

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

Кафедра Систем управління літальних апаратів (№ 301)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



Володимир СВИЩ
(ім'я та прізвище)

«29» серпня 2025 р.

**СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ
HAВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Адаптивні системи управління літальними апаратами
(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: третій (освітньо-науковий)

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

Розробник:

Завідувач кафедри 301, к.т.н., с.н.с.
(науковий ступінь і вчене звання)

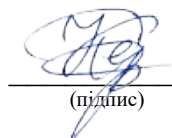

(підпис)

Костянтин ДЕРГАЧОВ
(ім'я та прізвище)

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

Протокол № 1 від «28 » серпня 2025 р.

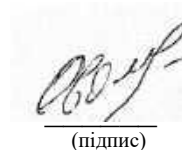
Завідувач кафедри к.т.н., с.н.с.
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Костянтин ДЕРГАЧОВ
(ім'я та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

здобувач групи 173-301-3


(підпис)

Євген ОВДІЮК
(ім'я та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Дергачов Костянтин Юрійович

Посада: завідувач кафедри систем управління літальних апаратів (№301)

Науковий ступінь: – кандидат технічних наук

Вчене звання: – старший науковий співробітник

Перелік дисциплін, які викладає: Основи навігації, Обробка даних засобами Python, Сучасні системи супутникової навігації, Проектування інтелектуальних транспортних систем

Напрями наукових досліджень:

Рациональне керування складними технічними об'єктами. Системи технічного зору

Контактна інформація:

e-mail: k.dergachov@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	1
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	5 кредитів ЄКТС / 150 годин (64 аудиторних, з яких: лекції – 32, практичні – 32; СРЗ – 86).
Види навчальної діяльності	Лекції, виконання практичних робіт, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, захист практичних робіт, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	Сучасні методи побудови і моделювання систем управління, Проєктування та програмування контролерів систем управління, Проєктування автономних навігаційних систем

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

Мета вивчення – Забезпечити формування у здобувачів системних знань і практичних компетентностей щодо принципів побудови, математичного опису та реалізації адаптивних систем управління літальними апаратами, а також розвитку вмінь проєктувати, аналізувати й оцінювати їх ефективність в умовах змін параметрів, невизначеності та зовнішніх збурень.

Завдання – Опанування теоретичних засад адаптивного керування, засвоєння методів побудови математичних моделей ЛА в умовах невизначеності, вивчення алгоритмів самоадаптації та робастного керування, набуття навичок синтезу й аналізу адаптивних регуляторів, дослідження їх стійкості та якості, а також практичне відпрацювання застосування адаптивних систем для компенсації параметричних збурень, змін аеродинамічних характеристик і зовнішніх впливів у польоті

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати складні інженерні задачі керування літальними апаратами шляхом обґрунтованого вибору, розроблення та аналізу адаптивних систем управління, що забезпечують стійкість, точність і ефективність польоту в умовах невизначеності, змін параметрів та зовнішніх збурень, із використанням сучасних математичних методів і прикладних інструментів авіаційної автоматики.

Загальні компетентності (ЗК).

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел

ЗК03. Здатність працювати в міжнародному контексті.

Фахові компетентності спеціальності (ФК)

СК01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у галузі авіоніки та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях.

СК05. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в галузі авіоніки, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

Очікувані результати навчання:

ПРН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання в галузі авіоніки і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

ПРН03. Уміти формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень (опитувань, спостережень) і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

ПРН04. Уміти 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 галузі авіоніки та дотичних міждисциплінарних напрямках.

ПРН05. Уміти планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження в галузі авіоніки та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

ПРН07. Уміти розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми галузі авіоніки з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

ПРН10. Здійснювати пошук та критичний аналіз інформації, концептуалізацію та реалізацію наукових проєктів в галузі авіоніки.

ПРН12. Знати сучасні підходи та засоби моделювання досліджуваних об'єктів та процесів управління, в тому числі в аерокосмічній галузі, уміти створювати нові, вдосконалювати та розвивати методи математичного і комп'ютерного моделювання складних систем, оптимізації та прийняття рішень

ПРН13. Знати, розуміти та уміти застосовувати методи та засоби створення інформаційних технологій в галузі авіоніки.

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1. Концепція побудови систем адаптивного управління літальними апаратами.

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни. Предмет та об'єкт дослідження.

