

(Ф 03.02-91)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний авіаційний університет  
Навчально-науковий Інститут інформаційно-діагностичних систем  
Кафедра інформаційно-вимірювальних систем

ЗАТВЕРДЖУЮ  
В.о. ректора

« 05 » \_\_\_\_\_ 2016 р.



Система менеджменту якості

## НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

“ Числові методи та комп’ютерне моделювання ”

Галузь знань: 0510 "Метрологія, вимірювальна техніка та інформаційно-вимірювальні технології"  
Напрямок підготовки: 6.051001 " Метрологія та інформаційно-вимірювальні технології "

Курс – 3, 4 Семестр – 6, 7, 8


Аудиторні заняття – 159 Екзамен – 6, 8 семестр  
Диференційований залік – 7 семестр

Самостійна робота – 129  
Усього (годин/кредитів ECTS) – 288/8


Курсова робота – 7 семестр


Індекс Н14-6.051001/12 – 4.7

СМЯ НАУ НІ 14.01.01-01-2016

	Система менеджменту якості. Навчальна програма навчальної дисципліни "Числові методи та комп'ютерне моделювання"	Шифр документа	СМЯ НАУ НП 14.01.01 – 01-2016
		Стор. 2 із 13	

Навчальна програма дисципліни "Числові методи та комп'ютерне моделювання" розроблена на основі освітньо-професійної програми та навчального плану № НБ-14-6.051001/12 підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр» за напрямом 6.051001 «Метрологія та інформаційно-вимірювальні технології», «Тимчасового положення про організацію навчального процесу за кредитно-модульною системою (в умовах педагогічного експерименту)» та «Тимчасового положення про рейтингову систему оцінювання», затверджених наказом ректора від 15.06.204 № 122/од, та наказом ректора від 12.04.2005 № 81/од.

Навчальну програму розробили:  
 професор кафедри інформаційно-вимірювальних систем, д.т.н., професор  Л.Щербак

асистент кафедри інформаційно-вимірювальних систем  Г. Мартинюк

Навчальна програма обговорена та схвалена на засіданні випускової кафедри напряму 6.051001 Метрологія та інформаційно-вимірювальні технології (спеціальність 7/8.05100102 «Інформаційні вимірювальні системи») – кафедри інформаційно-вимірювальних систем, протокол № 14 від «05» 10 2016 р.

Завідувач кафедри  В. Єременко

Навчальна програма обговорена та схвалена на засіданні науково-методично-редакційної ради інституту інформаційно-діагностичних систем, протокол № 8 від «28» 10 2016 р.

Голова НМРР  П. Павленко

УЗГОДЖЕНО  
 Директор ННІДС

 С. Філоненко

«04» 02 2016 р.

Рівень документа – 3б  
 Плановий термін між ревізіями – 1 рік  
**Контрольний примірник**



## ЗМІСТ

<b>1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА</b> .....	4
1.1. Місце навчальної дисципліни в системі професійної підготовки фахівця	4
1.2. Мета викладання навчальної дисципліни .....	4
1.3. Завдання вивчення навчальної дисципліни .....	4
1.4. Інтегровані вимоги до знань та умінь з навчальної дисципліни.....	4
1.5. Інтегровані вимоги до знань і умінь з навчальних модулів .....	4
1.6. Міждисциплінарні зв'язки навчальної дисципліни .....	6
<b>2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ</b> .....	6
2.1. Модуль №1 “ Лінійна алгебра та матричне числення ” .....	6
2.2. Модуль №2 “ Обчислювальні методи лінійної алгебри ” .....	7
2.3. Модуль №3 “ Інтерполяція та апроксимація ” .....	8
2.4. Модуль №4 “ Моделювання випадкових величин ”.....	9
2.5. Модуль №5 “ Курсова робота ” .....	9
2.6. Модуль №6 “ Основні задачі статистики ” .....	10
2.7. Модуль №7 “ Основні правила моделювання ” .....	10
<b>СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	11
3.1. Основні рекомендовані джерела .....	11
3.2. Додаткові рекомендовані джерела .....	11



