

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова**

Факультет електропостачання і освітлення міст

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету ЕОМ

(Білецький І.В.)



2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

Адаптивне управління в системах міського господарства


вид	<i>вибіркова, ВКП 1</i>
семестр	<i>2</i>
кількість кредитів ЄКТС	<i>8,0</i>
форма підсумкового контролю	<i>Екзамен</i>
мова викладання, навчання та оцінювання	<i>українська</i>
кафедра	<i>Автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій</i>

для здобувачів вищої освіти:

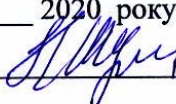
рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
галузь знань	<i>15 Автоматизація та приладобудування</i>
спеціальність	<i>151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології</i>
освітня програма	<i>«Системна інженерія»</i>
форма навчання	<i>денна</i>

2020 – 2021 НАВЧАЛЬНИЙ РІК

Розробники:


Прізвище та ініціали	Посада, email	Науковий ступінь, вчене звання	Підпис
Арсеньєва О.П.	професор кафедри хімії та інтегрованих технологій, olga.arsenyeva@kname.edu.ua	Доктор технічних наук, професор	

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Протокол від « 01 » 09 2020 року № 1
Завідувач кафедри  (Шульга Н.В.)

Робоча програма дисципліни відповідає освітній програмі:

Освітньо-професійна програма «Системна інженерія»
151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Гарант освітньої програми  (Тімофєєв В.О.)

1. Мета дисципліни

дати студентам знання за математичною теорією адаптивних систем управління, синтезованих для моделей об'єктів описуваних стохастичними диференціальними рівняннями та стохастичними різноманітними рівняннями; дати студентам навички вирішення практичних завдань адаптації.

2. Міждисциплінарні зв'язки

Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на базові знання математичного аналізу та основ інформатики, студент повинен знати диференціальні рівняння, дискретну математику, теорію ймовірності та математичну статистику, чисельні методи та методи оптимізації; є попередньою для переддипломної практики. Студент повинен вивчити математичні методи, що використовуються при синтезі адаптивних систем управління динамічними об'єктами; навчитися використовувати вивчені методи для вирішення конкретних завдань адаптації в стохастичних динамічних системах.

3. Результати навчання

Програмний результат навчання	Методи навчання	Форми оцінювання	Результати навчання за дисципліною
РН 13. Проектувати сучасні автоматизовані системи управління міського господарства на основі математичних методів та комп'ютерних технологій з використанням баз даних, баз знань та ситуаційного управління. РН 15. Знати теоретичні та практичні основи	Репродуктивний, пояснювально-ілюстративний, пошуково-дискусійний	письмовий контроль практична перевірка умінь; проведення колоквиумів, прослуховування доповідей із самостійно вивчених тем тощо.	РН-13.1 Знати термінологію, основні поняття та визначення адаптивних систем; РН-13.2 Знати і застосовувати на практиці математичні методи, що використовуються при синтезі адаптивних систем управління міського господарства динамічними об'єктами. ПРН-15.1 Вміти визначити

Програмний результат навчання	Методи навчання	Форми оцінювання	Результати навчання за дисципліною
процесів створення і реалізації АСУ ТП, вміти розробляти прикладні програми для АСУ ТП. РН 17. Знати та вміти використовувати методи інтелектуальної обробки інформації.			структуру адаптивних систем. ПРН-15.2 Вміти визначити цілі та критерії адаптивних систем; ПРН-15.3 Розуміти та застосовувати на практиці ефективні методи адаптації. ПРН-17.1 Володіти навичками вирішення задач синтезу адаптивних систем при вирішенні практичних завдань.

4. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Общі поняття про адаптивні системи. Системи автоматичного управління з пасивною адаптацією.

Введення в системи автоматичного управління. Ідентифікація об'єктів управління. Математичні моделі об'єктів управління з перемінними та невизначеними параметрами. Поняття про адаптивні системи. Структура адаптивних систем управління. Класифікація адаптивних систем. Постановка завдань синтезу адаптивних систем управління. Системи автоматичного управління з двома ступенями свободи.

