

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи

В.В. Павліков

(підпис)

(ініціали та прізвище)

« 30 » 08 2020 р.

Відділ аспірантури і
докторантури

РОБОЧА ПРОГРАМА
ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Адаптивні системи управління

Галузь знань: 15 Автоматизація та приладобудування

Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітньо-наукова програма «Автоматизація, приладобудування та комп'ютерно-інтегровані технології»

Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

Форма навчання: денна
денна/заочна

Харків – 2020

РОБОЧА ПРОГРАМА
ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Адаптивні системи управління

для здобувачів за спеціальністю 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
освітньо-наукової програми Автоматизація, приладобудування та комп'ютерно-інтегровані технології

«28» 08 2020 р., – 12 с.

Розробник: зав. каф. 305, д.т.н., проф.
(посада, науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

Собчак А.П.
(прізвище та ініціали)

Гарант ОНП: проф. каф. 301, д.т.н., проф.
(посада, науковий ступінь та вчене звання)

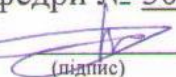


(підпис)

Барсов В. І.
(прізвище та ініціали)

Протокол №1 від «28» 08 2020 р. засідання кафедри № 305

Завідувач кафедри: зав. каф. 305, д.т.н., проф.
(посада, науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

Собчак А.П.
(прізвище та ініціали)

ПОГОДЖЕНО:

Завідувач відділу
аспірантури і докторантури



В. Б. Селевко

Голова наукового товариства
студентів, аспірантів,
докторантів і молодих вчених



Т. П. Старовойт

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів –7	Галузь знань <u>15 “Автоматизація та приладобудування”</u> Спеціальність <u>151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології»</u> Рівень вищої освіти: <u>третій (освітньо-науковий)</u>	Вибіркова
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 2		2020/ 2021
Індивідуальне завдання _____ (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 96/210		2-й
		Лекції ¹⁾
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 6 самостійної роботи студента – 8		<u>32</u> години
		Практичні
		<u>32</u> години
		Лабораторні ¹⁾
		<u>32</u> години
		Самостійна робота
		<u>114</u> годин
	Вид контролю	
	Іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 96/114.

* Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: формування у здобувачів знань, навичок і умінь, необхідних для аналізу, синтезу та дослідженню сучасних систем управління зокрема літальними апаратами з використанням засобів обчислювальної техніки.

Завдання: отримання навичок і умінь, необхідних для виконання науково-дослідницьких і розрахункових робіт по створенню новітніх систем управління літальними апаратами (оптимальних, адаптивних та інтелектуальних).

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми здобувачі повинні досягти таких **компетентностей**:

- здатність шукати, обробляти та аналізувати інформацію з адаптивних системи управління та за напрямком власного наукового дослідження (ЗК01–02);
- здатність до виявлення проблем та аналізу сучасних систем управління для дослідження їх параметрів та створення нових систем (ЗК01, ЗК03, СК01, СК05);
- здатність до синтезу нових систем управління шляхом застосування методів побудови адаптивних систем, сучасних інформаційних технології та спеціалізованого програмного забезпечення (ЗК01, ЗК04, СК01, СК03, СК05);
- здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень за напрямом адаптивних систем (СК02–03);
- здатність застосовувати і розвивати фундаментальні знання з адаптивних систем, теорії автоматичного керування та алгоритмів ідентифікації та оптимізації, чисельні методи;
- здатність розробляти і реалізовувати інноваційні проекти у сфері адаптивних систем та за напрямком власного наукового дослідження (СК06);
- здатність до застосування сучасних методологій, методів та інструментів педагогічної та наукової діяльності у сфері автоматизації (СК09).