## 1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

### 1.1. Місце навчальної дисципліни в системі професійної підготовки фахівця

Дана навчальна дисципліна упорядковує і закріплює сукупність всіх знань і вмінь з математики та її застосувань, накопичені студентом, для подальшого їх цілеспрямованого використання в його професійній діяльності у галузі інформаційно-вимірювальних систем та технологій, тобто вирішувати завдання аналізу та синтезу інформаційно-вимірювальних систем та їх елементів, а також проводити необхідні розрахунки і математичне моделювання у середовищі Matlab.

### 1.2. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни є розкриття сучасних наукових концепцій, понять, методів та технологій математичного моделювання, теорії обчислювальних методів лінійної та нелінійної алгебри, теорії апроксимації функцій теорії вимірювань, а також реалізація алгоритмів цих методів на персональних комп’ютерах.

### 1.3. Завдання вивчення навчальної дисципліни

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- бачити в конкретних наукових, технічних, життєвих проблемах питання, завдання, що допускають рішення методами теорії вимірювань;
- оволодіти принципами, методами, та алгоритмами наближеного аналізу і синтезу математичних моделей, теорії сигналів та їх обробки;
- планувати експеримент, обробляти дані, вимірювати та інтерпретувати результати;
- засвоїти методики та засоби використання сучасних пакетів обчислювальних програм на персональних комп’ютерах.

### 1.4. Інтегровані вимоги до знань та вмінь з навчальної дисципліни

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

#### Знати:

- основні характеристик математичних моделей, що застосовуються в теорії інформаційно-вимірювальних систем (ІВС), теорії фільтрації та обробки сигналів;
- основні поняття і принципи лінійної алгебри;
- основи матричного числення;
- методи апроксимації функцій і гармонічного аналізу;
- методи операційного числення.

#### Вміти:

- користуватися методами обчислювальної алгебри, гармонічного аналізу і операційного числення;
- використовувати можливості існуючих пакетів математичних програм;
- користуватися сучасними чисельними методами розрахунку та проектування ІВС.

### 1.5. Інтегровані вимоги до знань і умінь з навчальних модулів

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з шести навчальних модулів. Окремим модулем є курсова робота, який виконується в сьомому семестрі.

1.5.1. В результаті засвоєння матеріалу навчального модуля № 1 “Лінійна алгебра та матричне числення”, студент повинен:

#### Знати:

- дії з матрицями, власні значення та власний базис матриці;
- поліноми і функції від матриць;
- основи роботи в середовищі Matlab.



**Вміти:**

- задавати матриці в середовищі Matlab;
- будувати матричне представлення лінійного оператора;
- знаходити власні значення і вектори матриць малої розмірності;
- будувати елементарні функції від матриць.

1.5.2. В результаті засвоєння матеріалу навчального модуля № 2 “Обчислювальні методи лінійної алгебри”, студент повинен:

**Знати:**

- основні задачі обчислювальної алгебри;
- методи обернення матриць;
- системи лінійних алгебраїчних рівнянь і методи їх розв’язування.

**Вміти:**

- знаходити обернені матриці;
- розв’язувати системи лінійних алгебраїчних рівнянь різними методами.

1.5.3. В результаті засвоєння матеріалу навчального модуля № 3 “Інтерполяція та апроксимація”, студент повинен:

**Знати:**

- основні задачі теорії апроксимації і методи їх розв’язування;
- критерії оцінки наближення функцій;
- методи лінійної інтерполяції.

**Вміти:**

- розв’язувати задачі теорії апроксимації;  
- оцінювати наближення функцій до експериментальних даних за допомогою існуючих критеріїв наближення.

