

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
“Харківський авіаційний інститут”
кафедра Систем управління літальних апаратів (№ 301)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи
Володимир Павліков
« 31. 08 » 2021 р.

Відділ аспірантури і докторантури

СИЛАБУС
ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Методи проектування систем управління
(назва навчальної дисципліни)

Галузі знань: 03 Гуманітарні науки; 05 Соціальні та поведінкові науки;
10 Природничі науки; 12 Інформаційні технології; 14 Електрична інженерія;
13 Механічна інженерія; 15 Автоматизація та приладобудування;
17 Електроніка та телекомунікації

Спеціальності: 033 Філософія; 051 Економіка; 103 Науки про Землю;
113 Прикладна математика; 121 Інженерія програмного забезпечення;
122 Комп'ютерні науки; 123 Комп'ютерна інженерія; 125 Кібербезпека; 142
Енергетичне машинобудування; 132 Матеріалознавство; 134 Авіаційна та
ракетно-космічна; 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології; 172 Телекомунікації та радіoeлектроніка; 173 Авіоніка

Освітньо-наукові програми: «Філософія», «Економіка», «Дистанційні
аерокосмічні дослідження», «Прикладна математика», «Інженерія
програмного забезпечення», «Інформаційні технології», «Комп'ютерна
інженерія», «Кібербезпека», «Матеріалознавство», «Авіаційна та ракетно-
космічна техніка», «Енергетичне машинобудування», «Автоматизація,
приладобудування та комп'ютерно-інтегровані технології», «Телекомунікації
та радіoeлектроніка», «Системи автономної навігації та адаптивного
управління літальних апаратів».

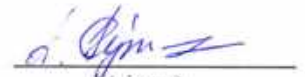
Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

Форма навчання: денна

Силабус введено в дію з 01.09.2021 року

Харків 2021

Розробник: Анатолій Кулік, професор кафедри Систем управління літальних апаратів, д.т.н., професор


(підпис)

Гарант ОНП к.т.н., с.н.с.  К.Ю. Дергачов

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри Систем управління літальних апаратів

Протокол № 1 від “27” серпня 2021 р.

Завідувач кафедри 301 к.т.н., с.н.с.  К.Ю. Дергачов

ПОГОДЖЕНО:
Завідувач відділу аспірантури і докторантури  В. Б. Селевко

В.о. Голови наукового товариства студентів,
аспірантів, докторантів і молодих вчених  С. С. Жила

1. Загальна інформація про викладача



Кулік Анатолій Степанович, д.т.н., професор, лауреат Державної премії України

викладає наступні дисципліни:

Теорія автоматичного управління;
Методи проектування систем управління;
Адаптивні системи управління літальними апаратами

Напрями наукових досліджень і круг професійних інтересів:

- авіоніка;
- відмовостійкі системи управління;
- раціональне управління автономними об'єктами.

E-mail: a.kulik@khai.edu

Phone: +38 (057)-788-43-01

1. Опис навчальної дисципліни

Семестр, у якому викладається дисципліна - другий.

Обсяг дисципліни:

7 кредитів ЄКТС (210 годин), у тому числі аудиторних занять 96 години,

самостійної роботи здобувача - 114 годин.

Форми здобуття освіти:

Денна.

Дисципліна – вибіркова.

Види навчальної діяльності – лекції, лабораторні та практичні роботи, самостійна робота здобувача.

Види контролю – поточний, модульний та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

Мова викладання – українська.

Необхідні обов'язкові попередні дисципліни (пререквізити) – теорія автоматичного управління, системи управління літальними апаратами, програмування на мові високого рівня.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета

Вивчення навчальної дисципліни «Методи проектування систем управління» полягає в формуванні системи знань, які дають змогу здобувачу зрозуміти особливість сучасних методів проектування, в тому числі цифрових систем, нелінійних систем, систем з неточними вимірюваннями параметрів стану об'єкта керування..

Завдання

Вивчення особливостей методів проектування сучасних систем управління.

