

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Тернопільський національний економічний університет



ЗАТВЕРДЖУЮ  
Проректор з наукової роботи

Задорожний З.-М. В.

“ 24 ” 09 2019 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА**  
з дисципліни

**«ІДЕНТИФІКАЦІЯ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ»**

рівень вищої освіти – третій (освітньо-науковий)  
галузь знань – 12 Інформаційні технології  
спеціальність – 121 Інженерія програмного забезпечення  
освітньо-наукова програма – «Інженерія програмного забезпечення»

Тернопіль – ТНЕУ  
2019

**СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
«Ідентифікація моделей систем»**

<b>Дисципліна «Ідентифікація моделей систем»</b>	<b>Галузь знань, спеціальність, СВО</b>	<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>
Кількість кредитів – 5	галузь знань 12 Інформаційні технології	<b>Статус дисципліни</b> вибіркова <b>Мова навчання</b> українська
Кількість залікових модулів – 1	спеціальність 121 Інженерія програмного забезпечення	Рік підготовки: <i>Денна – 1</i> <i>Заочна – 1</i> Семестр: <i>Денна – 2</i> <i>Заочна – 2,3</i>
Кількість змістових модулів – 2	рівень вищої освіти – третій (освітньо-науковий)	Аудиторні години: <i>Денна – 30</i> <i>Заочна – 12</i>
Загальна кількість годин – 150		Самостійна робота: <i>Денна – 120</i> <i>Заочна – 138</i>
Тижневих годин – 10, з них аудиторних – 2		Вид підсумкового контролю – <i>залік</i>

## **2. Мета і завдання дисципліни «Ідентифікація моделей систем»**

### **2.1. Мета вивчення дисципліни.**

Предметом вивчення навчальної дисципліни є формування в аспірантів знань про сучасні наукові методи ідентифікації моделей систем, інноваційного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення, умінь та навичок їх практичного застосування, що вимагає глибокого оволодіння інструментарієм для ідентифікації моделей систем, вміннями знаходити причинно-наслідкові зв'язки, встановлювати закономірності і взаємозалежності.

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

Метою викладання навчальної дисципліни «Ідентифікація моделей систем» є формування у здобувачів знань, умінь та навичок, необхідних для дослідження та моделювання складних об'єктів та процесів з інтервальною невизначеністю.

Основними завданнями вивчення дисципліни є: сформулювати знання здобувачів про сутність та особливості моделювання складних об'єктів та процесів; забезпечити оволодіння вміннями та навичками розробки та застосування методів ідентифікації моделей систем. Здобувачі повинні знати: методи ідентифікації моделей складних об'єктів та процесів в інженерії програмного забезпечення; сучасні наукові підходи до ідентифікації статичних та динамічних математичних моделей; методи та програмні засоби структурної та параметричної ідентифікації інтервальних моделей та особливості їх створення й використання; вміти: обґрунтувати використання існуючих або розробляти нові методи ідентифікації математичних моделей з невизначеністю в задачах інженерії програмного забезпечення; застосовувати на практиці методи та програмні засоби для ідентифікації інтервальних моделей складних об'єктів та процесів.

### **2.2. Передумови для вивчення дисципліни.**

Дисципліна «Математичне моделювання та обчислювальні методи», поняття про математичне моделювання об'єктів та процесів в умовах невизначеності.

### **2.3. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни.**

Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в сфері інженерії програмного забезпечення, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

### **2.4. Результати навчання.**

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 інженерії програмного забезпечення та дотичних міждисциплінарних напрямках.

### **3. Програма навчальної дисципліни «Ідентифікація моделей систем»:**

#### ***Змістовий модуль 1. Теоретичні засади ідентифікації математичних моделей систем в інженерії програмного забезпечення***

##### ***Тема 1. Потреба математичного моделювання в інженерії програмного забезпечення.***

Задачі інженерії програмного забезпечення із застосуванням математичних моделей. Застосування математичних моделей для обробки великих масивів даних. Математичні моделі у задачах прогнозування, інтерполяції та екстаполяції. Класи математичних моделей, що використовуються в інженерії програмного забезпечення (ПЗ) для опису невизначеності в складних об'єктах та процесах.

Література: [1, 2, 4, 12, 16]

##### ***Тема 2. Підходи до ідентифікації математичних моделей з невизначеністю.***

Стохастичний та теоретико-множинний підходи до побудови математичних моделей систем з невизначеністю. Методи та програмні засоби стохастичного підходу для ідентифікації моделей складних об'єктів та процесів з невизначеністю. Методи та програмні засоби теоретико-множинного підходу для ідентифікації моделей складних об'єктів та процесів з невизначеністю.