1.5.4. В результаті засвоєння матеріалу навчального модуля № 4 “Моделювання випадкових величин”, студент повинен:

**Знати:**

- характеристики випадкових величин та процесів;
- закони розподілу випадкових величин.

**Вміти:**

- моделювати випадкові події;
- моделювати випадкові величини;
- використовувати метод оберненої функції.

1.5.5. В результаті засвоєння матеріалу модуля № 5 Курсова робота “Застосування методу найменших квадратів”, студент повинен:

**Знати:**

- метод найменших квадратів;
- лінійні та нелінійні рівняння регресії;

**Вміти:**

- знаходити рівняння регресії за допомогою методу найменших квадратів;  
- оцінювати наближення функцій до експериментальних даних за допомогою існуючих критеріїв наближення.

1.5.6. В результаті засвоєння матеріалу навчального модуля № 6 “Основні задачі статистики”, студент повинен:

**Знати:**

- основні числові характеристики послідовностей;
- методи побудови полігону частот та гістограми;
- точкові оцінки параметрів розподілу.

**Вміти:**



- знаходити основні числові характеристики послідовностей;
- будувати полігон частот та гистограму;
- знаходити точкові оцінки параметрів розподілу.

1.5.7. В результаті засвоєння матеріалу навчального модуля № 7 “ Основні правила моделювання”, студент повинен:

**Знати:**

- класифікацію математичних моделей;
- мету планування експерименту;
- можливості SIMULINK по плануванню та реалізації модельних експериментів.

**Вміти:**

- планувати модельний експеримент;
- розробляти план експерименту;
- будувати моделі для проведення експерименту.

### 1.6. Міждисциплінарні зв'язки навчальної дисципліни



Знання та вміння, отримані під час вивчення даної навчальної дисципліни, будуть використані під час вивчення наступних дисциплін професійної та практичної підготовки фахівця.

## 2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1. Модуль №1 “ Лінійна алгебра та матричне числення ”

#### Тема 2.1.1 . Вступна лекція.

Основний зміст лекційних та лабораторних занять дисципліни «Числові методи та комп’ютерне моделювання». Математичне моделювання та наближені методи дослідження та розв’язання математичних моделей. Етапи математичного моделювання: вибір множини змінних для опису процесу чи об’єкту (числові множини, векторні та функціональні простори); числове представлення (наближення) змінних; побудова відповідних співвідношень; розв’язання рівнянь.

#### Тема 2.1.2 Введення в Matlab. Знайомство з системою.



Коротка історія та структура системи Matlab. Інтерфейс програмного середовища. Типи даних у Matlab. Робота в редакторі .m файлів. Візуалізація даних. Побудова графіків від функцій одної змінної.

### **Тема 2.1.3 Лінійні відображення та матриці. Множення матриць.**

Асоціативність множення матриць. Некомутативність множення матриць. Додавання матриць та множення на число. Множення блокових матриць. Обчислювальний аспект множення матриць. Метод Винограда. Метод Штрассена.

### **Тема 2.1.4 Визначник матриці. Підматриці та мінори.**

Визначник транспонованої матриці. Визначник як функція стовпців (рядків) матриці. Існування індикатора лінійної залежності. Підматриці та мінори. Розбиття множини підстановок на підмножини. Теорема Лапласа. Визначник блоково-трикутної матриці.

### **Тема 2.1.5 Оборнені та оборотні матриці.**

Обернена матриця. Критерій оборотності матриці. Звернення та транспонування. Група оборотних матриць. Звернення невивродженої матриці. Правило Крамера. Визначник добутку матриць. Оборотність та невивроженість.

### **Тема 2.1.6 Лінійні оператори. Види норм.**

Лінійні оператори. Неперервність та обмеженість. Операторна норма. Матрична норма. Норма Фробеніуса. Збереження норм. Унітарно інваріантні норми. Сингулярний розклад матриць.