Програмні результати навчання:

- вміти застосовувати та критично аналізувати інформацію за фахом в спеціалізованій літературі, використовуючи різноманітні ресурси (ПРН06, ПРН10);
- здатність вирішувати проблеми та розробляти сучасні системи адаптивного управління, у тому числі інтелектуальні, з використанням сучасних комп'ютерно-інтегрованих технологій (ПРН05–06, ПРН13);
- вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми сфери автоматизації та адаптивних системи управління (ПРН02);
- розробляти та реалізовувати наукові та інноваційні інженерні проекти у сфері адаптивних систем та за напрямком власного наукового дослідження (ПРН07), впроваджувати їх в навчальний процес (ПРН09);
- вміти створювати нові, вдосконалювати та розвивати методи

математичного і комп'ютерного моделювання адаптивних систем управління (ПРН12);

- застосовувати сучасні методології, методи та інструменти педагогічної та наукової діяльності у сфері автоматизації.

Міждисциплінарні зв'язки: Обробка та аналіз результатів наукових досліджень з використанням ІТ. Іноземна мова. Управління науковими проектами. Моделі та методи створення інформаційно-вимірювальних систем. Науково-прикладні питання проектування інформаційно-вимірювальних систем.

2. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Основні поняття про принципи функціонування адаптивних систем управління

Тема 1. Загальні поняття щодо адаптивних систем. Системи автоматичного керування з пасивною адаптацією. Робоча та початкова інформація в системах автоматичного управління. Ідентифікація об'єктів управління. Математичні моделі об'єктів управління зі змінними та невизначеними параметрами. Поняття щодо адаптивних систем. Структура адаптивних систем управління. Основні принципи побудови контурів адаптації. Класифікація адаптивних систем. Постановка задачі синтезу адаптивних систем управління. Системи автоматичного управління з двома ступенями свободи. Системи, стійкі при нескінченному коефіцієнті підсилення. Параметричні, інваріантні та компенсаційні системи. Релейна автоколивальна система. Системи зі змінною структурою. Неперервні екстремальні системи. Дискретні екстремальні системи. Методи пошуку екстремуму в багатоканальних екстремальних системах.

Тема 2. Самонастроюванні системи. Аналітичні самонастроюванні системи. Ідентифікація динамічних ланцюгів системи. Методи та алгоритми, використовувані в самонастроюваних адаптивних системах управління. Детерміновані обчислювальні алгоритми. Методи статистичної оптимізації, Алгоритми стохастичної апроксимації. Автоколивальні самонастроюванні системи. Самонастроювання система зі стабілізацією частотних характеристик, частоти зрізу та запасу стійкості за фазою. Системи екстремального регулювання. Загальні принципи побудови адаптивних систем з еталонною моделлю. Структура основного контуру. Алгоритми настроювання параметрів у адаптивній системі з явною еталонною моделлю та неявною еталонною моделлю.

Тема 3. Адаптивні системи з ідентифікатором. Загальні поняття щодо адаптивних систем з ідентифікатором. Оцінка параметрів методом найменших квадратів. Умови ідентифікованості в замкненому контурі. Синтез регуляторів, мінімізуючи дисперсію. Синтез регуляторів за заданим розміщенням полюсів основного контуру. Приклад адаптивної системи з

ідентифікатором.

Тема 4. Адаптивні системи з настроюваною моделлю об'єкта управління. Ідентифікація об'єкта з допомогою настроюваної моделі. Побудова настроюваної моделі на основі ортогональних функцій. Адаптивні спостережні пристрої. Приклад синтезу адаптивного спостережного пристрою.

Тема 5. Застосування градієнтних методів при створенні адаптивних систем. Сучасні тенденції та перспективи розвитку теорії адаптивних систем управління. Алгоритми швидкісного градієнта та умови їх застосування. Робастність алгоритмів швидкісного градієнта. Алгоритми швидкісного градієнта в системах с явною еталонною моделлю. Алгоритми с швидкісного градієнта в системах с неявною еталонною моделлю. Сучасні тенденції та перспективи розвитку теорії адаптивних систем управління. Концепція багато режимного управління. Комбінування адаптивного й робастного управлінь. Адаптивні нейромережні системи управління. Типові структури с навчаємою багатошаровою нейронною мережею.