Література: [2, 3, 4, 5, 11, 13, 14]

#### ***Змістовний модуль 2. Методи ідентифікації статичних та динамічних моделей систем.***

##### ***Тема 3. Методи ідентифікації статичних математичних моделей на основі теоретико-множинного інтервального підходу.***

Синтез структури моделі статичної системи при аналізі інтервальних даних та наближення складних моделей, простішими. Аналіз властивостей інтервальних моделей статичних систем у випадку застосування насиченого експерименту. Інтервальна локалізація параметрів моделі на основі модифікованого симплекс-методу розв'язування задач лінійного програмування. Метод локалізації розв'язків системи інтервальних рівнянь із виділенням насиченого блоку. Обчислювальна схема методу локалізації параметрів інтервальних моделей із виділенням насиченого блоку. Активна ідентифікація параметрів інтервальних моделей методом локалізації із виділенням насиченого блоку експерименту.

Література: [3, 5, 6, 11, 16]

##### ***Тема 4. Методи ідентифікації динамічних математичних моделей на основі теоретико-множинного інтервального підходу.***

Методи нечіткого підходу. Метод параметричної ідентифікації дискретних моделей на основі поділу набору інтервальних даних на основну та перевірючу частини. Метод редукції структури математичної моделі. Метод «нарощування» структури математичної моделі. Розширення простору пошуку оптимальних структур у задачі структурної ідентифікації математичних моделей. Метод структурної ідентифікації із застосуванням генетичних алгоритмів із модифікованими операторами селекції та схрещування. Методи ройового

інтелекту. Метод структурної ідентифікації інтервальних дискретних моделей на основі поведінкових моделей бджолиної колонії.

Література: [3, 7, 18, 19]

**Тема 5. Програмні засоби для ідентифікації математичних моделей на основі теоретико-множинного інтервального підходу.**

Дослідження обчислювальної складності реалізації методу параметричної ідентифікації інтервальних дискретних моделей із процедурами випадкового пошуку. Обґрунтування поділу набору інтервальних даних в задачі параметричної ідентифікації інтервальних дискретних моделей. Алгоритм параметричної ідентифікації дискретних моделей на основі поділу набору інтервальних даних на основну та перевірочну частини. Алгоритм структурної ідентифікації дискретних моделей. Порівняльний аналіз ефективності генетичного та «бджолиного» алгоритмів у задачі структурної ідентифікації інтервальних дискретних моделей. Особливості реалізації алгоритмів ідентифікації в середовищі Matlab.

Література: [6, 7, 14, 17]

**Тема 6. Приклади застосування методів ідентифікації інтервальних моделей.**

Ідентифікація інтервальної дискретної динамічної моделі для моделювання добового циклу зміни концентрацій окису вуглецю. Інтервальна модель для прогнозування подової генерованої електроенергії малої гідро-електростанції. Ідентифікація інтервальної дискретної динамічної моделі для прогнозування розподілу максимальної амплітуди інформаційного сигналу. Ідентифікація інтервальної дискретної динамічної моделі для моделювання розподілу вологості на поверхні листа гіпсокартону. Ідентифікація інтервальної дискретної динамічної моделі для моделювання стадії метаногенезу зброджування твердих побутових органічних відходів у біогазових установках.

Література: [5, 6, 7, 8, 9, 10]

**4. Структура залікового кредиту з дисципліни «Ідентифікація моделей систем»**

(денна форма навчання)

	Кількість годин	
	Аудиторні години	Самостійна робота
<b>Змістовий модуль 1. Теоретичні засади ідентифікації математичних моделей систем в інженерії програмного забезпечення</b>		
Тема 1. Потреба математичного моделювання в інженерії програмного забезпечення	4	20
Тема 2. Підходи до ідентифікації математичних моделей з невизначеністю	4	20
<b>Змістовний модуль 2. Методи ідентифікації статичних та динамічних моделей систем</b>		
Тема 3. Методи ідентифікації статичних математичних моделей на основі теоретико-множинного	8	20

інтервального підходу		
Тема 4. Методи ідентифікації динамічних математичних моделей на основі теоретико-множинного інтервального підходу	8	20
Тема 5. Програмні засоби для ідентифікації математичних моделей на основі теоретико-множинного інтервального підходу	6	20
Тема 6. Приклади застосування методів ідентифікації інтервальних моделей	4	20
<b>Разом</b>	<b>30</b>	<b>120</b>