### **Тема 2.1.7 Матриця лінійного оператора. Ядро та образ лінійного оператора.**

Матриця лінійного оператора. Добуток лінійних операторів. Перехід до інших базисів. Перетворення подібності. Інваріантні підпростори. Ядро та образ лінійного оператора. Оборнений оператор. Ортогональні доповнення ядра та образа.

### **Тема 2.1.8 Власні значення та власні вектори матриць.**

Діагоналізовані матриці. Власні значення та власні вектори. Власні вектори для різних власних значень. Характеристичне рівняння. Алгебраїчна кратність власного значення. Характеристичний багаточлен та подібність. Приведення до майже трикутної матриці. Матриці Фробеніуса. Обрахування характеристичного багаточлена.

## **2.2. Модуль №2 “ Обчислювальні методи лінійної алгебри ”**

### **Тема 2.2.1 Врахування похибок наближених обчислень.**

Загальна формула для оцінки головної частини похибки. Статистичний та технічний підходи до врахування похибок дій. Поняття про похибки машинної арифметики. Приклади нестійких задач та методів. Обумовленість лінійних алгебраїчних систем. Похибки коренів скалярних рівнянь з наближеними коефіцієнтами.

### **Тема 2.2.2 Однорідні та неоднорідні системи лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР). Методи розв’язування алгебраїчних систем.**

Основні поняття про системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Класифікація методів розв’язування алгебраїчних систем. Алгоритм розв’язування алгебраїчних систем методом Крамера. Алгоритм розв’язування СЛАР методом Гауса з вибором головного елемента за стовпцями. Застосування методу Гауса до знаходження визначника а для звернення матриці.

### **Тема 2.2.3 Прямі методи розв’язування лінійних алгебраїчних систем.**

LU-розклад матриці. Розв’язування лінійних систем та звернення матриць за допомогою LU-розкладу. Розклад симетричних матриць. Метод квадратних коренів. Метод прогонки розв’язку систем з тридіагональними матрицями коефіцієнтів.

### **Тема 2.2.4 Ітераційні методи розв’язування лінійних алгебраїчних систем.**



Розв’язок СЛАР методом простих ітерацій. Метод Якобі. Метод Зейделя. Поняття про метод релаксації. Інші ітераційні методи розв’язування СЛАР. Ітераційний спосіб обернення матриці, що швидко сходиться. Похибки округлення в ітераційних методах.

#### **Тема 2.2.5 Методи вирішення алгебраїчних проблем власних значень.**

Власні пари матриць та їх властивості. Степеневий метод. Обернені ітерації. Метод обертання Якобі для вирішення повної проблеми власних значень. Поняття про LU-алгоритм для несиметричних задач. QR-алгоритм.

#### **Тема 2.2.6 Методи розв’язування нелінійних задач скалярних рівнянь.**

Локалізація коренів рівнянь. Метод дихотомії. Метод хорд. Типи збіжностей ітераційних послідовностей. Метод Ньютона. Застосування методу Ньютона для обрахування значень функції.

#### **Тема 2.2.7 Модифікація методу Ньютона. Нелінійні рівняння з параметром.**

Модифікації методу Ньютона. Метод січних. Задача про нерухому точку. Метод простих ітерацій. Прискорення збіжності послідовних наближень: D2-процес Ейткена, метод Вегстейна. Нелінійні рівняння з параметром. Біфуркації. Про методи розв’язування алгебраїчних рівнянь. Метод Бернуллі.

#### **Тема 2.2.8 Методи розв’язування систем нелінійних рівнянь.**

Векторний запис нелінійних систем. Метод простих ітерацій. Метод Ньютона, його реалізації та модифікації. Метод Брауна. Розв’язування нелінійних систем методами спуску. Збіжність методу Ньютона та деяких його модифікацій.

### **2.3. Модуль №3 “Інтерполяція та апроксимація”**

#### **Тема 2.3.1. Задачі наближення функцій.**

Приклади застосування функцій наближення. Згладжувальна крива, способи її використання. Порядок наближення функцій. Випадки найкращого наближення функції до вихідної на деякому відрізку.