Змістовний модуль 2. Самоналагоджуванні системи. Адаптивні системи з еталонною моделлю.

Методи та алгоритми, що використовуються в самоналагоджуваних адаптивних системах управління об'єктів міського господарства. Детерміновані обчислювальні алгоритми. Методи статистичної оптимізації. Алгоритми стохастичної апроксимації. Автоколивальні самоналагоджуванні системи. Загальні принципи побудови адаптивних систем з еталонною моделлю. Алгоритми налаштування параметрів в адаптивній системі з явною еталонною моделлю. Алгоритми налаштування параметрів в адаптивній системі з неявною еталонною моделлю.

Змістовний модуль 3. Адаптивні системи з ідентифікатором.

Загальні поняття про адаптивні системи з ідентифікатором. Оцінка параметрів методом найменших квадратів. Умови ідентифікації в замкнутому контурі. Синтез регуляторів мінімізуючих дисперсій. Синтез регуляторів за заданим

розміщенням полюсів основного контуру. Приклад адаптивної системи з ідентифікатором.

5. Структура навчальної дисципліни і розподіл часу

Змістові модулі	Кількість годин				
	усього	лек.	практ.	лаб.	сам. роб.
МОДУЛЬ (семестр)	240	34	–	51	155
Змістовий модуль 1	75	12	–	16	47
Змістовий модуль 2	75	12	–	16	47
Змістовий модуль 3	75	10	–	19	46
Підсумковий контроль	15	–	–	–	15

6. Теми лекцій

Тема	Зміст (план)	Кількість ауд. годин
Змістовий модуль 1		
Загальні поняття про адаптивні системи.	Введення в системи автоматичного управління. Ідентифікація об'єктів управління. Основні поняття, визначення та класифікація адаптивних систем управління. Локально-оптимальне управління дискретними об'єктами при непрямих вимірах. Локально-оптимальне управління безперервними об'єктами. Оцінки локальних та сумарних критеріїв.	6
Системи автоматичного управління з пасивною адаптацією.	Математичні моделі об'єктів управління з перемінними та невизначеними параметрами. Поняття про адаптивні системи. Структура адаптивних систем управління. Класифікація адаптивних систем. Постановка завдань синтезу адаптивних систем управління. Системи автоматичного управління з двома ступенями свободи.	6
Змістовий модуль 2		
Самоналагоджуванні системи.	Методи та алгоритми, що використовуються в самоналагоджуваних	6

Тема	Зміст (план)	Кількість ауд. годин
	адаптивних системах управління об'єктів міського господарства. Детерміновані обчислювальні алгоритми. Методи статистичної оптимізації. Алгоритми стохастичної апроксимації. Автоколивальні самоналагоджуванні системи	
Адаптивні системи з еталонною моделлю.	Загальні принципи побудови адаптивних систем з еталонною моделлю. Алгоритми налаштування параметрів в адаптивній системі з явною еталонною моделлю. Алгоритми налаштування параметрів в адаптивній системі з неявною еталонною моделлю.	6
Змістовий модуль 3		
Адаптивні системи з ідентифікатором.	Загальні поняття про адаптивні системи з ідентифікатором. Оцінка параметрів методом найменших квадратів. Умови ідентифікації в замкнутому контурі. Синтез регуляторів мінімізуючих дисперсій. Синтез регуляторів за заданим розміщенням полюсів основного контуру. Приклад адаптивної системи з ідентифікатором.	10

