

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ  
Кафедра «Автоматизація виробничих процесів»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”  
Ректор ДДМА  
В.Д. Ковальов  
“ ” 2018 року



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
„ПРОЕКТУВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АДАПТИВНИХ  
СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ”  
(назва дисципліни)

Галузь знань: 15 «Автоматизація та приладобудування»  
Спеціальність 151 „Автоматизація та ком’ютерно-інтегровані технології”  
Освітній рівень – магістр  
Факультет «Автоматизація машинобудування та інформаційні технології»  
(назва інституту, факультету, відділення)

*Денна форма навчання*

КРАМАТОРСЬК, 2018

Робоча програма навчальної дисципліни

«Проектування та дослідження адаптивних систем управління»

(назва навчальної дисципліни)

для студентів галузі знань 15 «Автоматика та приладобудування»

спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»,

„27” серпня 2018 року, стор.

Розробник: **Руденко Владислав Миколайович**, к. т. н., доц.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри «Автоматизація виробничих процесів»  
Протокол № 1 від “ 27 ” серпня 2018 року.

Завідувач кафедри АВП



(підпис)

Клименко Г.П.  
(прізвище та ініціали)

2018 року

## 1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників                                                                        | Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень                                            | Характеристика навчальної дисципліни |                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|                                                                                                |                                                                                                             | денна форма навчання                 | заочна форма навчання |
| Кількість кредитів – 3,0                                                                       | Галузь знань<br><u>15 "Автоматизація та приладобудування"</u><br>(шифр і назва)                             | <b>Обов'язкова</b>                   |                       |
|                                                                                                | Напрямок підготовки<br>_____                                                                                |                                      |                       |
| Модулів – 1                                                                                    | Спеціальність (професійне спрямування):<br><u>151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології"</u> | <b>Рік підготовки:</b>               |                       |
| Змістових модулів – 1                                                                          |                                                                                                             | 1-й                                  | 1-й                   |
| Індивідуальне науково-дослідне завдання _____<br>(назва)                                       |                                                                                                             | <b>Семестр</b>                       |                       |
| Загальна кількість годин – 90                                                                  |                                                                                                             | 2-й                                  | 2-й                   |
| Тижневих годин для денної форми навчання:<br>аудиторних – 3<br>самостійної роботи студента – 6 | Освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр                                                                    | <b>Лекції</b>                        |                       |
|                                                                                                |                                                                                                             | 20 год.                              | 4 год.                |
|                                                                                                |                                                                                                             | <b>Лабораторні</b>                   |                       |
|                                                                                                |                                                                                                             |                                      |                       |
|                                                                                                |                                                                                                             | <b>Практичні</b>                     |                       |
|                                                                                                |                                                                                                             | 10 год.                              |                       |
|                                                                                                |                                                                                                             | <b>Самостійна робота</b>             |                       |
|                                                                                                |                                                                                                             | 60 год.                              | 86 год.               |
|                                                                                                |                                                                                                             | <b>Індивідуальні завдання:</b>       |                       |
|                                                                                                |                                                                                                             | Вид контролю: залік                  |                       |

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 1/2 (30/60)

для заочної форми навчання – 1/20 (4/86)

## **2. Мета та завдання навчальної дисципліни**

Метою вивчення дисципліни «Проектування та дослідження адаптивних систем управління» є формування у магістрантів знань про сучасні методи та засоби, які використовуються при створенні автоматизованих систем управління, здатних адаптуватися до динамічно змінюваних умов роботи. В результаті вивчення дисципліни магістр набуває необхідних знань та практичних навичок щодо застосування математичного апарату різного класу при розробці адаптивних систем управління, проектування математичного забезпечення систем автоматизації управління виробничими системами та технологічними процесами і проведенні їх дослідження.

Основними задачами дисципліни є вивчення принципів побудови сучасних адаптивних систем управління технологічними процесами, вивчення та освоєння сучасних та перспективних методів та засобів розробки і побудови математичного та програмного забезпечення адаптивних систем управління, а також набуття практичних навичок аналізу, синтезу, проектування та дослідження адаптивних систем управління технологічними процесами та обладнанням.

Дисципліна «Проектування та дослідження адаптивних систем управління» є обов'язковою навчальною дисципліною професійної підготовки в системі підготовки магістра в галузі автоматизації та приладобудування.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

### **Знати:**

- основні принципи побудови адаптивних систем управління;
- структури та алгоритми управління різних класів адаптивних систем;
- основні методи аналізу та синтезу адаптивних систем управління;
- основи математичних методів, на яких базується побудова адаптивних систем управління.