Після опанування дисципліни здобувач набуде наступних компетентностей:

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. Здатність генерувати нові ідеї (креативність). Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань), тому системи реального часу використовуються в багатьох галузях (від військового призначення до медицини).

Вміння впроваджувати досягнення вітчизняної та закордонної науки та техніки, використовувати інноваційний досвід у галузі побудови сучасних систем управління.

Очікується, що після опанування дисципліни здобувачем будуть досягнуті наступні результати навчання і він буде:

Використовувати різні форми представлення систем та описувати їх різними методами (вербально, графічно, формально), аналізувати ситуації, що можуть виникати, під час їх функціонування.

Використовувати досягнення науки і техніки в професійній діяльності, аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих завдань з аналізу та синтезу систем.

Визначати структуру і параметри випробувального обладнання для проведення експериментів по визначенню характеристик приладів та систем управління, параметрів їх вузлів та виробів.

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Основні етапи проектування оптимальних систем управління.

Тема 1. Побудова повної нелінійної математичної моделі; лінеаризація математичної моделі в стаціонарних режимах.

- *Форма занять: лекція, практична робота, лабораторні заняття, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.*

Теми практичних занять: побудова математичних моделей відомих об'єктів автоматичного управління з урахуванням нелінійностей. Лінеаризація математичних моделей відомих об'єктів.

Теми лабораторних занять: дослідження об'єктів автоматичного управління в середовищі MatLab з урахуванням типових нелінійностей. Дослідження лінійних моделей в середовищі MatLab та порівняння лінійних та нелінійних моделей однієї системи.

Тема 2. Формування критерію якості функціонування системи.

- *Форма занять: лекція, практична робота, лабораторні заняття, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 10 годин.*

Теми практичних занять: вивчення відомих критеріїв якості на прикладі однієї з моделей теми 1.

Тема 3. Синтез оптимальної за заданим критерієм системи управління з використанням сучасних методів.

- *Форма занять: лекція, практична робота, лабораторні заняття, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 10 годин.*

Теми практичних занять: Розв'язання дискретної задачі динамічного програмування Белмана на прикладі відомого об'єкта автоматичного управління.

Теми лабораторних занять: дослідження об'єктів автоматичного управління в середовищі MatLab з урахуванням розв'язання дискретної задачі.

Тема 4. Аналіз синтезованої системи на відповідність технічним вимогам; повний аналіз системи на нелінійній моделі та уточнення параметрів регулятора.

- *Форма занять: лекція, практична робота, лабораторні заняття, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 10 годин.*

Теми практичних занять: Використання методів аналізу на відповідність технічним вимогам, які задавалися на етапі синтезу системи автоматичного управління.

Теми лабораторних занять: Математичне моделювання нелінійної моделі з використанням уточнення параметрів синтезованого регулятора.

Модульний контроль 1 - Основні етапи проектування оптимальних систем управління.

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі) за матеріалами лекцій та лабораторних/практичних занять змістовного модуля №1.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю. Підготовка до модульного контролю.*

Змістовий модуль 2. Методи теорії оптимального управління.

Тема 1. Методи класичного варіаційного обчислення. Принцип максимуму Понтрягіна. Зв'язок принципу максимуму та класичного варіаційного обчислення.

- *Форма занять: лекція, практична робота, лабораторні заняття, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 10 годин.*

Теми практичних занять: Використання методів принципу максимуму Понтрягіна для синтезу оптимального керування літальним апаратом. Використання варіаційного обчислення в порівнянні з принципом максимуму Понтрягіна.

Теми лабораторних занять: Математичне моделювання системи управління літальним апаратом, синтезованої методами варіаційного обчислення.

Тема 2. Численні методи визначення оптимального управління. Метод динамічного програмування. Властивості оптимальної траєкторії, принцип оптимальності.

- *Форма занять: лекція, практична робота, лабораторні заняття, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 10 годин.*

Тема 3. Динамічне програмування. Функціональне рівняння Беллмана. Оптимальні по діагностиці алгоритми управління.

