

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики та
обчислювальної техніки
Кафедра прикладної математики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної,
методичної та виховної роботи

_____ О.А. Лагоднюк
“ _____ ” _____ 20__ р.

04-01-15

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the discipline

Ідентифікація та моделювання систем керування

Identification and modeling of control systems

Спеціальність - 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології»

Specialty – 122 «Computer science and information technology»

Рівне – 2017

Робоча програма з дисципліни «Ідентифікація та моделювання систем керування» для аспірантів спеціальності 122 «Комп’ютерні науки та інформаційні технології». – Рівне: НУВГП, 2017. – 17 с.

Розробник: Сафоник А.П., професор кафедри автоматизації, електротехнічних та комп’ютерно-інтегрованих технологій, д.т.н., доцент.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри прикладної математики

Протокол від «06» грудня 2016 року № 4

Завідувач кафедри _____ П.М. Мартинюк

Схвалено науково-методичною комісією за спеціальністю 122 “Комп’ютерні науки та інформаційні технології”

Протокол від «12» грудня 2016 року №3

Голова науково-методичної комісії _____ П.М. Мартинюк

© Сафоник А.П., 2017 р.

© НУВГП, 2017р.

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Ідентифікація та моделювання систем керування” складена відповідно до освітньо-наукових програм підготовки здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня спеціальності 122 “Комп’ютерні науки та інформаційні технології”.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є перелік питань, розгляд яких становить передумови для успішної роботи над науковим дослідженням та які стосуються, зокрема, процесів ідентифікації та моделювання систем керування. Результатом вивчення дисципліни є готовність здобувача до написання частини розділів дисертаційної роботи.

Анотація

Метою вивчення дисципліни є теоретична і практична підготовка, отримання знань з розробки і дослідження математичних моделей систем керування на основі використання комп’ютерних технологій, вміння використовувати їх в навчальному процесі, дослідницьких і проектних роботах. В межах програми розглядається один змістовий модуль, в якому подано загальну характеристику математичного моделювання. В основу курсу покладено розгляд поняття системи моделей та аналізу технологічних об’єктів. Розглянуті основні типи математичних моделей та способи їх ідентифікації. Приділено увагу питанням моделювання систем контролю та керування в умовах невизначеності. Розглянуто основні напрямки застосування математичного моделювання. Під час вивчення аспіранти розглянуть існуючі методологічні підходи до ідентифікації і моделювання розімкнених нелінійних динамічних систем. Освоять принципові відмінності моделювання нелінійних динамічних систем з непередбачуваною поведінкою – emergent systems, прикладом яких є системи автоматизованого управління процесом буріння, особливості ідентифікації систем контролю параметрів процесів, навчатися інтерпретувати методологічні підходи з позицій їх можливого використання для автоматизованого управління.

Моделювання є одним з найважливіших напрямків підготовки сучасного інженера та наукового співробітника в галузі систем керування. Воно пронизує всі аспекти його діяльності, адже на відміну від робітника, інженер працює не безпосередньо з об’єктом, а з його описом. Це може бути або проект певної технічної системи, або програма розрахунків, або вказівки, які інженер-керівник дає

підлеглим. Все це є моделі об'єктів або процесів, адже будь-який їх опис є моделлю. Та й сам процес навчання є фактично процесом моделювання, в якому студент за допомогою викладача створює модель предметної області, в якій він спеціалізується, і закріплює її у своєму конспекті.

В останні роки постійно зростає роль математичного моделювання, яке починає переважати всі інші види моделювання. Це зумовлено тотальним проникненням комп'ютерної техніки в усі аспекти життя. Адже кожна прикладна програма у комп'ютері є моделлю, а сам комп'ютер з системним програмним забезпеченням – засобом моделювання. В таких умовах дуже важливим є систематичний і чіткий погляд на загальні принципи математичного моделювання та ідентифікації, які допоможуть інженерам та науковим працівникам легко адаптуватися до будь-якої області діяльності.

Ключові слова: ідентифікація, обернені задачі, методи обробки експериментальних даних, активні та пасивні експерименти.

Abstract

The purpose of the discipline is theoretical and practical training, knowledge of the development and research of mathematical models of control systems based on the use of computer technology, the ability to use them in the educational process, research and design work. Within the program one semantic module is considered, in which the general characteristic of mathematical modeling is presented. The course is based on the concept of a system of models and the analysis of technological objects. The basic types of mathematical models and ways of their identification are considered. Attention is paid to the issues of modeling control and control systems under uncertainty. The basic directions of the application of mathematical modeling are considered. Postgraduate students will consider existing methodological approaches to the identification and modeling of open nonlinear dynamic systems. They will learn basic differences in modeling of nonlinear dynamic systems with unpredictable behavior - emergent systems, which are examples of automated control of drilling process, features of identification of control systems of process parameters, will learn to interpret methodological approaches from the standpoint of their possible use for automated control.