### **Уміти:**

- здійснювати постановку задачі застосування адаптивної системи управління та обґрунтовувати доцільність реалізації методів адаптації;
- обирати структуру адаптивної системи управління та опрацьовувати алгоритми адаптації;
- вирішувати задачі синтезу та аналізу систем адаптивного управління;
- здійснювати пошук та використання науково-технічної інформації у межах області досліджень з різних джерел;
- опановувати новітні методи та досягнення в рамках теорії адаптивного управління та застосовувати їх у своїй професійній діяльності.

### **Опанувати навички:**

- оцінки доцільності застосування адаптивної системи управління для обраного об'єкту автоматизації;
- застосування методів сучасної теорії управління, необхідних для аналізу та синтезу адаптивних систем управління;
- застосування математичного апарату для реалізації алгоритмів адаптації різного класу.

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **3.1. М о д у л ь І. АДАПТИВНЕ УПРАВЛІННЯ В СИСТЕМАХ ПРОМИСЛОВОЇ АВТОМАТИКИ (Лекційні заняття – 20 год.)**

3.1.1. Тема 1. Теоретичні основи побудови адаптивних систем управління (Лекційні заняття – 4 год.).

3.1.2. Тема 2. Математичні методи побудови адаптивних систем управління (Лекційні заняття – 16 год.).

### **4. Лекції**

#### **4.1. М о д у л ь № І. АДАПТИВНЕ УПРАВЛІННЯ В СИСТЕМАХ ПРОМИСЛОВОЇ АВТОМАТИКИ. (Лекційні заняття - 20 годин).**

**4.1.1. Тема 1.** Теоретичні основи побудови адаптивних систем управління (Лекційні заняття – 4 години).

*Лекція 1.* Ввідна лекція. Основи побудови адаптивних систем управління. Структура та порядок вивчення дисципліни. Історія виникнення та реалізації принципів адаптивного управління. Проблема адаптації складної технічної системи.

Дидактичні матеріали – презентація по темі.  
Завдання на СРС – підготовка до занять.

*Лекція 2.* Загальні положення та постановка задачі синтезу адаптивної системи управління. Класифікація адаптивних систем управління. Постановка задачі синтезу адаптивної системи управління. Методи синтезу алгоритмів адаптації.

Дидактичні матеріали – презентація по темі.  
[1] с. 379-384  
Завдання на СРС – підготовка до занять.

**4.1.2. Тема 2.** Математичні методи побудови адаптивних систем управління (Лекційні заняття – 16 год.).

*Лекція 3.* Основи побудови адаптивних систем управління з використанням апарату нечіткої логіки. Використання лінгвістичних змінних у

системах з нечіткою логікою. Основні операції над нечіткими множинами. Основна структура та принцип роботи системи з нечіткою логікою.

Дидактичні матеріали – презентація по темі.

[5] с. 733-739

Завдання на СРС – підготовка до занять.

**Лекція 4.** Основи побудови систем управління на базі нейронних мереж. Багатошарові нейронні мережі, що навчаються. Алгоритми навчання багатошарових нейронних мереж. Типові структури з багатошаровою нейронною мережею, що навчається.

Дидактичні матеріали – презентація по темі.

[1] с. 384-390

Завдання на СРС – підготовка до занять.

**Лекція 5.** Інтелектуальні адаптивні системи управління. Основи побудови інтелектуальних адаптивних систем управління. Динамічні експертні системи в управлінні. Нейромережні технології інтелектуальних систем.

Дидактичні матеріали – презентація по темі.

[1] с. 390-397, [6] с. 618-627

Завдання на СРС – підготовка до занять.

**Лекція 6.** Системи управління з самонастройкою. Системи з розімкнутими та замкнутими ланцюгами самонастройки. Системи з екстремальною самонастройкою. Системи з самоорганізацією.

Дидактичні матеріали – презентація по темі.

[1] с. 249-321, [6] с. 521-557

Завдання на СРС – підготовка до занять.

**Лекція 7.** Пошукові адаптивні системи управління. Основи побудови пошукових адаптивних систем управління. Системи екстремального регулювання. Пошукові алгоритми непрямого адаптивного управління з моделлю, яка настраюється.

Дидактичні матеріали – презентація по темі.

[1] с. 249-321, [6] с. 521-557

Завдання на СРС – підготовка до занять.

**Лекція 8.** Безпошукові адаптивні системи управління. Синтез безпошукової адаптивної системи методом функцій Ляпунова. Безпошукові адаптивні системи управління на основі схеми швидкісного градієнту. Алгоритми швидкісного градієнту в системах з різними класами моделей.

Дидактичні матеріали – презентація по темі.

[1] с. 390-397, [6] с. 618-658

Завдання на СРС – підготовка до занять.

**Лекція 9.** Адаптивні системи управління без вимірювання дотичних від виходу і системи управління зі змінною структурою. Схеми побудови адаптивних спостерігачів стану. Непряме адаптивне управління. Адаптивні системи з поверхнею ковзання, яка настраюється.