- *Форма занять: лекція, практична робота, лабораторні заняття, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 10 годин.*

Теми практичних занять: Використання методу динамічного програмування, пошук оптимального по діагностиці алгоритму управління безпілотного літального апарату.

Тема 4. Системи, оптимальні щодо витрати ресурсів та витрати енергії. Визначення оптимального алгоритму критерію витрати ресурсів. Умови вродженості оптимального з витрат ресурсів управління. Оптимізація за критерієм витрати енергії.

- *Форма занять: лекція, практична робота, лабораторні заняття, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 10 годин.*

Теми практичних занять: Синтез регулятора лінеаризованої системи руху квадрокоптера за квадратичним критерієм. Вивчення впливу різних критеріїв на математику регулятора.

Теми лабораторних занять: Дослідження системи управління бокового руху літального апарата, синтезованого за критеріями мінімізації витрат енергетичних ресурсів літального апарата.

Тема 5. Системи, оптимальні за квадратичним критерієм. Рівняння Ріккати, його властивості. Лінійні диференціальні задачі з управлінням та з обмеженнями квадратичного типу, де розв'язання рівняння Ріккати дає нам вигляд оптимального управління.

- *Форма занять: лекція, практична робота, лабораторні заняття, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.*

Змістовий модуль 3. Проектування оптимальних систем при неповному та неточному вимірі вектора стану.

Тема 1. Загальна багатофункціональна структура проектування системи управління. Методи формування субоптимального закону управління за неповної інформації.

- *Форма занять: лекція, практична робота, лабораторні заняття, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 10 годин.*

Теми практичних занять: Аналіз та налаштування регулятора оптимальної системи неповної структури, аналіз можливої глибини неповного опису об'єкта управління.

Теми лабораторних занять: Математичне моделювання оптимального регулятора системи в неповною структурою.

Тема 2. Аналіз та налаштування регулятора оптимальної системи на нелінійній моделі. Імітаційне моделювання систем у нормальних та аварійних режимах роботи. Методи уточнення параметрів регулятора.

- *Форма занять: лекція, практична робота, лабораторні заняття, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 10 годин.*

Модульний контроль 2 – Методи теорії оптимального управління, Проектування оптимальних систем при неповному та неточному вимірі вектора стану

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі) за матеріалами лекцій та лабораторних/практичних занять змістовного модуля №1.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю. Підготовка до модульного контролю.*

5. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом.

6. Методи навчання

Словесні, наочні, практичні.

7. Методи контролю

Поточний контроль (теоретичне опитування й розв'язання практичних завдань), модульний контроль (тестування за розділами курсу) та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...2	3	0...6
Виконання і захист практичних робіт	0...3	3	0...9
Виконання і захист лабораторних робіт.	0...5	2	0...10
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Разом модуль 1			0...35
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання і захист практичних робіт	0...5	2	0...10
Модульний контроль	0...16	1	0...16
Разом модуль 2			0...30
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...2	5	0...10
Виконання і захист практичних робіт	1...5	5	0...25
Разом модуль 3			0...35
Усього за семестр			0...100

Іспит проводиться у разі відмови здобувача від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів. Білет для іспиту складається з 1 теоретичного питання, 1 теоретично-

практичного питання та одного практичного питання. За повну правильну відповідь на два перших запитання студент отримує по 30 балів. За повну правильну відповідь на останнє запитання – 40 балів.

9. Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

1. Відмінно (90÷100 балів) виставляється здобувачу:

1.1 Який твердо знає: базові поняття і принципи, що відносяться до курсу «Методи проектування систем управління». Виконав та захистив всі практичні, виконав усі модульні завдання з оцінкою «відмінно», має тверді практичні навички роботи з методами проектування систем управління. Вільно користується навчальною та науково-технічною літературою з питань дисципліни. Вміє логічно і чітко скласти свою відповідь, розв'язати теоретичне та практичне завдання.

1.2 Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неточних формулюваннях у відповідях на додаткові запитання, які були поставлені перед ним.