Simulation is one of the most important areas of training for modern engineers and researchers in the field of control systems. It permeates all

aspects of its activity because unlike the worker, the engineer does not work directly with the object, but with its description. It may be either a project of a particular technical system, or a program of calculations, or instructions given by the supervising engineer to subordinates. These are all models of objects or processes because any description of them is a model. And the learning process itself is actually a simulation process in which the student, with the help of a teacher, creates a model of the subject area in which he specializes and consolidates it in his synopsis.

In recent years, the role of mathematical modeling has steadily increased, and all other types of modeling are beginning to prevail. This is due to the total penetration of computer technology in all aspects of life. After all, every application on your computer is a model, and the computer with the system software is a simulator. In such circumstances, a systematic and clear view of the general principles of mathematical modeling and identification that will help engineers and researchers easily adapt to any field of activity is very important.

Key words: identification, inverse tasks, experimental data processing methods, active and passive experiments.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань 12 Інформаційні технології	Навчальні дисципліни фахової підготовки, також зі скороченим терміном навчання	
Модулів – 2	Спеціальність 122 "Комп'ютерні науки та інформаційні технології"	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		3-й	3-й
Загальна кількість годин – 90		Семестр	
		5-й	5-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 Самостійної роботи студента – 3	Рівень вищої освіти: PhD	20 год.	2 год.
		Практичні, семінарські	
		–	–
		Лабораторні	
		10 год.	4 год.
		Самостійна робота	
		60 год.	84 год.
		Індивідуальні завдання:	
-			
Вид контролю: залік			

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

для денної форми навчання – 40% до 60%

для заочної форми навчання – 6% до 94%

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є теоретична і практична підготовка аспірантів, отримання знань з розробки і дослідження математичних моделей різних об'єктів на основі використання комп'ютерних технологій.

Завдання вивчення дисципліни полягають в формуванні аспірантів, здатних: навчитись основним алгоритмам і правилам ідентифікації та побудови математичних моделей аналітичними і статистичними методами; вирішувати моделі на персональних комп'ютерах (ПК) з використанням необхідних числових методів, що становить необхідну теоретичну і практичну базу для подальшого вивчення спеціальних дисциплін магістром з автоматизації управління технологічними процесами; виконати дослідження математичної моделі з використанням математичних пакетів MathCad, MatLab, Mathematica, Maple тощо з вивченням можливих каналів управління даним виробництвом; використовувати моделі технологічних об'єктів.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен

знати:

- основні положення системного аналізу об'єктів господарства;
- способи побудови математичних моделей типових задач виробництв;
- методи обробки експериментальних даних з використанням ПК;
- числові методи розв'язання задач різних видів математичних моделей
- процесів і технологічних систем;
- технологію створення і методику використання моделей в середовищі MathCad, MatLab;
- методи аналізу математичних моделей з точки зору їх використання для управління процесами.

вміти:

- використовувати ПК у науково-дослідній роботі і технологічних розрахунках;
- розробляти математичні об'єкти технологічних об'єктів по результатах активного і пасивного експериментів;
- реалізовувати і досліджувати математичні моделі виробництв на ПК;
- вивчити на математичній моделі основні характеристики технологічного об'єкту з точки зору економії енергетичних ресурсів;

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1.

Тема 1. Системний аналіз технічних об'єктів.

Вступ до системного аналізу. Системи і стратегія системного аналізу. Системний підхід та його принципи. Мета вивчення системного аналізу і його основні завдання. Елементи процесу системного аналізу, їх взаємозв'язок та задачі. Основні етапи системного аналізу. Системний аналіз технічних об'єктів. Виявлення і усунення невизначеностей при вирішенні складних проблеми технологічних об'єктів на основі пошуку найкращого рішення з існуючих альтернатив. "Малі" і "великі" технологічні системи Види технологічних зв'язків у "великих" системах.

Тема 2. Ідентифікація технологічних і технічних об'єктів.

Ідентифікація в процесі пізнання. Постановка задачі ідентифікації. Ідентифікація структури об'єктів. Класифікація методів ідентифікації. Класи методів ідентифікації нелінійних динамічних об'єктів. Поточна ідентифікація технологічних об'єктів. Вивчення експериментальних методів ідентифікації багатомірних систем. Вивчення методів дослідження технологічних об'єктів, створення та дослідження за допомогою ЕОМ їх математичних моделей, а також створення та дослідження математичних моделей.