Стисла анотація.

Аргументація адаптивного підходу до раціонального управління літальними апаратами. Тенденції парірування невизначеності при реалізації

управління літальними апаратами. Поняття та положення адаптивного управління об'єктами.

Тема лекції: Вступ до навчальної дисципліни. Предмет та об'єкт дослідження.

Тема практичного заняття: побудова математичних моделей руху літальних апаратів. Лінеаризація математичних моделей руху літальних апаратів.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до захисту практичної роботи.

Тема 2. Аналіз властивостей об'єктів адаптивного управління.

Стисла анотація.

Традиційні моделі функціональних елементів систем автоматичного управління. Моделі об'єктів адаптивного управління. Аналіз перетворювальних властивостей моделей об'єктів адаптивного управління. Діагностичні логічні моделі.

Тема лекції: Аналіз властивостей об'єктів адаптивного управління.

Тема практичного заняття: побудова моделей функціональних елементів систем автоматичного управління.

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

Тема 3. Сигнально-параметричне діагностування об'єктів адаптивного управління.

Стисла анотація.

Джерела сигнально-параметричного діагностування. Виявлення дестабілізації. Локалізація фрагментів дестабілізації. Визначення типів впливів дестабілізації.

Тема лекції: Сигнально-параметричне діагностування об'єктів адаптивного управління.

Тема практичного заняття: Ідентифікація видів впливів дестабілізації.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до практичної лабораторної роботи.

Тема 4. Відновлення працездатності об'єктів адаптивного управління

Стисла анотація.

Основні положення синтезу керувань за допомогою функцій А.М.Ляпунова. Синтез алгоритмів параметричної підстройки. Синтез алгоритмів сигнальної підстройки. Синтез алгоритмів реконфігурації апаратури. Управління реконфігурацією алгоритмів

Тема лекції: Відновлення працездатності об'єктів адаптивного управління

Тема практичного заняття: Синтез алгоритмів сигнальної підстройки.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до захисту практичної роботи.

Модульний контроль. Модульна контрольна робота 1.

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

МОДУЛЬ 2. Адаптивне управління працездатністю систем та агрегатів літальних апаратів

Тема 5. Адаптивне управління працездатністю блоку гіроскопічних датчиків моделей літальних апаратів

Стисла анотація.

Призначення, устрій та функції моделей, що літають. Блок вимірювачів, призначення, устрій, принцип дії. Діагностичне забезпечення фрагмента блоку вимірювачів. Діагностичне забезпечення блоку вимірювачів. Відновлення працездатності блоку вимірювачів.

Тема лекції: Адаптивне управління працездатністю блоку гіроскопічних датчиків моделей літальних апаратів

Тема практичного заняття: відновлення працездатності блоку вимірювачів.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до захисту практичної роботи.

Тема 6. Адаптивне управління працездатністю блоку електромаховічних приводів

Стисла анотація.

Призначення, принцип дії та устрій електромаховічних приводів. Математичний опис номінального режиму функціонування. Діагностичне забезпечення блоку електромеханічних приводів.

Тема лекції: Адаптивне управління працездатністю блоку електромаховічних приводів

Тема практичного заняття: Відновлення працездатності блоку електромеханічних приводів.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до захисту практичної роботи.

Тема 7. Адаптивне управління працездатністю літальних апаратів.

Стисла анотація.

Причини порушення працездатності літальних апаратів як об'єктів керування. Математичний опис номінального руху літальних апаратів. Діагностичне забезпечення літальних апаратів.

Тема лекції: Адаптивне управління працездатністю літальних апаратів.

Тема практичного заняття: Відновлення працездатності літальних апаратів.

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

Тема 8. Адаптивне управління працездатністю блоку навігаційно-вимірювальних систем літальних апаратів

Стисла анотація.

Призначення та склад навігаційно-вимірювальних систем літальних апаратів. Принципи роботи інерціальних, супутникових та комбінованих навігаційних модулів. Джерела похибок і відмов, що впливають на точність навігації. Методи діагностування порушень у роботі навігаційних сенсорів і обчислювальних модулів. Адаптивні алгоритми компенсації похибок, фільтрації та корекції навігаційних даних. Підходи до відновлення працездатності системи в умовах часткових несправностей.

Тема лекції: Адаптивне управління працездатністю блоку навігаційно-вимірювальних систем літальних апаратів

Тема практичного заняття: Відновлення працездатності навігаційного фрагмента інерційно-супутникової системи.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до захисту практичної роботи.