Модуль 2.

Змістовний модуль 2. Системи керування зі штучним інтелектом

Тема 6. Інтелектуальні системи керування. Інтелектуальні системи керування. Самоорганізовані системи. Системи з самонавчанням. Штучні нейронні мережі. Формальна (чітка) логіка. Нечітка (фаззі-логіка). Основні поняття. Операції з нечіткими лінгвістичними змінними. Правило нечітких висновків. Основні принципи побудови нечітких систем керування. Передатні характеристики пристроїв керування. Синтез нечітких систем керування. Нечіткі нейронні мережі в системах керування.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Денна форма				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Основні поняття про принципи функціонування адаптивних систем управління					
1. Загальні поняття щодо адаптивних систем.	30	4	4	4	18
2. Самонастроювані системи.	38	6	6	6	20
3. Адаптивні системи з ідентифікатором.	36	6	6	6	18
4. Адаптивні системи з настроювальною моделлю об'єкта управління.	35	4	4	6	21
5. Застосування градієнтних методів пристворенні адаптивних систем.	35	6	6	6	17
Разом за змістовим модулем 1	174	26	26	28	94
Модуль 2					
Змістовий модуль 2. Системи керування зі штучним інтелектом					
6. Інтелектуальні системи управління.	36	6	6	4	20
Разом за змістовим модулем 2	36	6	6	4	20
Усього годин	210	32	32	32	114

4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
	Разом	

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення динамічних показників функціонування адаптивних систем управління.	4
2	Визначення динамічних показників функціонування дискретної екстремальної системи.	4

3	Синтез корегувального пристрою самонастроюваної системи.	4
4	Визначення передавальної функції корегувальної ланки для подавлення автоколивань у релейних схемах.	4
5	Вивчення адаптивної системи управління з сигнальним самонастроюванням.	4
6	Вивчення адаптивних властивостей систем зі змінною структурою.	4
7	Вивчення самонастроювальних систем з еталонною моделлю.	4
8	Вивчення характеристик коливального процесу самонастроювальних систем.	4
	Разом	32

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження пошукової самонастроюваної системи.	4
2	Дослідження адаптивної системи управління з двоканальним корегувальним пристроєм.	4
3	Дослідження адаптивної цифрової системи управління з еталонною моделлю.	4
4	Дослідження адаптивної цифрової системи управління з ідентифікацією частотним методом.	4
5	Дослідження адаптивної цифрової системи управління на основі псевдолінійного корегувального пристрою з фазовим випередженням.	4
6	Дослідження руху врівноваженого вільного гіроскопу.	4
7	Дослідження моделі функціонування фізичного маятника.	4
8	Дослідження моделі руху трьох тіл в умовах дії сил гравітації.	4
	Разом	32

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Системи автоматичного управління з двома ступенями свободи.	8

2	Системи, стійкі при нескінченному коефіцієнті підсилення.	8
3	Алгоритми настроювання параметрів в адаптивній системі з явною еталонною моделлю.	11
4	Алгоритми настроювання параметрів в адаптивній системі з неявною еталонною моделлю.	8
5	Синтез регуляторів, мінімізуючих значення дисперсії.	10
6	Синтез регуляторів по заданому розміщенню полюсів основного контуру.	11
7	Побудова настоюваної моделі на основі ортогональних функцій.	10
8	Адаптивні спостережні пристрої.	8
9	Алгоритми швидкісного градієнту в системах з явною еталонною моделлю.	10
10	Алгоритми швидкісного градієнту в системах з неявною еталонною моделлю.	10
11	Синтез нечітких систем керування.	12
12	Нечіткі нейронні мережі в системах керування.	8
	Разом	114

8. Індивідуальні завдання

9. Методи навчання

Проведення аудиторних занять (лекцій, лабораторних робіт та практичних занять), оформлення та захист лабораторних робіт, консультації за розкладом кафедри та індивідуальні (при необхідності), самостійна робота здобувачів за темами з рекомендованими методичними матеріалами.