Дидактичні матеріали – презентація по темі.

[6] с. 658-705, [1] с. 427-444

Завдання на СРС – підготовка до занять.

**Лекція 10.** Заключна лекція. Методи сучасної теорії адаптивного управління. Адаптивна система з прямою та інверсною моделями об'єкта управління. Адаптивна система з еталонною моделлю. Основні напрямки розвитку адаптивних систем управління.

Дидактичні матеріали – презентація по темі.

Завдання на СРС – підготовка до занять.

## 5. Структура навчальної дисципліни

| Назви<br>змістових<br>модулів і тем                                     | Кількість годин |              |           |     |     |           |              |              |    |     |     |      |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|-----------|-----|-----|-----------|--------------|--------------|----|-----|-----|------|
|                                                                         | Денна форма     |              |           |     |     |           | Заочна форма |              |    |     |     |      |
|                                                                         | усього          | у тому числі |           |     |     |           | усього       | у тому числі |    |     |     |      |
|                                                                         |                 | л            | п         | лаб | інд | с.р.      |              | л            | п  | лаб | інд | с.р. |
| 1                                                                       | 2               | 3            | 4         | 5   | 6   | 7         | 8            | 9            | 10 | 11  | 12  | 13   |
| <b>Модуль І.</b><br><b>ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ</b>           |                 |              |           |     |     |           |              |              |    |     |     |      |
| <b>Тема 1.</b> Теоретичні основи побудови адаптивних систем управління  | 19              | 4            |           |     |     | 15        |              |              |    |     |     |      |
| <b>Тема 2.</b> Математичні методи побудови адаптивних систем управління | 71              | 16           | 10        |     |     | 45        |              |              |    |     |     |      |
| Разом за модулем І                                                      | 90              | 20           | 10        |     |     | 60        |              |              |    |     |     |      |
| <b>Разом за семестр</b>                                                 | <b>90</b>       | <b>20</b>    | <b>10</b> |     |     | <b>60</b> |              |              |    |     |     |      |
| <b>Усього годин</b>                                                     | <b>90</b>       | <b>20</b>    | <b>10</b> |     |     | <b>60</b> |              |              |    |     |     |      |

## 6. Теми лабораторних та практичних занять

|                          | №<br>з/п | Назва теми                                                  | Кількість<br>годин |
|--------------------------|----------|-------------------------------------------------------------|--------------------|
| <b>Практичні заняття</b> |          |                                                             |                    |
| Модуль І.                | 1        | Основні операції над нечіткими множинами                    | 4                  |
|                          | 2        | Основи процедури нечіткого виводу                           | 4                  |
|                          | 3        | Основи представлення знань для адаптивних систем управління | 2                  |
|                          |          | <b>Усього годин</b>                                         | <b>10</b>          |

## 7. Індивідуальні завдання

*Метою* індивідуальних завдань є формування навичок та вмінь застосування математичного апарату та для моделювання складних систем з застосовуванням необхідних сучасних електронних компонентів, програмних та технічних засобів.

## 8. Методи навчання

У якості джерел знань використовуються такі методи навчання: вербальні – розповідь, пояснення, лекція, інструктаж; наочні – демонстрація, ілюстрація; практичні – практична робота.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

При викладанні дисципліни передбачається використання мультимедійних засобів, плакатів, фолій для графопроєктора, слайдів тощо. Розглядаються характерні приклади реальних процесів управління технологічними процесами. Особлива увага приділяється сучасному стану та можливостям аналітичного описання систем управління, а також сучасним методам та методикам дослідження і аналізу систем управління.

На практичних заняттях проводяться відпрацювання різноманітних методів реалізації різноманітного математичного апарату для створення оптимальних систем управління різного типу.

Для покращення засвоювання матеріалу студентами їм рекомендується поглиблене самостійне вивчення окремих питань та модулів навчальної дисципліни. Успіх вивчення дисципліни залежить від систематичної самостійної роботи студента з матеріалами лекцій і рекомендованою літературою.

## 9. Методи контролю

Під час роботи над дисципліною передбачається використання модульно – рейтингової системи оцінювання знань. Основною формою контролю знань студентів в кредитно-модульній системі є складання студентами всіх запланованих модулів. Формою контролю є накопичувальна система. Складання модуля передбачає виконання студентом комплексу заходів, запланованих кафедрою і передбачених семестровим графіком навчального процесу та контролю знань студентів, затверджених деканом факультету.