5. Методи навчання

Словесні: лекція, навчальна дискусія. Практичні: Виконання практичних робіт. Індивідуальні консультації.

5. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання не передбачені навчальним планом

7. Методи контролю

Поточний контроль – відповідно до змістових модулів і тем у вигляді письмового опитування; усного опитування; захисту практичних робіт, модульний контроль. Підсумковий (семестровий) контроль – у вигляді іспитів.

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
Семестр 4			
Змістовний модуль 3			
Виконання і захист практичних робіт	0...10	4	0...40

Модульний контроль	0...10	1	0...10
Змістовний модуль 4			
Виконання і захист практичних робіт	0...10	5	0...50
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Усього за семестр		0...100	

Семестровий контроль (залік) 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.

Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів. Білет для заліку складається з одного теоретичного питання (30 балів), одного практичного питання (30 балів) та одного лабораторного завдання, яке необхідно виконати на комп'ютері (40 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 бали):

Здобувач слабо володіє теоретичним матеріалом, має мінімум знань та умінь, допускає помилки у вирішенні практичних завдань. Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання, має не впевнені практичні навички роботи зі схемотехніки. Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе за неточні та неповні відповіді на теоретичні та практичні запитання.

Добре (75÷89 балів):

Здобувач має достатньо глибокі знання з теоретичної частини дисципліни. Захистив всі практичні, лабораторні завдання та індивідуальне завдання, виконав усі модульні завдання з оцінкою «добре», має практичні навички роботи зі схемотехніки. Правильно розв'язує практичні завдання, але його відповіді не є чіткими. Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неповних відповідях на теоретичні або практичні запитання.

Відмінно (90÷100 балів):

Здобувач твердо знає: базові поняття і принципи, що відносяться до дисципліни «Адаптивні системи управління літальними апаратами». Захистив всі

практичні, виконав усі модульні завдання з оцінкою «відмінно», має тверді практичні навички роботи зі схемотехніки. Вільно користується навчальною та науково-технічною літературою з питань дисципліни. Вміє логічно і чітко скласти свою відповідь, розв'язати практичне та лабораторне завдання. Зменшення кількості балів в межах оцінки можливе при неточних формулюваннях у відповідях на додаткові запитання, які були поставлені перед ним.

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/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій з дисципліни «Адаптивні системи управління літальними апаратами».

2. НМКД в електронному вигляді розміщене на хмарному сервері кафедри 301 за посиланням:

https://drive.google.com/drive/folders/18MTxCo92nvlbKubxvfJZGn3GbU50fr_

Посилання на НМКД дисципліни в системі дистанційного навчання Ментор: <https://mentor.khai.edu/mod/attendance/take.php?id=113898&sessionid=328084&groupouptype=50731>

11. Рекомендована література

Базова.

1. Барсов В.І. Математичні методи та технічні засоби АСУ. Підручник для студентів ВНЗ. - Х.: МОН, УПА, 2012. – 302 с.
2. Бесекерський 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.Джуглаков та ін.; під заг.ред. А.С.Куліка, В.Ф.Сімонова. – Харків, Нац.аерокосм.ун-т «Харк.нац.ін-т», 2009 – 206 с.
5. Kulik A., Dergachov K., Pasichnik S. Алгоритми стабілізації та позиціонування двоколісного експериментального балансуєчого зразка //International Scientific Technical Journal" Problems of Control and Informatics". – 2025. – Т. 70. – №. 2. – С. 5-21.
6. Dzhulgakov, V., Dergachov, K., Kulik, A., Nechiporuk, M., Pasichnyk, S., & Petrenko, V. (2023). Rational control of operability of the model unit of electric flywheel motors.
7. 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.
8. Sushchenko O. et al. Algorithms for design of robust stabilization systems //International Conference on Computational Science and Its Applications. – Cham : Springer International Publishing, 2022. – С. 198-213.
9. Kulik A. Intelligent Transport System in Aerospace Engineering [Текст] / А. Kulik, K. Dergachov // In Intelligent Transportation Systems—Problems and Perspectives. Springer International Publishing, 2016. (pp. 243-303).
- 10.Кулік А.С. Раціональна інтелектуалізація управління літальними апаратами (анг. мовою) [Текст] / А.С. Кулік. // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2016.–№5.–С. 195-200.
- 11.Dergachov K., Kulik A. Rational Adaptation of Control Systems for the Autonomous Aircraft Motion //Handbook of Research on Artificial Intelligence Applications in the Aviation and Aerospace Industries. – IGI Global, 2020. – С. 36-65.
- 12.Кулік, А.С. Комп'ютерне навчання відмовостійкості блоку гіроскопічних датчиків [Текст] / Навч. посіб. для практичних занять / А.С. Кулік., А.Г. Чухрай., О.В. Гавриленко., Х.П. Мартинес-Бастиде. – Х: Нац. аерокосм.ун-т ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», 2018 – 165 с.