#### **Тема 2.3.2. Задачі інтерполяції. Локальна інтерполяція.**

Постановка задачі інтерполяції. Види інтерполяції. Локальна інтерполяція. Кусково-постійна інтерполяція. Кусково-лінійна інтерполяція. Сплайн-інтерполяція. Сенс сплайн-інтерполяції. Класифікація сплайнів. Кубічна сплайн-інтерполяція.

#### **Тема 2.3.3. Глобальна інтерполяція.**

Відмінність глобальної інтерполяції від локальної. Види глобальної інтерполяції. Параболічна інтерполяція. Інтерполяція поліномами Лагранжа. Інтерполяційні формули Ньютона. Інтерполяційні формули Гауса

#### **Тема 2.3.4. Апроксимація. Види апроксимуючих кривих.**

Відмінність апроксимації від інтерполяції. Види апроксимації. Теорія математичної апроксимації. Фізична апроксимація. Класи апроксимуючих кривих. Вимоги до вибору класу апроксимуючих кривих. Визначення коефіцієнтів апроксимації. Рекомендації для визначення виду апроксимуючої кривої з загального класу кривих.

#### **Тема 2.3.5. Метод найменших квадратів.**

Постановка задачі метода найменших квадратів. Вивід формул для знаходження коефіцієнтів апроксимації за методом найменших квадратів. Оцінка ступеню наближення апроксимуючої кривої за мінімумом суми квадратів відхилень обчислених та експериментальних даних. Приклади використання методу найменших квадратів в різних галузях науки і техніки.

#### **Тема 2.3.6. Спрощені методи оцінювання коефіцієнтів апроксимації.**

Методи оцінювання коефіцієнтів апроксимації. Метод Бартлета-Кенуя. Метод Керріча. Перевірка початкових даних на наявність надмірної похибки. Критерій Ектона. Критерій Тігена-Мура-Бекмана. Критерій Прескотта-Лунда.





### **Тема 2.3.7. Прогнозування значень у майбутні моменти часу.**

Області використання прогнозованих значень. Екстраполяція даних як один з видів прогнозування. Постановка задачі екстраполяції. Послідовність дій при статистичному аналізі екстрапольованих значень. Методи підвищення точності екстраполяції.

## **2.4. Модуль №4 “ Моделювання випадкових величин ”**

### **Тема 2.4.1. Статистичне моделювання.**

Статистичне моделювання як базовий метод моделювання. Метод Монте-Карло – основа статистичного моделювання. Використання методу Монте-Карло при дослідженні систем з випадковими параметрами.

### **Тема 2.4.2. Генератори випадкових чисел.**

Генерація випадкових чисел як основа методу Монте-Карло. Фізичні генератори випадкових чисел. Задача генерування чисел за допомогою монети. Табличні генератори випадкових чисел. Алгоритмічні генератори випадкових чисел.

### **Тема 2.4.3. Перевірка якості роботи генераторів випадкових чисел.**

Види перевірок генераторів випадкових чисел: перевірка на рівномірність розподілу; перевірка на статистичну незалежність. Перевірка на рівномірність розподілу: частотний тест, перевірка за критерієм Пірсона. Перевірка на статистичну незалежність: перевірка на частоту появи цифри в послідовності; перевірка появи серій з однакових цифр.

### **Тема 2.4.4. Моделювання випадкової події.**

Схема використання генератора випадкових чисел для імітації випадкової події. Моделювання повної групи несумісних подій.

### **Тема 2.4.5. Моделювання випадкової величини із заданим законом розподілу.**

Порівняння дискретного та неперервного законів розподілу випадкової величини. метод ступінчатої апроксимації. Метод усічення. Метод оберненої функції. .

