

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра систем управління літальними апаратами (№ 301)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис)

Олена ГАВРИЛЕНКО
(ім'я та ПРИЗВИЩЕ)

«29» серпня 2025 р.

**СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ
HABЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Розробка цифрових систем управління

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: **15 «Автоматизація та приладобудування»**

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: **151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»**

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: **«Інженерія мобільних додатків»**

(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: *перший (бакалаврський)*

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

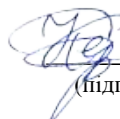
Розробник: Жукевич А.Б., доцент, канд.техн.наук
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри _____
Систем управління літальними апаратами (301)
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 28 » серпня 2025 р.

Завідувач кафедри канд. техн. наук, с.н.с.
(науковий ступінь і вчене звання)

 Костянтин ДЕРГАЧОВ
(підпис) (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

здобувач гр. 361


(підпис)

Олександр ГОРБАЧ
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Жукевич Аркадій Борисович

Посада: доцент

Науковий ступінь: канд..техн.наук

Вчене звання: доцент

Перелік дисциплін, які викладає:
проектування систем управління,
розробка цифрових систем,
розробка систем реального часу,
курсний проект по проектуванню систем
управління

Напрями наукових досліджень:
Дослідження та моделювання літальних
апаратів (в тому числі безпілотних літальних
апаратів за допомогою MATLAB SIMULINK)

Контактна інформація:

Ел.пошта: a.zhukevych@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	7 семестр
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<u>денна</u> : 3,5 кредитів ЄКТС / 105 годин (48 аудиторних, з яких: лекції – 16, лабораторні – 32, СРЗ – 57)
Види навчальної діяльності	Лекції, лабораторні заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, захист лабораторних робіт, захист розрахункової роботи, семестровий контроль – 7 семестр – іспит
Пререквізити	Теорія автоматичного управління, Методи обчислення і моделювання на ЕОМ

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

Мета – формування у здобувача знань і умінь, необхідних для аналітичного проектування цифрових систем управління технічних об'єктів.

Завдання – формування у здобувача фахових знань і практичних навичок із математичного опису цифрових елементів і систем, методів аналізу цифрових систем управління, інженерних методів синтезу алгоритмів цифрових систем управління.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у певній галузі професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів відповідної науки і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК4. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК8. Здатність працювати в команді.

Спеціальні компетентності

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

ФК3. Здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

ФК4. Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

ФК9. Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації із застосуванням інженерії мобільних додатків.

Програмні результати навчання:

ПРН1. Знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, функції багатьох змінних, функціональні ряди, диференціальні рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію функції комплексної змінної, теорію ймовірностей та математичну статистику, теорію випадкових процесів в обсязі, необхідному для користування математичним апаратом та методами у галузі автоматизації.

ПРН4. Розуміти суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації в галузі інженерії мобільних додатків та вміти проводити аналіз об'єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей.

ПРН5. Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

ПРН6. Вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

ПРН12. Вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач в галузі інженерії мобільних додатків, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки.

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовний модуль 1. Призначення курсу, послідовність та стадії розробки цифрових систем управління.

Тема 1. Математичний апарат розробки цифрових систем. Відмінність розробки цифрових систем від неперервних систем.

Стисла анотація:

Визначаються основні цілі виконання розробки. Розглянуто стадії основні принципи розрахунку цифрових систем.

Лекція 1 - Математичний опис дискретних елементів САУ. Функціональна схема цифрової САУ. Математичний опис дискретних елементів.

Лекція 2 - Математичний апарат цифрових САУ. Решітчасті функції і операції над ними. Дискретні перетворення Лапласа і Фур'є. Z-перетворення решітчастих функцій.

Лекція 3 - Математичний апарат цифрових САУ. Зв'язок між безперервними і дискретними перетвореннями Лапласа і Фур'є. Теорема В.А. Котельникова. Частотні характеристики фіксатора.

Лекція 4 - Математичні моделі цифрових систем управління. Рівняння в кінцевих різницях цифрових систем управління. Дискретна передавальна функція. Фіксатор нульового порядку і математичні співвідношення. Урахування запізнювання.