Тема 3. Технологічні процеси і системи АПК як база автоматики.

Технологічні процеси і технологічні системи та їх характеристика. Класифікації технологічних об'єктів керування. Розкриття методології застосування сучасних наукових підходів до підвищення ефективності функціонування технологічних систем АПК за рахунок оптимізації процесів управління такими системами.

Модуль 2.

Змістовний модуль 1.

Тема 4. Моделювання фізичних, хімічних і біологічних процесів.

Фізичні процеси як об'єкти керування і їх моделювання. Хімічні процеси як об'єкти керування. Біотехнічні процеси як об'єкти керування. Розподілені і зосереджені параметри в об'єктах. Постановка задачі та стратегія пошуку методів. Математичний опис. Процес моделювання та необхідна послідовність етапів цього процесу. Причини, що примушують проводити моделювання. Задача

ідентифікації при побудові математичної моделі. Постановка задачі та стратегія пошуку методів .

Тема 5. Ідентифікація одно ємкісних процесів як об'єктів керування.

Програми та методи експериментальних досліджень об'єктів. Визначення передатних функцій по експериментальних даних. Ідентифікація параметрів математичної моделі, аналіз адекватності моделі реального об'єкту чи процесу. Ідентифікація об'єктів та застосування моделей об'єктів. Імітаційне моделювання одно ємкісних процесів. Типові задачі оптимізації технологічних процесів як об'єктів керування

Тема 6. Ідентифікація об'єктів керування дослідницькими методами.

Ідентифікація параметрів математичної моделі, аналіз адекватності моделі реальному об'єкту чи процесу, використовуючи аналітичні і експериментальні методи перевірки несуперечності, чутливості, реалістичності і працездатності моделі. Моделювання та ідентифікація технологічних об'єктів керування. Ідентифікація об'єктів керування за характеристиками та параметрами. Алгоритмічні та дослідницькі методи ідентифікація об'єктів керування. Ідентифікація стохастичних об'єктів.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма					Заочна форма						
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	ср		л	п	лаб	інд	ср
Модуль 1												
Змістовий модуль 1												
Тема 1. Системний аналіз технічних об'єктів.	16	4	2			10	16	1	1			14
Тема 2. Ідентифікація технологічних і технічних об'єктів.	16	4	2			10	16	1	1			14
Тема 3. Технологічні процеси і системи АПК як база автоматизації.	14	2	2			10	15		1			14
Модуль 2												
Змістовий модуль 1												
Тема 4. Моделювання фізичних, хімічних і біологічних процесів.	16	4	2			10	15		1			14
Тема 5. Ідентифікація одно емісійних процесів як об'єктів керування.	13	2	1			10	14					14
Тема 6. Ідентифікація об'єктів керування дослідницькими методами	15	4	1			10	14					14
Усього годин	90	20	10			60	90	2	4			84

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Тема 1. Моделювання ОК «Автоматизований електропривод» в середовищі Simulink MATLAB	2	-
2	Тема 2. Моделювання ОК «Змішувач у рідкому середовищі» для приготування живильних розчинів в середовищі Simulink MATLAB	2	-
3	Тема 3. Моделювання ОК «Електропривод насосної установки» в середовищі Simulink MATLAB	2	2
4	Тема 4. Моделювання ОК «Система опалення блочних теплиць» в середовищі Simulink MATLAB	2	1
5	Тема 5. Моделювання ОК «Сушарка для зерна» в середовищі Simulink MATLAB	2	1
Разом		10	4

6. Самостійна робота

Самостійна робота є методом засвоєння студентом навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять. Самостійна робота здобувача над засвоєнням навчального матеріалу з навчальної дисципліни може виконуватися в бібліотеці, навчальних аудиторіях та в домашніх умовах.

Розподіл годин самостійної роботи для аспірантів денної форми навчання:

44 години – опрацювання лекційного матеріалу, в тому числі:

32 годин – опрацювання матеріалу, що викладався на лекціях;

12 годин – опрацювання окремих питань, які не викладалися на лекціях;

16 годин – підготовка до лабораторних робіт, в тому числі:

6 годин – вивчення методичних вказівок перед проведенням

лабораторної роботи;

10 годин – підготовка звітів з лабораторних робіт;

42 години – підготовка до контрольних заходів.

