

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

Кафедра Систем управління літальних апаратів (№ 301)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис)

Анатолій КУЛІК
(ім'я та прізвище)

«29» серпня 2025 р.

**СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Проектування та програмування контролерів систем управління
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: G «Інженерія, виробництво та будівництво»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: G5 "Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка"
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

Розробник: Віталій ДЖУЛГАКОВ, старший викладач каф. 301

(посада, науковий ступінь і вчене звання, ім'я та прізвище)

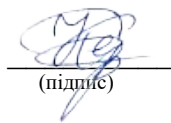


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри Систем управління літальних апаратів (№ 301)

Протокол № 1 від «28 » серпня 2025 р.

Завідувач кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Костянтин ДЕРГАЧОВ
(ім'я та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

здобувач групи 360



Олександр ГОРБАЧ
(ім'я та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Джулгаков Віталій Георгійович

Посада: старший викладач кафедри систем управління літальних апаратів (№301)

Науковий ступінь: –

Вчене звання: –

Перелік дисциплін, які викладає: Електроніка та основи схемотехніки. Мікроконтролери в системах управління. Проектування та програмування контролерів систем управління. Переддипломна практика

Напрями наукових досліджень:

Цифрові системи управління. Алгоритмічне забезпечення мікроконтролерних систем.

Контактна інформація:

e-mail: v.dzhulgakov@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна, заочна
Семестр	1
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<u>денна</u> : 4,5 кредити ЄКТС / 135 годин (56 аудиторних, з яких: лекції – 24, лабораторні – 32; СРЗ – 79). <u>заочна</u> : 4,5 кредити ЄКТС / 135 годин (6 аудиторних, з яких: лекції – 2, практичні – 4; СРЗ – 129)
Види навчальної діяльності	Лекції, лабораторні заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	<i>Відповідно до ОПП «Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів» підготовки бакалавра за спеціальністю 173 «Авіоніка»</i> : Мікроконтролери в системах управління. Проектування систем управління. Інформаційно- вимірювальні пристрої авіоніки. Приводи систем авіоніки

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

Мета вивчення – засвоєння інженерних методик проектування структури та схемо-технічної реалізації контролерів (обчислювано-керуючих модулів) і сучасних технологій розробки і тестування програмного забезпечення контролерів.

Завдання – отримання навичок аналізу технічного завдання на розробку цифрових контролерів для систем управління технічними об'єктами, обґрунтований вибір засобів схемотехнічної реалізації і узгодження інтерфейсів; засвоєння принципів розробки і тестування багатомодульного програмного забезпечення контролерів для збирання та обробки даних і формування сигналів управління у реальному часі.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати складні задачі дослідницького та/або інноваційного характеру, що виникають в процесі досліджень, проектування і експлуатації систем авіоніки.

Загальні компетентності (ЗК).

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- ЗК1. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК3. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- ЗК4. Навички здійснення безпечної діяльності.
- ЗК6. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Фахові компетентності спеціальності (ФК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- ФК2. Здатність проектувати та сертифікувати системи авіоніки та інформаційні системи літальних апаратів і наземних комплексів.
- ФК5. Здатність оцінювати технічні, економічні, екологічні, безпекові та інші ризики при проектуванні та впровадженні систем авіоніки та інформаційних систем літальних апаратів і наземних комплексів.
- ФК7. Здатність використовувати передові технології при дослідженні і проектуванні систем керування літальних апаратів, розробці апаратних та програмно-алгоритмічних засобів підвищення точності, надійності, живучості, ресурсів функціонування систем авіоніки.

Очікувані результати навчання:

ПРН1. Відшукувати необхідні дані в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах, аналізувати науково-технічну літературу у вітчизняних та закордонних джерелах для визначення стану та пошуку сучасних та перспективних розробок у професійній діяльності.

ПРН7. Розробляти алгоритми керування рухом літальних апаратів.

ПРН8. Розробляти і використовувати мікропроцесорні системи та програмні засоби моделювання для розв'язування складних задач авіоніки.

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1.

Змістовний модуль 1. Етапи, засоби і технології проектування мікропроцесорних контролерів та їх програмного забезпечення.

Тема 1. Характеристика етапів і технічного завдання на проектування мікропроцесорних контролерів.

Стисла анотація.