13. Intelligent Transportation Systems – Problems and Perspectives. Studies in Systems, Decision and Control 32. Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer. 2016. – Intelligent transport system in Aerospace Engineering. Part II.– P.243-314. ISBN 978-3-319-19149-2.
14. Кулик, А.С. Rational Intellectualization of the Aircraft Control: Resources-Saving Safety Improvement [Текст] / А. С Kulik // Green IT Engineering: Components, Networks and Systems Implementation. Part II Green Mobile and Embedded Control Systems: Power Consumption, Security and Safety Issues, Berlin, Germany.– 2017– PP. 151-192.
15. Dergachov K., Kulik A., Zymovin A. Environments Diagnosis by Means of Computer Vision System of Autonomous Flying Robots //Automated Systems in the Aviation and Aerospace Industries. – IGI Global, 2019. – PP. 115 – 137. (розділ монографії) <https://www.igi-global.com/gateway/chapter/223726>
16. Dergachov, Konstantin, and Anatolii Kulik. "Ensuring the Safety of UAV Flights by Means of Intellectualization of Control Systems." Cases on Modern Computer Systems in Aviation. IGI Global, 2019. – PP. 287 – 310. (розділ монографії) <https://www.igi-global.com/chapter/ensuring-the-safety-of-uav-flights-by-means-of-intellectualization-of-control-systems/222194>
17. Dergachov K., Kulik A Rational Adaptation of Control Systems for the Autonomous Aircraft Motion (розділ монографії) //Handbook of Research on Artificial Intelligence Applications in the Aviation and Aerospace Industries. – IGI Global, 2020. С. 36-65 <https://www.igi-global.com/book/handbook-research-artificial-intelligence-applications/232757>
18. Dergachov, K., & Kulik, A. (2021). Impact-Resistant Flying Platform for Use in the Urban Construction Monitoring. In Methods and Applications of Geospatial Technology in Sustainable Urbanism (pp. 520-551). IGI Global.

Допоміжна

1. Мокін, Б. І. Математичні методи ідентифікації динамічних систем : навчальний посібник / Б. І. Мокін, В. Б. Мокін, О. Б. Мокін. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 260 с.
2. Фурман І.О., Малиновський М.Л., Джулгачов В.Г. та ін. Мікроелектронні засоби програмного керування / Під заг. Ред. І.О. Фурмана: Підручник для студентів ВНЗ. Харків: Факт, 2007. – 486 с.
3. Теорія автоматичного автоматичного управління [Текст] : навч. посіб. до лаб. робіт / А.С. Кулік, С.М. Пасічник. – Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. – 88 с.

4. A. Kulik, K. Dergachov, S. Pasichnik, Yu. Nemshilov, E. Filipovich. Algorithms for control of longitudinal motion of a two-wheel experimental sample [Текст] // «Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – № 2/98. – 2021. – С. 16 – 30.
5. A. Kulik, S. Pasichnik, D. Sokol. Modeling of physical processes of energy conversion in small-sized vortex energy separators [Текст] // «Авіаційно-космічна техніка і технологія. – № 1/169. – 2021. – С. 20 – 30.
6. Kulik, A., Dergachov, K., Pasichnik, S., Yashin, S. Motions models of a two-wheeled experimental sample [Text] // Radioelectronic and Computer Systems, 2021, (1), P. 40–49.
7. A. Kulik, S. Pasichnik, D. Sokol. Modeling of physical processes of energy conversion in small-sized vortex energy separators [Текст] // «Авіаційно-космічна техніка і технологія. – № 1/169. – 2021. – С. 20 – 30.

12. Інформаційні ресурси

1. Сайт кафедри 301: k301.khai.edu.