Підсумком самостійної роботи над вивченням дисципліни “Ідентифікація та моделювання систем керування” є написання реферату по темах, вказаних у п.6.1. Загальний обсяг реферату визначається з розрахунку 0,25 сторінки на 1 год. самостійної роботи. Реферат оформлюється на стандартному папері формату А4 (210 x 297) з одного боку. Поля: верхнє, нижнє та ліве — 20 мм, праве — 10 мм. Реферат може бути рукописним або друкованим і виконується українською мовою.

Перевірка реферату з самостійної роботи відбувається у терміни, спільно обумовлені студентом і викладачем.

6.1 Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Тема 1. Принципи декомпозиції технічних систем. Використання системного аналізу при створенні нових технологій. Класифікація систем. Зображення системи в залежності від її виду і рівня інформованості про неї.	10	14
2	Тема 2. Спрощення властивостей системи в структурній ідентифікації. Ідентифікація об'єктів керування.	10	14
3	Тема 3. Зв'язок системи автоматичного керування із технологічним об'єктом. Вимоги до технологічного об'єкту керування. Методика аналізу процесів, як технологічних об'єктів керування. Послідовність етапів вибору системи автоматизації об'єктів керування	10	14

4	Тема 4. Передатна функція і перехідна характеристика статичного об'єкту керування. Моделювання астатичних об'єктів керування. Моделювання нестійких і безінерційних об'єктів керування.	10	14
5	Тема 5. Приклади ідентифікації і дослідження простих об'єктів керування на прикладі водонапірної башти, теплиці із стаціонарними опалювальними батареями та установки підігріву повітря на вході ферми. Передатна функція багато ємнісного об'єкту керування	10	14
6	Тема 6. Визначення передатних функцій по експериментальних даних. Визначення передатних функцій багато ємкісних об'єктів. Збурення і їх математичний опис. Статистичні характеристики випадкового процесу збурень.	10	14
Разом		60	84

7. Методи навчання

7.1. Лекції проводяться з використанням технічних засобів навчання і супроводжуються демонстрацією презентацій за допомогою проектора.

7.2. Лабораторні роботи проводяться із використанням ТЗН, ПК та відповідного програмного забезпечення: Microsoft Windows, Microsoft Office, MatLab, AutoCAD.

7.3. Аспіранти заочної форми навчання виконують індивідуальну роботу.

7.4. Основними критеріями, що характеризують рівень компетентності здобувача при оцінюванні результатів поточного та підсумкового контролів є такі:

- виконання всіх видів навчальної роботи, передбачені робочою програмою навчальної дисципліни;
- глибина і характер знань навчального матеріалу за змістом навчальної дисципліни, що міститься в основних та додаткових рекомендованих літературних джерелах;

- вміння аналізувати явища, які вивчаються, у їх взаємозв'язку і розвитку;
- характер відповідей на поставлені питання (чіткість, лаконічність, логічність, послідовність тощо);
- вміння застосовувати теоретичні положення під час розв'язання практичних задач;
- вміння аналізувати достовірність одержаних результатів.

8. Методи тестування

Для визначення рівня засвоєння здобувачами навчального матеріалу використовуються такі методи оцінювання:

- 1) поточний контроль проводиться на лабораторних заняттях шляхом усного опитування і перевірки виконаних лабораторних робіт та домашніх завдань;
- 2) виконання додаткових індивідуальних завдань під час лабораторних робіт і консультацій;
- 3) поточне тестування після вивчення кожного змістового модуля;

Введена кредитно-трансферна система організації навчального процесу зі 100-бальною шкалою оцінювання знань здобувачів.

Усі форми контролю включені до 100-бальної шкали оцінювання.

Оцінювання здобувачів проводиться відповідно до вимог ECTS

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Модуль 1			Модуль 2			СУМА
Змістовний модуль 1			Змістовний модуль 2			
T1	T2	T3	T4	T5	T6	
20	20	10	20	20	10	100

T1, T2 ... T6 – теми змістових модулів.

Основними критеріями, що характеризують рівень компетентності студента при оцінюванні результатів поточного контролю, є такі:

- виконання всіх видів навчальної роботи, передбачені робочою програмою навчальної дисципліни;
- глибина і характер знань навчального матеріалу за змістом навчальної дисципліни, що міститься в основних та додаткових рекомендованих літературних джерелах;
- характер відповідей на поставлені питання (чіткість, лаконічність, логічність, послідовність тощо);
- вміння застосовувати теоретичні положення під час розв'язання практичних задач;
- вміння аналізувати достовірність одержаних результатів.