Підсумкова оцінка за кожний модуль виставляється за 100-бальною шкалою. При умові, що студент успішно здає всі контрольні точки, набравши з кожної з них не менше мінімальної кількості балів, необхідної для зарахування відповідної контрольної точки, виконує та успішно захищає практичні роботи, та має за результатами роботи в триместрі підсумковий рейтинг не менше 55 балів, то за бажанням студента в залежності від суми набраних балів йому виставляється підсумкова залікова оцінка за національною шкалою і шкалою ECTS. Переведення набраних студентом балів за 100-бальною шкалою в оцінки за національною (5-бальною) шкалою та шкалою ECTS здійснюється в відповідності до таблиці:

| Рейтинг студента<br>за 100-бальною шкалою | Оцінка<br>за національною шкалою                                 | Оцінка<br>за шкалою ECTS |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 90-100 балів                              | відмінно                                                         | A                        |
| 81-89 балів                               | добре                                                            | B                        |
| 75-80 балів                               | добре                                                            | C                        |
| 65-74 балів                               | задовільно                                                       | D                        |
| 55-64 балів                               | задовільно                                                       | E                        |
| 30-54 балів                               | незадовільно з можливістю<br>повторного складання                | FX                       |
| 1-29 балів                                | незадовільно з<br>обов'язковим повторним<br>вивченням дисципліни | F                        |

Контроль знань студентів передбачає проведення вхідного, поточного і підсумкового контролю.

Вхідний контроль знань проводиться на першому тижні триместру, в якому вивчається навчальна дисципліна, і включає контроль залишкових знань з окремих навчальних дисциплін, які передують вивченню дисципліни і є базовими для її засвоєння.

Поточний контроль знань студентів включає наступні види:

- вибіркове усне опитування перед початком кожної практичної роботи по темі заняття із виставленням оцінок (балів);

- захист кожної практичної роботи з виставленням оцінок (балів);
- захист індивідуальних завдань з самостійної роботи;
- програмований на ПЕОМ або безмашинний за допомогою карток контроль перед початком виконання практичних робіт;
- програмований на ПЕОМ або безмашинний за допомогою карток контроль з окремих тем дисципліни.

Підсумковий контроль знань включає наступні види:

- модульний контроль за результатами захисту практичних робіт, програмованого контролю знань і контрольних робіт;
- залік після завершення вивчення дисципліни наприкінці 1-го триместру;
- визначення рейтингу за підсумками роботи студента в триместрі і рейтингу з навчальної дисципліни.

## **10. Рекомендована література**

### **10.1. Базова**

1. Жиров М.В., Солдатов В.В., Гончаров А.В. Адаптивные системы в промышленной автоматике: Курс лекций. – М.: МГУТУ, 2013. – 54 с.
2. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 5-и тт.; 2-е изд., перераб. и доп. Т.5: Методы современной теории автоматического управления / Под ред. К.А.Пупкова, Н.Д.Егупова. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004. – 784 с.
3. Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления: Учебник / Под ред. Н.Д.Егупова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2001. – 744 с.
4. Теория систем автоматического управления / Бесекерский В.А., Попов Е.П. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – СПб, Изд-во «Профессия», 2003. – 752 с. – (Серия: Специалист).
5. Антонов В.Н., Терехов В.А., Тюкин И.Ю. Адаптивное управление в технических системах: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во С.-Петербургского университета, 2001. – 244 с.

### **10.2. Допоміжна**

1. Фрадков А.Л. Адаптивное управление в сложных системах: беспоисковые методы. – М.: Наука. Гл.ред. физ.-мат. лит., 1990. – 296 с.
2. Цыпкин Я.З. Адаптация и обучение в автоматических системах / М.: Гл. ред. физ.-мат. лит. изд-ва «Наука», 1968. – 400 с.
3. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Т.2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы: Учеб. Пособие. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 464 с.
4. Растригин Л.А. Адаптация сложных систем. – Рига: Зинатне, 1981. – 375с.
5. Александров А.Г. Оптимальные и адаптивные системы: Учеб. Пособие для вузов по спец. «Автоматика и упр. в техн. системах». – М.: Высш. шк., 1989. – 263 с.
6. Куропаткин П.В. Оптимальные и адаптивные системы: Учеб. Пособие для вузов. – М.: Высш. школа, 1980. – 287 с.

7. Чаки Ф. Современная теория управления. Нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. Пер. с англ. В.В.Капитоненко, С.А.Анисимова / Под ред. Н.С.Райбмана. – М.: Мир, 1975. – 421 с.

8. Фомин В.Н., Фрадков А.Л., Якубович В.А. Адаптивное управление динамическими объектами. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1981. – 448 с.

9. Адаптивные системы автоматического управления: Учебн. пособие / В.Н.Антонов, А.М.Пришвин, В.А.Терехов, А.Э.Янчевский / Под ред. проф. В.Б.Яковлева. – Л.: Изд-во Ленинг. ун-та, 1984. – 204 с.

Розробник програми:  
к.т.н., доцент кафедри АВП

Руденко В.М.