**(заочна форма навчання)**

	Кількість годин	
	Аудиторні години	Самостійна робота
<b><i>Змістовий модуль 1. Теоретичні засади ідентифікації математичних моделей систем в інженерії програмного забезпечення</i></b>		
Тема 1. Потреба математичного моделювання в інженерії програмного забезпечення	2	20
Тема 2. Підходи до ідентифікації математичних моделей з невизначеністю	2	20
<b><i>Змістовний модуль 2. Методи ідентифікації статичних та динамічних моделей систем</i></b>		
Тема 3. Методи ідентифікації статичних математичних моделей на основі теоретико-множинного інтервального підходу	2	30
Тема 4. Методи ідентифікації динамічних математичних моделей на основі теоретико-множинного інтервального підходу	2	30
Тема 5. Програмні засоби для ідентифікації математичних моделей на основі теоретико-множинного інтервального підходу	2	20
Тема 6. Приклади застосування методів ідентифікації інтервальних моделей	2	18
<b>Разом</b>	<b>12</b>	<b>138</b>

**5. Самостійна робота**

№ п/п	Тематика	К-сть годин ДФН	К-сть годин ЗФН
1.	Особливості синтезу моделей «вхід-вихід» статичних систем на основі експериментальних даних	4	6
2.	Способи зображення вихідних змінних моделей	4	6



	статичних систем у інтервальному вигляді		
3.	Властивості лінійної системи інтервальних рівнянь та інтервальних моделей, побудованих на її розв'язках	4	6
4.	Обчислювальні аспекти методів оцінювання області параметрів інтервальної моделі статичної системи.	4	6
5.	Планування насичених експериментів у випадку інтервального представлення вихідних змінних моделей статичних систем	4	6
6.	Інтервальні моделі статичних систем, побудовані на основі інтервальних оцінок параметрів	4	6
7.	Властивості інтервальних моделей статичних систем у випадку локалізації області параметрів еліпсоїдом	4	6
8.	Побудова допустимих еліпсоїдних оцінок із заданими номінальними значеннями параметрів моделей	4	6
9.	Побудова допустимих еліпсоїдних оцінок множини параметрів інтервальних моделей статичних систем	4	5
10.	Допустима еліпсоїдна оцінка у випадку локалізації параметрів інтервальної моделі	4	5
11.	Допустиме оцінювання параметрів лінеаризованої інтервальної моделі в умовах ідентифікації базисних функцій	5	5
12.	Оцінка імовірності працездатності статичної системи на основі аналізу допустимої множини параметрів її моделі	5	5
13.	Планування апріорних $IG$ - та $IE$ - оптимальних експериментів.	5	5
14.	Послідовно $IG$ - оптимальне планування експериментів	5	5
15.	Оптимальне планування експерименту у випадку локалізації параметрів інтервальної моделі із виділенням насиченого блоку.	5	5
16.	Критерії оптимальності «локалізаційного» експерименту з випадковими інтервальними похибками	5	5
17.	Синтез $M(ID)$ -оптимальних планів	5	5
18.	Умови еквівалентності між $M(ID)$ -, $M(IA)$ - та $M(IE)$ -оптимальними планами	5	5
19.	Приклади синтезу $M(IA)$ - оптимальних планів.	5	5
20.	Особливості побудови та застосування таблиць оптимальних планів експерименту у випадку локалізації параметрів на основі виділення насиченого блоку для поліноміальних моделей	5	5

21.	Аналіз функції мети в задачі параметричної ідентифікації інтервальної дискретної моделі із заданою точністю	5	5
22.	Обґрунтування вибору процедур випадкового пошуку в методі параметричної ідентифікації інтервальної дискретної моделі	5	5
23.	Порівняльний аналіз методів параметричної ідентифікації дискретних моделей із застосуванням повного набору інтервальних даних та його поділом на основну та перевірочну частини	5	5
24.	Поведінкова модель бджолоїної колонії та її біологічне підґрунтя	5	5
25.	Засоби Matlab для інтервальних обчислень	5	5
26.	Засоби Matlab для оптимізації моделей	5	5
<b>Разом:</b>		<b>120</b>	<b>138</b>

## 6. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

У процесі вивчення дисципліни «Ідентифікація моделей систем» використовуються такі засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- стандартизовані тести;
- поточне опитування;
- командні проекти;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- виступи на наукових заходах;
- залік.