Оцінювання результатів поточної роботи (завдань, що виконуються на лабораторних заняттях) проводиться за такими критеріями:

0% – завдання не виконано;

40% – завдання виконано частково та містить суттєві помилки методичного або розрахункового характеру;

60% – завдання виконано повністю, але містить суттєві помилки у розрахунках або в методиці;

80% – завдання виконано повністю і вчасно, проте містить окремі несуттєві недоліки (розмірності, висновки, оформлення тощо);

100% – завдання виконано правильно, вчасно і без зауважень.

Розподіл балів, що присвоюються студентам денної форми навчання, за видами робіт:

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою
90-100	зараховано
82-89	
74-81	
64-73	
60-63	
35-59	не зараховано з можливістю повторного складання

0-34	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни
------	---

10. Рекомендована література

Базова

1. Мірошник В.О. Оптимізація технологічних процесів галузі. Курс лекцій. – К.: НУХТ, 2008 – 94 с.
2. Автоматизація технологічних процесів сільськогосподарського виробництва / І.І. Мартиненко, Б.Л.Головинський, В.П.Лисенко та ін. К.: Урожай, 1995. – 224 с.
3. Мірошник В.О. Лендел Т.І., Типові технологічні процеси як об'єкти керування в галузях АПК. Методичні вказівки. К.: НУБіП України 2016 р., 126 с.
4. Мірошник В.О., Лендел Т.І., Моделювання біотехнічних об'єктів в галузях АПК. Методичні вказівки. К.: НУБіП України 2016 р., 146 с.
5. Кафаров В.В., Глебов М.Б. Математическое моделирование основных процессов химических производств. – М.: Высшая школа, 1991.
6. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів. Навчальний посібник. / В.Лисенко, С.Чернищенко, В.Решетюк, В.Мірошник, Н.Заєць, І.Цигульов. – К.:АграрМедіаГруп, 2016. – 476 с.

Допоміжна

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. – 280 с.
2. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии. – М.: Высшая школа, 1985. – 327 с.
3. Волков Е.А. Численные методы. – М.: Наука, 1987.
4. Гультияев А.К., MATLAB 5.3. Имитационное моделирование в среде Windows: Практическое пособие. – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – 400 с.
5. Закгейм А.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов. – М.: Химия, 1982. – 288 с.

6. Голкін Ю.М. Машины та обладнання для створення мікроклімату на фермах – К.: Урожай, 1991. – 120 с.
7. Краскевич В.Е., Зеленский К.Х., Гречко В.И. Численные методы в инженерных исследованиях. – К.: Вища школа, 1986. – 263 с.
8. Математическое моделирование процессов пищевых производств.: Сб. задач: Учеб. пособ. / Н.В.Остапчук, В.Д.Каминский, Г.Н.Станкевич и др. – К.: Вища школа, 1992. – 175 с.
9. Очков В.Ф. Mathcad 8 Pro для студентов и инженеров. – М.:КомпьютерПресс, 1999. – 523 с.
10. Пчелкин Ю.Н., Сорокин А.И. Устройства и оборудование для регулирования микроклимата в животноводческих помещениях. М., Россельхозиздат, 1977. – 216 с.
11. Решение инженерных и экономических задач на ЭВМ./ Б.М.Лисицын. и др. – К.: Вища школа, 1984. – 248 с.
12. Франс Дж., Торнли Дж. Х. М. Математические модели в сельском хозяйстве. – М.: Агропромиздат, 1987. – 400 с.
13. Шацкий В.В. Моделирование механизации процессов приготовления кормов. – Запорожье: ИМТ, 1998. – 275 с.
14. Мельник В.И., Мельник В.И., Поплавский Л.З. Микроклимат при выращивании птицы в клетках. – М.: Россельхозиздат, 1977. – 109 с.
15. Короткевич В.А. Комплексная механизация в свиноводстве. – Мн.: Ураджай, 1989. – 136 с.
16. Ковалев Ю.Н. Молочное оборудование животноводческих ферм и комплексовСправочник. М.: Россельхозиздат, 1987 г. 367 с. стр. 262
17. Механізація та автоматизація у тваринництві і птахівництві / О.С.Марченко, О.В.Дацішин, Ю.М.Лавріненко та ін. – К.: Урожай, 1995. – 416 с.
18. Остапенко Ю.Ю. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів керування: Підручник. – К.: Задруга, 1999. – 424 с.
19. Остапчук Н.В. Основы математического моделирования процессов пищевых производств. – К.: Вища школа, 1991. – 367 с.

12. Інформаційні ресурси

1. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75) / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka> (<http://nuwm.edu.ua/MySQL/>).
2. Обласна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6) /

[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://libr.rv.ua/>.