### **Тема 2.4.6. Моделювання нормально розподілених випадкових величин.**

Властивості нормального розподілу. Табличний метод генерації нормально розподілених чисел. Метод генерації нормально розподілених чисел, що використовує центральну граничну теорему. Метод Мюллера .

### **Тема 2.4.7. Моделювання системи випадкових величин.**

Генерація системи випадкових величин при позитивному коефіцієнті кореляції. Генерація системи випадкових величин при негативному коефіцієнті кореляції. Алгоритм моделювання двох залежних випадкових подій  $X$  і  $Y$ .

### **Тема 2.4.8. Потік випадкових подій.**


Потік випадкових подій. Пуассонівський потік. Алгоритм, що генерує потік випадкових подій з заданим  $\lambda$ . Моделювання неординарних потоків подій. Алгоритм імітації обробки партій виробів з урахуванням випадковості подій, що відбуваються. Моделювання нестационарних потоків подій.

## **2.5. Модуль №5 “ Курсова робота ”**

Курсова робота (КР) з дисципліни виконується у сьомому семестрі з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь, набутих студентом у процесі засвоєння навчального матеріалу дисципліни в області теорії інтерполяції та апроксимації.

Виконання КР є важливим етапом у підготовці до виконання дипломного проекту (роботи) майбутнього фахівця з ІВС.

Конкретна мета КР полягає у закріпленні теоретичних відомостей з регресійного аналізу та знаходженні коефіцієнтів апроксимуючих рівнянь різної складності.

	Система менеджменту якості. Навчальна програма навчальної дисципліни “Числові методи та комп’ютерне моделювання”	Шифр документа	СМЯ НАУ НП 14.01.01 – 01-2016
		Стор. 10 із 13	

Для успішного виконання курсового проекту студент повинен знати метод найменших квадратів, вміти будувати графіки регресійних рівнянь, знаходити знаходити відхилення апроксимуючих рівнянь від вихідних експериментальних даних.

Виконання, оформлення та захист КР здійснюється студентом в індивідуальному порядку.

Час, потрібний на виконання КР – до 36 годин самостійної роботи

## **2.6. Модуль №6 “ Основні задачі статистики ”**

### **Тема 2.6.1. Випадковий процес.**

Випадковий процес. Випадкова функція та випадкова величина. Реалізація випадкової функції. Класифікація випадкових процесів: процеси з дискретними станами та дискретним часом; процеси з дискретними станами та неперервним часом; процеси з неперервними станами та дискретним часом; процеси з неперервними станами та неперервним часом. Закони розподілу випадкових процесів.

### **Тема 2.6.2. Генеральна сукупність і вибірка.**

Задачі математичної статистики: розробка методів збору та групування статистичних даних; розробка методів аналізу статистичних даних. Генеральна та вибіркова сукупності. Статистичний розподіл вибірки та його геометричне зображення: полігон частот; гістограма; кумулята; огіва. Числові характеристики вибірки: середнє; мода; медіана; дисперсія; коефіцієнт варіації; розмах варіації.

### **Тема 2.6.3. Точкові оцінки параметрів розподілу.**

Використання статистичних оцінок. Точкові оцінки: незміщена, зміщена, ефективна, спроможна. Властивість стійкості вибіркових середніх. Приклади знаходження точкових оцінок.

### **Тема 2.6.4. Інтервальні статистичні оцінки параметрів.**

Відмінність точкових та інтервалних оцінок параметрів. Точність оцінки параметрів. Довірчі інтервали для оцінки математичного сподівання при відомому середньому квадратичному відхиленні. Довірчі інтервали для оцінки математичного сподівання при невідомому середньому квадратичному відхиленні. Довірчий інтервал для знаходження середнього квадратичного відхилення.

### **Тема 2.6.5. Методи статистичних перевірок гіпотез.**

Статистичні гіпотези: нулова та альтернативна. Приклади статистичних гіпотез. Статистична перевірка гіпотез. Помилки першого та другого роду при прийнятті рішень. Рівень значимості. Статистичні критерії. Критична область: одностороння (правостороння, лівостороння), двостороння. Загальна методика побудови критичної області. Схема перевірки статистичних гіпотез.