Теми лабораторних занять:

Лабораторне заняття 1. КВАНТУВАННЯ СИГНАЛІВ. РЕШІТЧАСТІ ФУНКЦІЇ ТА ОПЕРАЦІЇ НАД НИМИ.

Лабораторне заняття 2. МАТЕМАТИЧНИЙ АПАРАТ ЦИФРОВИХ САУ: знаходження z - перетворень і передавальних функцій окремих елементів ЦСАУ.

Лабораторне заняття 3. МАТЕМАТИЧНИЙ АПАРАТ ЦИФРОВИХ САУ: визначення передавальних функцій замкнутих систем управління

Лабораторне заняття 4. ОЦІНКА СТІЙКОСТІ ЦСУ: отримання передавальних функцій системи, визначення стійкості ЦСАУ різними методами.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій. Підготовка до захисту лабораторних робіт.

Тема 2. Принципи розрахунку розімкнутих та замкнутих систем управління, оцінка якості розрахунку цифрової системи, стійкості системи управління різними методами.

Стисла анотація:

Визначається послідовність процесу проектування, розглянуто основні процеси проектування, моделювання спроектованої системи, принципи вибору елементів САУ, виділено творчі складові проектування.

Теми лекційних занять:

Лекції 5, 6. Рівняння «вхід-вихід» цифрових систем управління. Співвідношення в замкнутих цифрових системах управління. Співвідношення в багатоконтурних цифрових системах управління.

Лекції 7, 8. Стійкість лінійних цифрових САУ. Оцінка стійкості цифрових САУ по корінню характеристичного рівняння. Критерії стійкості цифрових САУ. Аналог критерію Гурвіца. Критерій стійкості Михайлова. Критерій стійкості Шура-Кона. Критерій стійкості Джури.

Теми лабораторних занять:

Лабораторне заняття 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ КВАНТУВАННЯ ЗА ЧАСОМ І ЗА РІВНЕМ В ЦИФРОВИХ СИСТЕМАХ

Лабораторне заняття 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИФРОВОЇ ТА БЕЗПЕРЕРВНОЇ САУ У СЕРЕДОВИЩІ MATLAB/SIMULINK»

Лабораторне заняття 3. МЕТОДИ ПЕРЕТВОРЕННЯ НЕПРЕРІВНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ В ЦИФРОВУ СИСТЕМУ

Лабораторне заняття 4. ПЕРЕТВОРЕННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ЦИФРОВОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ В ПРОГРАМІ MATLAB

Лабораторне заняття 5. АНАЛІЗ СТІЙКОСТІ ЛІНІЙНИХ ЦИФРОВИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ.

5. Індивідуальні завдання

Виконання розрахункової роботи на тему «Розрахунок параметрів і дослідження контуру цифрового управління технічним об'єктом».

6. Методи навчання

Наочні: лекція, навчальна дискусія. Практичні: виконання лабораторних робіт; виконання розрахункової роботи. Самостійна робота за методичними матеріалами, підготовленими кафедрою.

7. Методи контролю

Опитування при виконання лабораторних робіт. Тестування в системі Ментор за матеріалами лекцій та лабораторних занять. Захист лабораторних робіт. Захист розрахункової роботи. Підсумковий семестровий контроль – іспит.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти (7семестр)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1 (семестр -7, осінь)			
Активність під час лекційної роботи	0...2	8	0...16
Виконання і захист лабораторних робіт	0...16	4	0...64
Захист розрахункової роботи	0...16	1	0...16
Модульний контроль	0...4	1	0...4
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль проводиться у разі відмови здобувача освіти від балів підсумкового контролю й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту здобувач освіти має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з трьох питань. Максимальна сума балів, яку може отримати здобувач – 100 балів. Білет містить три питання: теоретичне питання (максимальна оцінка – 30 балів); практичне розрахункове завдання (максимальна оцінка – 50 балів); виконання лабораторного завдання (максимальна оцінка – 20 балів).