## 7. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Ідентифікація моделей систем» визначається за шкалою оцінювання:

За шкалою ТНЕУ	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90–100	відмінно	A (відмінно)
85–89	добре	B (дуже добре)
75–84		C (добре)
65–74	задовільно	D (задовільно)
60–64		E (достатньо)
35–59	незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1–34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)



## 8. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

№	Найменування	Номер теми
1.	Персональні комп'ютери, ноутбуки	1-6
2.	Програмне забезпечення: MATLAB, MS Visual Studio	1-6

### РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Алексеев А.А. Идентификация и диагностика систем. Учебник./ А.А. Алексеев, Ю.А. Кораблев, М.Ю. Шестопапов – М.: Академия, 2009. – 352с.
2. Алефельд Г. Введение в интервальные вычисления / Г. Алефельд, Ю. Херцбергер – М.: – Мир, 1987. – 360 с.
3. Вощинин А. П. Оптимизация в условиях неопределенности. / А. П. Вощинин, Г. Р. Сотиров — М.: МЭИ, София: Техника, 1989. — 224 с.
4. Глонь О. В. Моделювання систем керування в умовах невизначеностей / О. В. Глонь, В. М. Дубовой – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2004. – 169 с.
5. Дивак М. П. Теоретичні засади побудови моделей "вхід-вихід" статичних систем методами аналізу інтервальних даних / М. П. Дивак // Дис. доктора технічних наук. – Тернопіль: Тернопільська академія народного господарства, 2003. – 304 с.
6. Дивак М.П. Задачі математичного моделювання статичних систем з інтервальними даними / М.П. Дивак - Тернопіль: - Економічна думка, 2011.- 216 с.
7. Дивак М. П. Ідентифікація дискретних моделей динамічних систем з інтервальними даними. /Дивак М.П., Порплиця Н. П., Т. М.// – Тернопіль: Видавництво ТНЕУ «Економічна думка», 2017. – 217 с.
8. Дивак М.П. Ідентифікація параметрів різницевого оператора в задачах моделювання процесів поширення забруднень методами аналізу інтервальних даних / М.П. Дивак, А.В. Пукас, Т.М. Дивак// Зб. Наук. Праць ДонНТУ. Серія інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка.- 2009.- Вип..10(153)- С.224-229
9. Дивак Т.М. Метод параметричної ідентифікації макромоделі у вигляді інтервального різницевого оператора із розділенням вибірки даних / Т.М. Дивак // Індуктивне моделювання складних систем. Збірник наукових праць / відпов. редактор В.С.Степашко - Київ: МННЦ ІТС, 2011. -Вип.3– 246с. – С.49-60.
10. Порплиця Н. П. Метод структурної ідентифікації моделей процесу бродіння у біогазових установках із застосуванням алгоритму бджолиної колонії / Н. П. Порплиця, І. В. Гураль, М. П. Дивак // Науковий вісник НЛТУ України, 2017. – Т. 27, № 1 – С.215-221.

### Додаткова література

11. Архиреева И. Н. Формирование оптимальной регрессионной структуры по данным пассивного эксперимента / И. Н. Архиреева, В. П. Бородюк, Ф. Ю. Полванов // Заводская лаборатория. – 1987. – №10. – С. 71–74.
12. Биркгоф Дж. Д. Динамические системы / Дж. Д. Биркгоф – 2002. – 406 с.

13. Большаков В. Д. Теория ошибок наблюдений: Учебник для вузов – 2-е изд., перераб. и доп. / В. Д. Большаков. – М.: Недра, 1983. – 223 с.
14. Булгакова О.С. Порівняльний аналіз ефективності ітераційних алгоритмів МГУА за допомогою обчислювальних експериментів. / О.С. Булгакова, В.С. Степашко // Вісник ЧДТУ. – 2011. – №1.
15. Дивак М. П. Допустиме оцінювання множини параметрів статичної системи в класі багатомірних еліпсоїдів / М. П. Дивак // Комп'ютинг. – 2002. – Т. 1. – №1. – С.108 – 114.
16. Ивахненко А. Г. Моделирование сложных систем / А. Г. Ивахненко — К.: Вища школа, 1987.
17. Карпенко А. П. Современные алгоритмы поисковой оптимизации. Алгоритмы, вдохновленные природой : учебное пособие / А. П. Карпенко. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – 446с.
18. Кодингтон Э.А. Теория обыкновенных дифференциальных уравнений / Э.А. Кодингтон, Н. Левинсон // Пер. с англ., Изд. 2. – 2007.- 472с.
19. Льюнг Л. Идентификация систем. Теория для пользователей: Пер. с англ. / Под ред. Я. З. Цыпкина // Л. Льюнг – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1991. – 432 с.