2. Добре (75÷89 балів) виставляється здобувачу:

2.1 Який має достатньо глибокі знання з теоретичної частини дисципліни. Захистив всі практичні, виконав усі модульні завдання з оцінкою «добре», має практичні навички роботи зі структурами систем реального часу. Правильно розв'язує практичні завдання, його відповіді не є чіткими.

2.2 Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неповних відповідях на теоретичні або практичні запитання.

3. Задовільно (60÷74 бали) виставляється здобувачу:

3.1 Який слабо володіє теоретичним матеріалом, має мінімум знань та умінь, допускає помилки у вирішенні практичних завдань. Захистив всі практичні, виконав усі модульні завдання, має не впевнені практичні навички роботи зі схемотехніки та архітектури систем реального часу.

3.2 Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе за неточні та неповні відповіді на теоретичні та практичні запитання.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

9. Політика навчального курсу

Відпрацювання пропущених занять відбувається відповідно до розкладу консультацій, за попереднім погодженням з викладачем. Питання, що стосуються академічної доброчесності, розглядає викладач або за процедурою, визначеною у Положенні про академічну доброчесність.

10. Рекомендована література.

Базова.

1. Барсов В.І. Математичні методи та технічні засоби АСУ. Підручник для студентів ВНЗ. - Х.: МОН, УПА, 2012. – 302 с.
2. Бесекерській В.А., Попов О.П. «Теорія систем автоматичного управління» - 4-е вид., Перераб. і доп. - СПб.: Професія, 2003. - 747 с.
3. Методи синтезу систем автоматичної стабілізації та позиціонування [Текст] : навч. посібник / А. Є. Басова, А. С. Кулік, С. М. Пасічник, Н. М. Харіна. - Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. Ін-т», 2019. - 192 с.
4. Збірник задач із систем автоматичного управління / О.В.Гордін, К.Ю.Дергачов, В.Г.Джулгаков та ін.; під заг.ред. А.С.Куліка, В.Ф.Сімонова. – Харків, Нац.аерокосм.ун-т «Харк.нац.ін-т», 2009 – 206 с.
5. Motions models of a two-wheeled experimental sample. / A.Kulik, K.Dergachov, S.Pasichnik, S.Yashyn // Radioelektronic and computer system – 2021/ - №1. – С.40-49.

6. Ладанюк, А. П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами : навч. посіб. / А. П. Ладанюк, К. С. Архангельська, Л. О. Власенко — К.: НУХТ, 2014. — 274 с.
7. Жукевич А.Б. Синтез систем управління електроприводами з ковзними режимами. - Сб.статей: «Відкриті інформаційні та комп'ютерні інтегровані технології», №92, 2021. – С.121-136.
8. Опорний конспект лекцій з дисципліни “Теорія автоматичного управління” для студентів ОКР «бакалавр», 6050201 – «Системна інженерія» / Укл.: Николайчук Я.М., Возна Н.Я.– Тернопіль: Гал-друк, 2015. – 59 с.

Допоміжна

1. Сайт кафедри 301: **k301.khai.edu**.
2. Мокін, Б. І. Математичні методи ідентифікації динамічних систем : навчальний посібник / Б. І. Мокін, В. Б. Мокін, О. Б. Мокін. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 260 с.
3. Фурман І.О., Малиновський М.Л., Джулгаков В.Г. та ін. Мікроелектронні засоби програмного керування / Під заг. Ред. І.О. Фурмана: Підручник для студентів ВНЗ. Харків: Факт, 2007. – 486 с.
4. Жукевич А.Б. Синтез і напівнатурне моделювання системи управління гідроприводу з ковзними режимами.- Сб.статей: «Відкриті інформаційні та комп'ютерні інтегровані технології», №87, 2020. – С.121-136.
5. Жукевич А.Б. Запуск сервера і зберігання даних для автоматизації виробничих підприємств на прикладі хмарних технологій. - МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ «Integrated Computer Technologies In Mechanical Engineering» ICTM-2019 – с.119-122.
6. Жукевич А.Б. Комплексний контроль працездатності пасажирського ліфта за допомогою штучного інтелекту. МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ «Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering» ICTM-2020. – с. 17-21.