7. Теми лабораторних занять

Тема	Зміст (план)	Кількість ауд. годин
Змістовий модуль 1		
Принцип побудови системного адаптивного управління незбуреними об'єктами	<p>Побудувати неадаптивну систему управління на базі регулятора.</p> <p>Провести моделювання системи та побудувати графіки.</p> <p>Синтезувати алгоритм адаптації та підключити його до налагодженого регулятора.</p> <p>Повторити експеримент для адаптивної системи управління, замкненої регулятором з алгоритмом адаптації. Побудувати графік помилки.</p> <p>Провести моделювання адаптивної системи управління при різних коефіцієнтах адаптації.</p> <p>Зробити висновки результатів порівняння.</p>	6
Принцип побудови системи адаптивного і робастного управління зворотними об'єктами	<p>Провести моделювання системи Лабораторної роботи 1 в умовах дії збурення на об'єкт збурення при заданих значеннях параметрів.</p> <p>Побудувати графіки.</p> <p>Замінити алгоритм адаптації на статичний зворотній зв'язок та повторити експеримент для різних значень параметра адаптації.</p> <p>Замінити алгоритм адаптації на робастну модифікацію та повторити експеримент для різних значень модифікації. Побудувати графіки.</p>	6
Адаптивне управління лінійним багатомірним об'єктом за станом	<p>Сформулювати еталонну модель.</p> <p>Побудувати графік перехідної функції моделі.</p> <p>Побудувати та змодельовати систему управління з регулятором та провести три експерименти.</p> <p>Провести моделювання адаптивної системи управління з регулятором та алгоритмом адаптації.</p> <p>Зробити висновки.</p>	4

Змістовий модуль 2		
Робастне управління лінійним багатомірним об'єктом за станом.	На основі результатів Лабораторної роботи 3 модифікувати алгоритм адаптації та сформувавши нелінійний закон робастного управління та закон адаптивного та робастного управління. Побудувати моделі замкнутих систем управління. Провести експерименти з системою робастного управління, замкнутою алгоритмом для різних коефіцієнтів адаптації та при наявності та відсутності збурень.	6
Параметризація моделей об'єкта управління.	Побудувати модель об'єкта в канонічному виді. Задати початкові умови. Розрахувати елементи вектору в параметризованій моделі. Побудувати графіки вихідних змінних. Провести моделювання для ненульових початкових умов. Побудувати графіки. Зробити висновки.	6
Синтез адаптивного спостерігача стану лінійного об'єкта	На основі результатів Лабораторної роботи 5 змодельовати адаптивний спостерігач вектору стану об'єкта. Коефіцієнт адаптації вибрати експериментальним шляхом. Побудувати графіки моделювання. Повторити експеримент при заданій лінійній функції. Зробити висновки.	4
Змістовий модуль 3		
Параметризація моделей об'єкта управління. Адаптивне управління об'єктом по виходу.	На основі фільтрів, налагодженого регулятора та алгоритму адаптації, побудувати стабілізуюче адаптивне управління з початковою умовою. Провести моделювання для різних коефіцієнтів адаптації. На основі еталонної моделі, фільтрів, налагодженого регулятора побудувати спостерігаюче адаптивне управління. Провести моделювання для різних коефіцієнтів адаптації. Зробити висновки.	6

Адаптивне управління лінійним об'єктом по виходу на основу алгоритму з розширеною помилкою.	На основі фільтрів, налагоджуваного регулятора та алгоритму адаптації, розширеної помилки побудувати стабілізуюче адаптивне управління з початковою умовою. Провести моделювання для різних коефіцієнтів адаптації. На основі еталонної моделі, фільтрів, налагодженого регулятора побудувати спостерігаюче адаптивне управління. Провести моделювання для різних коефіцієнтів адаптації. Зробити висновки.	6
Синтез спостерігача стану моделей генератора зовнішнього впливу.	Побудувати модель генератора збудження, розрахувати параметри вектору стану, побудувати спостерігач зовнішнього збудження. У якості вхідного сигналу прийняти лінійну функцію. Повторити експеримент для вхідного сигналу, рівного одиниці. Повторити експеримент при збільшених значеннях коефіцієнтів. Зробити висновки.	4
Адаптивна компенсація зовнішнього збурення.	Перевірити об'єкт на предмет керованості. Побудувати матрицю лінійних зворотних зв'язків за допомогою модульного керування. На основі результатів Лабораторної роботи 9 побудувати спостерігач вектору стану моделі збурення. Побудувати та змодельовати замкнуту систему з адаптивним компенсуючим керуванням. Зробити висновки.	3