10. Методи контролю

Проведення поточного контролю вивчення дисципліни (опитування на лекційних заняттях), письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту. Засоби діагностики успішності навчання: проведення поточного експрес-тестування, модульного контролю.

11. Розподіл балів, які отримують здобувачі

12.1 Розподіл балів, які отримують аспіранти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття	Кількість занять	Сумарна кількість балів
----------------------------	----------------------	------------------	-------------------------

Змістовний модуль 1			
Виконання і захист практичних занять	5..8	7	35...56
Модульний контроль	14...24	1	14...24
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист практичних занять	5..8	1	5...8
Модульний контроль	6...12	1	6...12
Усього за семестр			60...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до заліку. Під час складання семестрового заліку аспірант має можливість отримати максимум 100 балів.

12.2 Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- основні принципи побудови та структура адаптивних систем;
- постановка задачі синтезу адаптивної системи;
- математичний опис різних адаптивних систем;
- ідентифікація в адаптивних системах;
- алгоритми синтезу адаптивних регуляторів.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- побудувати структуру та математичну модель адаптивної САУ;
- виконувати аналіз та синтез адаптивної САУ;
- використання сучасних методів досліджень адаптивних систем;
- застосовування адаптивних алгоритмів або систем у власних розробках.

12.3 Критерії оцінювання роботи аспіранта протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати всі практичні та лабораторні роботи. Вміти поняття і уявлення всіх розглянутих тем..

Добре (75-89). Твердо мати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати всі практичні та лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти вірно поставити задачу і визначити шляхи її вирішення.

Відмінно (90-100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Орієнтуватися у рекомендованих методичних матеріалах та літературі.

Досконально знати усі теми та вміти застосовувати одержані знання для проектування та дослідження адаптивних систем.

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

12. Методичне забезпечення

1. Білоконська Ю. В., Фірсов С. М. Функціональна стійкість в теорії автоматичного керування. Навч. посібник – Х.: ХАІ, 2017. – 96 с.
2. Фірсов, С. М. Спеціальні розділи теорії автоматичного керування [Електронний ресурс] : навч. посіб. для самост. роботи / С. М. Фірсов, С. Б. Кочук, Ю. В. Білоконська. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. – 134 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Попович, М. Г., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування: Підручник / М. Г. Попович, О. В. Ковальчук. – К.: Либідь, 2007. - 656 с.
2. Ладанюк, А. П. Теорія автоматичного керування: курс лекцій : частина друга. – К.: НУХТ, 2006 –169 с.
3. Тютюнник, А.Г. Оптимальні і адаптивні системи автоматичного керування. – Житомир: ЖІТІ, 1998. – 512 с.

Допоміжна

1. Симонов, В. Ф., Дибська І. О. Оптимальні й адаптивні системи керування: навч. посіб. до лаб. практикуму / В. Ф. Симонов, І. О. Дибська. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2007. – 36 с.
2. Зайцев, Г. Ф., Стеклов В. К., Бріцький О. І. Теорія автоматичного управління. Підручник / Г. Ф. Зайцев, В. К. Бріцький, О. І. Бріцький. – К.: Техніка, 2002 – 688 с.
3. Семенцов, Г. Н. Інтегровані та адаптивні системи керування : конспект лекцій / Г. Н. Семенцов, І. І. Чигур, Я. Р. Когуч, М. М. Дранчук. – 2-

є вид. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2010. - 65 с.

4. Тютюнник, А.Г. Оптимальні і адаптивні системи автоматичного керування. Практикум: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / А. Г. Тютюнник. – Житомир: ЖІТІ, 2002. – 420 с.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри: k305@khai.edu

Сайт університету: khai.edu