Технологія розробки мікропроцесорних контролерів. Магістрально-модульна організація контролера. Етапи проектування мікропроцесорного контролера. Структура та склад ТЗ на проектування системи розподілених ієрархічних контролерів. Варіанти апаратної архітектури розподілених систем управління. Критерії вибору контролера. Вибір структури та елементів процесорного блока. Інтерфейси процесорного блока. Принципи побудови багатоканальних систем збирання даних і управління.

Теми лекцій: Вступ до дисципліни «Проектування та програмування контролерів систем управління». Етапи проектування мікропроцесорного контролера і структура ТЗ. Критерії вибору контролера та його модулів. Принципи побудови багатоканальних ієрархічних систем збирання даних і управління.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій.

Тема 2. Технології автоматизованого проектування програмного забезпечення (ПЗ) контролерів.

Стисла анотація.

Задачі, що вирішуються ПЗ верхнього та нижнього рівнів керувальних комп'ютерних систем. Послідовність та взаємозв'язок етапів та засобів проектування ПЗ контролерів. Класифікація САПР функціонального ПЗ. Особливості тестування функціонального ПЗ. Апаратно-програмні засоби тестування мікроконтролерних систем. Компоненти інтегрованих середовищ розробки ПЗ. Системи візуальної розробки інтерфейсу користувача. Системи візуальної розробки алгоритмів для прикладних програм (SoftLogic- та SoftPLC-системи). Автоматизоване проектування ПЗ верхнього рівня (SCADA-

системи). Інженерні мови програмування FBD, SFC, LD, ST, IL, FC. Переваги, недоліки та сфера застосування візуальних інженерних мов.

Теми лекцій: Сучасні технології проектування програмного забезпечення контролерів. Характеристика інженерних мов програмування.

Тема лабораторного заняття: «Технологія візуального проектування функціонального програмного забезпечення контролерів».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції, підготовка до захисту лабораторних робіт.

Тема 3. Програмування алгоритмів кінцевих автоматів у реальному часі.

Стисла анотація.

Задачі управління, що потребують реалізації у вигляді кінцевих автоматів. Класифікація дискретних кінцевих автоматів, їх формалізований опис і розрахунок параметрів. Алгоритмічна реалізація кінцевих автоматів у реальному часі.

Тема лекції: «Алгоритмів кінцевих автоматів у реальному часі».

Теми лабораторних занять: «Програмна реалізація алгоритму кінцевого автомата з реакцією на зовнішні події». «Розробка та тестування програми для управління кроковим двигуном»

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції, підготовка до захисту лабораторних робіт.

Тема 4. Базові алгоритми обробки даних у цифрових контролерах.

Стисла анотація.

Типові алгоритми корегування та управління. Алгоритм релейного управління із гістерезисом. Алгоритми промислового ПІД-управління

Теми лекцій: Алгоритми попередньої обробки вхідної інформації та пост-обробки вихідної інформації контролера. Дискретна реалізація типових динамічних блоків та релейного управління з гістерезисом. Алгоритм та особливості застосування промислового ПІД-управління.

Теми лабораторних занять: Розробка алгоритму і програмної реалізації для управління термостатом. Розробка програми для промислового алгоритму ПІД-управління і дослідження особливостей управління в замкнутому контурі

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції, підготовка до захисту лабораторних робіт.

Тема 5. Особливості побудови і опису багатозадачних систем реального часу

Стисла анотація.

Вимоги до програмного забезпечення керуючих обчислювачів. Особливості побудови та програмування систем реального часу. Поняття багатозадачності, процеси і потоки. Формальна характеристика системи задач, що виконуються на одному процесорі. Функції операційних систем в

програмному середовищі реального часу. Види розкладів виконання задач. Статичний розклад без переривань. Динамічний розклад із перериваннями (багатозадачність із витисканням). Квантовано-паралельний розклад (багатозадачність без витискання). Особливості розрахунку розкладів та побудова діаграми завантаження обчислювача.

Тема лекції: Багатозадачні диспетчери для програмних систем реального часу.

Тема лабораторного заняття: «Розробка алгоритму і програмної реалізації диспетчера задач».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції, підготовка до захисту лабораторної роботи.

Модульний контроль. Модульна контрольна робота 1.

Самостійна робота здобувача освіти: підготовка до модульної контрольної роботи 1.

МОДУЛЬ 2.

Змістовний модуль 2. Проектування інтерфейсів мікропроцесорних контролерів

Тема 6. Інтерфейси бортових і промислових датчиків

Стисла анотація.

