М.: Машиностроение, 1985, 184 с, ил.
7. Пупков К.А., Егунов Н.Д. Методы классической и современной теории автоматического управления. Том 5: Методы современной теории автоматического управления. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 748 с.
8. Sigurd Skogestad, Ian Postlethwaite. Multivariable Feedback Control: Analysis and Design. 2nd Edition, New York: Wiley, 2005
9. Sadraey M. Automatic Flight Control Systems // Synthesis Lectures on Mechanical Engineering, February 2020, Vol. 4, No. 1 , Pages 1-173

Допоміжна

10. Интеллектуальная система управления автоматической посадкой беспилотного летательного аппарата на основе комплексного применения технологии нечеткой логики // Авиакосмическое приборостроение. – 2004 г. –№10. – С.30–40.
11. Макаров И.М., Лохин В.М., Манько С.В., Романов М.П., Евстигнеев Д.В. Интеллектуальные системы управления беспилотных летательных аппаратов на основе комплексного применения технологии нечеткой логики и ассоциативной памяти // Авиакосмическое приборостроение. – 2002 г. –№2. – С.29–42.
12. Михалев И.Л. Окоёмов Б.Н. и др. Системы автоматического управления самолетом. – М.: Машиностроение . 1987. – 240 с.
13. Пашковский И.М. Динамика и управляемость самолета. – М.: Машиностроение. – 1987 – 247 с.
14. Seung-Hwan Kim, C. Song. A robust adaptive nonlinear control approach to missile autopilot design // Control Engineering Practice, 2004. – 12(2), pp 149-154.
15. Babar M. Z., Ali S. U., Shah M. Z., Samar R., Bhatti A. I. and Afzal W. Robust control of UAVs using H_{∞} control paradigm // *IEEE 9th International Conference on Emerging Technologies (ICET)*, Islamabad, 9-10 December 2013, 1 – 5
16. Jafar A., Fasih Ur Rehman S., Fazal Ur Rehman S., Nisar A. A Robust H_{∞} control law for unmanned aerial vehicle against atmospheric turbulence // 2nd IEEE International conference on Robotics and Artificial Intelligence (ICRAI), Islamabad 1-2 November 2016, 87 – 92.
17. López J., Dormido R., Dormido S. and Gómez J. P. A Robust H_{∞} Controller for an UAV Flight Control System // *The Scientific World Journal*, 2015, 11 p.

Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Таблиця 2

№ з/п	Назва теми лекції
1	Лекція 2. Вступ. Методи ідентифікації математичних моделей динамічних систем Література : [1] с.15-28, [11] с.22-29. Завдання на СРС. Зробити огляд сучасних публікацій з ідентифікації математичних моделей руху літальних апаратів
2	Лекція 3. Застосування алгоритмів оптимальних спостерігачів для ідентифікації математичних моделей руху літальних апаратів Література : [1] с.29-33, [10] с.80-84.
3	Лекція 3. Пошук оптимальних траєкторій. Принцип максимуму Понтрягіна Література : [1] с.51-56, [10] с.95-99. Завдання на СРС. Зробити огляд сучасних публікацій з синтезу оптимальних траєкторій польоту літальних апаратів.
4	Лекція 4. Робастні регулятори. Синтез H_{∞}- субоптимального регулятора Література: [2] с.76-88, [13] с.115-146. Завдання на СРС. Зробити огляд сучасних публікацій з синтезу робастних регуляторів літальних апаратів. Звернути увагу на вагові функції

Практичні заняття

Метою практичних занять є закріплення на практиці теоретичних знань, отриманих на лекціях. Передбачені наступні теми занять.

1. Ідентифікація параметрів математичної моделі літального апарату за алгоритмом лінійного оптимального спостерігача.
2. Модульна контрольна робота

Політика та контроль

Самостійна робота студента/аспіранта

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

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.

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, 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.

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.

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що отримуються за: модульну контрольну роботу; практичні заняття, екзамен.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання:

2. Модульний контроль (одна МКР)

Ваговий бал – 20 за кожне з двох завдань контрольної роботи.

Критерії оцінювання кожної з двох завдань роботи:

- “відмінно” (не менше 90% потрібної інформації) – 18..20;
- “добре” (не менше 75% потрібної інформації) – 15..17;
- “задовільно” (не менше 60% потрібної інформації) – 12..14.
- “незадовільно” або робота не виконувалась – 0.

Максимальна кількість балів за МКР дорівнює $20 \times 2 = 40$ балів.

3. Практичні заняття

Ваговий бал – 10. Критерії оцінювання:

- повне виконання всіх завдань – 9..10;
- неповне виконання завдань – 6..8;
- завдання не виконувались або виконано менше 60 % – 0.

Максимальна кількість балів за виконання всіх завдань на практичних заняттях $1 \times 10 = 10$ балів.

4. Штрафні та заохочувальні бали за:

– Несвоєчасне виконання практичної роботи..... –2 бала;

Сума штрафних та заохочувальних балів не повинна перевищувати 5.

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає

$$R_C = 40 + 10 = 50 \text{ балів.}$$

Умови позитивної проміжної атестації. Для отримання “зараховано” з проміжної атестації (8 тиждень) студент матиме не менше ніж 20 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів “ідеальний” студент має отримати 20 балів).

Для отримання “зараховано” з проміжної атестації (14 тиждень) студент матиме не менше ніж 16 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів “ідеальний” студент має отримати 32 бали).

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 модульної контрольної роботи, 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 № 8 від 27.05. 2020 р.)

Погоджено Методичною комісією ІАТ (протокол № 2 від 22.06.2020 р.)