8. Індивідуальне завдання (ІЗ)

Розрахунково-графічна робота «Розробка та дослідження адаптивної системи автоматичного керування» повинна містити: аналіз принципів побудови адаптивних регуляторів; вибір структури адаптивного регулятора; аналіз та вибір коригуючих пристроїв систем автоматичного керування; розробка та дослідження в системі MatLab свойств систем управління з адаптивним регулюванням (відповідно до варіанту); дослідження властивостей системи автоматичного керування з адаптивним регулятором.

9. Методи контролю та порядок оцінювання результатів навчання

В якості контрольних заходів з дисципліни Програмування систем автоматизації складних технологічних об'єктів передбачено:

поточний контроль – усне опитування, практична перевірка умінь і навичок, прослуховування доповідей із самостійно вивчених тем;

підсумковий контроль – екзамен

Структура навчальної дисципліни і розподіл балів

Змістові модулі	Максимальна кількість балів			
	усього	практ.	лаб.	сам. роб.
МОДУЛЬ (семестр)	100			
Змістовий модуль 1	25	10	–	15
Змістовий модуль 2	25	10	–	15
Змістовий модуль 3	20	10	–	10
Підсумковий контроль	30	–	–	–

Види завдань, засоби контролю і максимальна кількість балів

Види завдань та засоби контролю	Розподіл балів
Змістовий модуль 1	25
Практичне завдання №1	5
Практичне завдання №2	5
Практичне завдання №3	5
Тест за теоретичним матеріалом ЗМ1	10
Змістовий модуль 2	25
Практичне завдання №4	5
Практичне завдання №5	5
Практичне завдання №6	5
Тест за теоретичним матеріалом ЗМ2	10
Змістовий модуль 3	20
Практичне завдання №7	4
Практичне завдання №8	4
Тест за теоретичним матеріалом ЗМ3	8
Підсумковий контроль – екзамен	30
Теоретичне питання 1	10
Теоретичне питання 2	10
Практичне завдання	10
ВСЬОГО ЗА МОДУЛЕМ	100

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену, диф. заліку	для заліку
90-100	відмінно	зараховано
82-89	добре	
74-81		
64-73	задовільно	
60-63		
35-59	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

10. Матеріально-технічне та інформаційне забезпечення

Методичне забезпечення

1. Адаптивные системы управления с идентификацией/РубанА.И. - Краснояр.: СФУ, 2015. – 140 с.: ISBN 978-5-7638-3194-8
2. Интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими объектами: Учебно-практическое пособие / Трофимов В.Б., Кулаков С.М. - Вологда:Инфра-Инженерия, 2016. - 232 с.: ISBN 978-5-9729-0135-7
3. Александров А.Г. Оптимальные и адаптивные системы. Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 1989. – 264 с.
4. Фрадков А.Л. Адаптивное управление в сложных системах. М: Наука, 1990. – 296 с.
5. Срагович В.Г. Адаптивное управление. М.: Наука, 1981. – 384 с.

Рекомендована література та інформаційні ресурси

1. Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления: Учебник / Под ред. Н.Д. Егупова. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2001. –744 с.
2. Смагин В.И., Параев Ю.И. Синтез следящих систем управления по квадратичным критериям. Изд-во ТГУ. Томск, 1996. – 171 с.
3. Решетникова Г.Н., Смагин В.И. Адаптивное управление по локальным и квазилокальным критериям. Учебно-методическое пособие. Изд-во ТГУ. Томск, 1993. – 28 с.
4. Смагин В.И. Оптимальное и адаптивное управление. Учебно-методическое пособие. Изд-во ТГУ. Томск, 2010. – 32 с.

Обладнання, устаткування, програмні продукти

1. Лабораторія Інтернету речей кафедри АКІТ.
2. Проекційне обладнання.