Система параметрів та характеристик промислових датчиків. Типові стандартизовані аналогові інтерфейси бортових і промислових датчиків. Функції первинної обробки сигналів та вибір їх параметрів. Аналіз працездатності датчиків та достовірності отриманої інформації. Обчислення невимірюваних параметрів алгоритмів керування.

Тема лекції: Аналогові та цифрові інтерфейси сучасних датчиків і оцінювання достовірності інформації.

Тема лабораторного заняття: «Розробка алгоритму та його програмної реалізації для управління стрічковим транспортером із варіативним набором датчиків».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції, підготовка до захисту лабораторної роботи.

Тема 7. Міжконтролерні інтерфейси систем управління.

Стисла анотація.

Класифікація апаратних інтерфейсів контролерів систем управління. Централізована та розподілена шинні архітектури. Параметри шини. Особливості організації та різновиди послідовних інтерфейсів. Параметри інтерфейсу RS-232. Базовий послідовний інтерфейс RS-485 (стандарт на електричні параметри).

Тема лекції: Апаратні інтерфейси взаємодії цифрових контролерів.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції.

Тема 8. Мультиплексні канали інформаційного обміну (МКІО).

Стисла анотація.

Вимоги до бортових мультиплексних каналів інформаційного обміну (МКІО). Загальна структура МКІО. Організація обміну інформацією. Стандарти MIL-STD-1553B та ARINC 429(629). Апаратна реалізація. Характеристики пакетів. Характеристика інтерфейсу CAN.

Тема лекції: Протоколи бортових та промислових мультиплексних каналів інформаційного обміну.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції.

Модульний контроль. Модульна контрольна робота 2.

Самостійна робота здобувача освіти: підготовка до модульної контрольної роботи 2.

5. Індивідуальні завдання

Індивідуальне завдання навчальним планом не передбачене.

6. Методи навчання

Словесні: пояснення, навчальна дискусія. Наочні: презентації. Виконання лабораторних робіт. Індивідуальні консультації.

7. Методи контролю

Поточний контроль – відповідно до змістових модулів і тем у вигляді письмового тестування; усного опитування; захист лабораторних робіт.

Підсумковий (семестровий) контроль – у вигляді письмового іспиту.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання лабораторних робіт	0...5	6	0...30
Захист лабораторних робіт	0...5	6	0...30
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Змістовний модуль 2			
Захист лабораторних робіт	0...10	1	0...10
Виконання лабораторних робіт	0...10	1	0...10
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Усього за семестр			
			0...100

Семестровий контроль (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 трьох запитань. Перше запитання – теоретичне, максимальна кількість балів становить 20. Друге запитання – задача для розв’язання, максимальна кількість балів – 40. Третє запитання – лабораторне (стендове), максимальна кількість балів – 40.

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 бали):

Здобувач володіє теоретичним матеріалом не в повному обсязі, допустив помилки у вирішенні задачі або практичного (лабораторного) завдання, його відповіді на запитання не є повними. Зменшення кількості балів в межах 68...74 бали можливе за неточні та неповні відповіді на додаткові запитання. Якщо здобувач невпевнено володіє теоретичним матеріалом вирішив задачу або практичне (лабораторне) завдання з грубими помилками, не відповів на деякі додаткові запитання, виставляється оцінка в межах 60...67 балів.

Добре (75...89 балів):

Здобувач має достатньо глибокі знання з теоретичної частини дисципліни, правильно розв’язав практичне (лабораторне) завдання, але його відповіді не є чіткими. Зменшення кількості балів можливе при неточності у формулюваннях та неповних відповідях на теоретичні або практичні запитання. Зменшення кількості балів в межах 75...89 балів можливе за неточні відповіді на теоретичні додаткові запитання.