Таблиця 8.2 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

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

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру
Задовільно (60-74)

Здатен здійснювати професійну діяльність у сфері авіоніки автономно, дотримуючись відомих законів керування, допускаючи помилки які є критичними, але після зауважень має можливість виправитись. Здатен до аналізу та синтезу систем керування літальних апаратів, допускаючи помилки які є критичними, але після зауважень має можливість виправитись. Здатен математично описувати і моделювати фізичні процеси в системах керування літальних апаратів. Здатен проектувати прилади та системи авіоніки із використанням автоматизованих систем. Здатен оцінювати технічні і економічні характеристики систем та пристроїв авіоніки, але слабо орієнтуючись в економічних законах.

Добре (75-89)

Здатен здійснювати професійну діяльність у сфері авіоніки автономно, дотримуючись відомих законів керування, допускаючи помилки які не є критичними, але після зауважень має можливість виправитись. Здатен до аналізу та синтезу систем керування літальних апаратів, допускаючи помилки які не є критичними, але після зауважень має можливість виправитись. Здатен математично описувати і моделювати фізичні процеси в системах керування літальних апаратів, але при ускладненні фізичних процесів робить помилки в математичному описанні. При обговоренні помилок здатен їх виправити, отримуючи правильні відповіді. Здатен проектувати прилади та системи авіоніки із використанням автоматизованих систем. Здатен оцінювати технічні і економічні характеристики систем та пристроїв авіоніки, але слабо орієнтуючись в економічних законах.

Відмінно (90-100).

Мати знання, уміння й навички, що дадуть змогу самостійно, вільно та обґрунтовано відповідати на будь-які питання щодо проектування систем управління, інженерних, правових, екологічних, економічних та соціальних аспектів. Уміти проводити аналіз скомпонованого гнучкого автоматизованого виробництва, формувати завдання для його додаткового дослідження. Уміти організовувати фахові комунікації з потенційними користувачами та замовниками САУ літальних апаратів. Всі завдання виконувати вчасно, згідно з графіком учбового процесу.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій консультації протягом тижня після їх пропуску. Відпрацювання занять здійснюється усно у формі співбесіди за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання пропущених занять шляхом виконання індивідуального письмового завдання.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикавання джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій з дисципліни «Розробка цифрових систем управління».
2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.
3. Методичні вказівки до виконання розрахункової роботи.

Розміщення НМКД дисципліни у системі дистанційного навчання
Ментор: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=3038>

11. Рекомендована література

Базова

1. Теорія цифрових систем [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студ. / І. Р. Пархомей, В. П. Пасько, О. М. Польшакова, О. А. Стенін ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2.851 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 133с
2. Аналіз, синтез і проектування цифрових систем керування : навч. посібник / С. М. Єсаулов, О. Ф. Бабічева; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 150 с.
3. Гончаренко, Б. М. Основні поняття дискретних систем / Б. М. Гончаренко, А. П. Ладанюк, О. П. Лобок // Цифрові системи керування : навч. посібник. - Вінниця : Нова Книга, 2007. – 160 с.
4. Johnson M.A., Moradi M.H. PID Control. New Identification and Design Methods. — London: Springer, 2005. —544 p.

Допоміжна

5. Основи цифрових систем / [І. П. Барбаш, М. П. Благодарная, В. Я. Жихарев та ін.]. – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т "Харк. авіац. інс-т", 2002. – 672 с.
6. Шаруда В.Г. Практикум з теорії автоматичного управління. Навчальний посібник.-Дніпропетровськ: НДТУ, 2002.-414с.
7. 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.
8. Жукевич А.Б., Джулгаков В.Г., Жукевич О.А. Дослідження взаємного впливу між каналами управління квадрокоптером за рахунок малої приводності БПЛА. Авіаційно-космічна техніка і технологія. Науково-технічний журнал. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2022. – №5(183) – С. 68–81. ISSN: 1727-7337 doi: 0.32620/aktt.2022.5.06
9. Жукевич А.Б. Синтез систем управління електроприводами з ковзними режимами. – Сб. статей: «Відкриті інформаційні та комп'ютерні інтегровані технології», №92, 2021. – С.121-136.
10. 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.

12. Інформаційні ресурси

1. Сайт кафедри 301: -- k301.khai.edu.