### **Тема 2.6.6. Перевірка правдивості статистичних гіпотез.**

Перевірка правдивості статистичних гіпотез про рівність двох генеральних середніх. Побудова критичної області в залежності від вигляду конкуруючої гіпотези. Перевірка гіпотези про нормальний закон розподілу генеральної сукупності. Критерій узгодженості Пірсона. Порівняння двох середніх генеральних сукупностей, дисперсії яких відомі (великі незалежні вибірки).

## **2.7. Модуль №7 “ Основні правила моделювання ”**

### **Тема 2.7.1. Поняття комп’ютерного моделювання.**

Властивості складних систем. Класифікація основних видів моделювання. Комп’ютерне моделювання як метод вирішення задач аналізу та синтезу складних систем на основі використання їх комп’ютерних моделей. Процедурно-технологічна схема методу моделювання.



### **Тема 2.7.2. Планування модельних експериментів.**

Мета планування експерименту: скорочення загального обсягу випробувань при дотриманні вимог до достовірності і точності їх результатів; підвищення інформативності кожного з експериментів окремо. Стратегічне планування імітаційного експерименту: ідентифікація факторів; вибір рівнів факторів. Способи побудови стратегічного плану.

### **Тема 2.7.3. Тактичне планування експерименту.**

Розробка планів експериментів: повного факторного експерименту; часткового факторного експерименту; дробового факторного експерименту.

### **Тема 2.7.4. Проведення імітаційних експериментів з використанням файлів сценаріїв.**

Процес прогона моделі при різних значеннях параметрів та обробка отриманих результатів. Вимоги для написання M-файлів. Порядок використання команд у M-файлах. Аналіз деяких варіантів моделі на основі M-файлів.

### **Тема 2.7.5. Приклади побудови імітаційних моделей.**

Постановка задачі моделювання. Побудова концептуальної моделі. Математична модель. Комп’ютерна модель. Вихідні дані для параметрів, змінних та показників моделей. Математична схема моделі та метод її вирішення. Засоби управління експериментом. Програма управління експериментом.

## **СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ**

### **3.1. Основні рекомендовані джерела**

- 3.1.1. Ашихмин В.Н. Введение в математическое моделирование: учеб. пособие / В.Н. Ашихмин, М.Б. Гитман, И.Э. Келлер, О.Б. Наймар. – М.: Логос, 2005. – 440 с.
- 3.1.2. Беллман Р. Введение в теорию матриц. – М.: Наука, 1978. – 316 с.
- 3.1.3. Вержбицкий В.М. Численные методы. Линейная алгебра и нелинейные уравнения. – М.: Высшая школа, 2000. – 268 с.
- 3.1.4. Назаров Н.Г. Измерения: планировании и обработка результатов. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 304 с.
- 3.1.5. Лебідь Р.Д. Математичні методи в моделюванні систем: навч. посібник для студентів втузів / Р.Д. Лебідь, І.А. Жуков, М.М. Гузій. – К.: КМУЦА, 2000. – 158 с.
- 3.1.6. Солонина А.И., Арбузов С.М. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в Matlab. – Спб.: БХВ-Петербург, 2008. – 816 с.
- 3.1.7. Томашевський В.М. Моделювання систем: підруч. для студ. ВНЗ / за заг. ред. М.З. Згуровського. – К.: Видавн. Група ВНУ, 2005. – 352 с.
- 3.1.8. Хемминг Р.В. Численные методы. – М.: Наука, 1972. – 400 с.

### **3.2. Додаткові рекомендовані джерела**

- 3.2.1. Бахвалов Н.С. Численные методы. – М.: Наука, 1975.
- 3.2.2. Дьяконов В.П. MATLAB: учебный курс. – Спб.: Питер, 2001.