Відмінно (90...100 балів):

Здобувач твердо знає принципи побудови та аналізу технічного завдання, систему вимог до контролера; принципи побудови каналів передачі даних, організацію фізичного, каналного та програмного інтерфейсу між окремими контролерами; стандарти на сучасні інтерфейси для побудови контролера; принципи побудови локальних обчислювальних мереж, типи протоколів передачі даних, типові схемотехнічні рішення для організації каналів зв’язку; сучасну елементну базу та параметри стандартизованих блоків для побудови контролера СУ; етапи і засоби розробки і налагодження ПЗ контролера СУ; способи програмної реалізації інформаційних зв’язків між функціональними елементами ПЗ управляючих обчислювальних систем; принципи модульно-

ієрархічної побудови комплексів програм; підходи до управління обчислювальним процесом та розподілом обчислювальних ресурсів; сучасні методи і засоби автоматизації проектування ПЗ. При цьому здобувач використовуючи знання з дисципліни, повно та правильно відповідає на всі питання, які були поставлені перед ним. У всіх відповідях студент, не допустив суттєвих неточностей, вільно користується навчальною та науково-технічною літературою з питань дисципліни. Здобувач проявляє вміння логічно і чітко скласти свою відповідь, розв'язати типову задачу та практичне завдання, а також відповідати на всі додаткові питання. Зменшення кількості балів в межах 90...100 можливе при неточних формулюваннях у відповідях на додаткові запитання.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Відпрацювання пропущених занять відбувається відповідно до розкладу консультацій, за попереднім погодженням з викладачем

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/ustanovchidokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій з дисципліни «Проектування та програмування контролерів систем управління». – 2025 р.
2. Методичні вказівки і завдання до виконання лабораторних робіт. – 2025 р.
3. Інтегроване середовище **Visual MCStudio**. Інструкція користувача.
4. Універсальна учбова мікроконтролерна система УНМС. Технічний опис.
5. Системне програмне забезпечення УНМС. Бібліотека службових підпрограм. Інструкція користувача.
6. Джулгаков, В.Г. Мікроконтролери в системах керування. Microprocessor Control Systems [Текст] : Навч. посіб. до лаб. робіт (українською та англійською мовами) / В. Г. Джулгаков. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. – 144 с.

Все методичне забезпечення в електронному вигляді розміщене на сервері каф. 301. Автор всіх розробок – ст. викл. каф. 301 Джулгаков В.Г. Шлях для ознайомлення і скачування:

<https://drive.google.com/drive/folders/1okK3Mu9vgKR9wzfn94LumJfVMMAD9cls>

Розміщення НКМД дисципліни у системі дистанційного навчання Ментор:

<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=2999>

11. Рекомендована література

Базова

1. Трегуб, В.Г. Проектування систем автоматизації. / В.Г. Трегуб. – Навч. посібник. – К. : Видавництво Ліра-К, 2019. – 344 с.
2. Харченко, В.П. Авіоніка. / В.П. Харченко, І.В. Остроумов – Навч. посібник. – К. : Національний авіаційний університет, 2012. – 272 с.
3. Проектування цифрових контролерів. / В.Г. Джулгаков, К.І. Руденко. – Навч. посібник. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харьк. авіац. ін-т», 2008. – 100 с.
4. Невлюдов, І.Ш. Технологія програмування промислових контролерів в інтегрованому середовищі CODESYS: Навчальний посібник / І.Ш. Невлюдов, С.П. Новоселов, О.В. Сичова. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – 264 с.
5. Міжнародний стандарт ІЕС 61131-3. Програмовані контролери. Мови програмування.
6. Military avionics systems / Ian Moir and Allan G. Seabridge. – John Wiley & Sons, Ltd., 2006. – 538 p.
7. Civil avionics systems / Ian Moir and Allan G. Seabridge. – Professional Engineering Publishing, UK, 2003. - 443 p.
8. Integrated Modular Avionics Development Guidance and Certification Considerations // RTO-EN-SCI-176/ – René L.C. Eveleens – National Aerospace Laboratory NLR, 2016.

Допоміжна

1. Рациональне управління працездатністю макетного блока електродвигунів-маховиків [Текст] / В. Г. Джулгачов, К. Ю. Дергачов, А. С. Кулік та ін. : за заг. ред. А. С. Куліка. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіаці. ін-т», 2023. – 224 с. ISBN 978-966-662-900-8
2. Розподіл обчислювальних ресурсів в модульній авіоніці / Головкіна Л. В., Зайченко О. Б. //Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія «Електроенергетика та перетворювальна техніка», 2019. – № 1. – С. 17-21.
3. Зозуля, В., Осадчий, С., Тимошенко, Г. Інформаційна технологія модельно-орієнтованого проектування контролеру реального часу // Automation of Technological and Business Processes, (2023) – № 15(1). С. 1-10.

12. Інформаційні ресурси

1. Сайт кафедри 301: k301.khai.edu.
2. Офіційний сайт провідного виробника мікроконтролерів: www.atmel.com