

# Опис кредитного модуля (дисципліни)

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ І ПРОЦЕСІВ

(код та назва кредитного модуля, дисципліни)

Статус кредитного модуля \_\_\_\_\_ обов'язковий \_\_\_\_\_  
 (обов'язковий або за вільним вибором студентів)

Лектор Струтинський Василь Борисович, професор, завідувач кафедри КВМ ММІ  
 (прізвище, ім'я та по батькові, посада)

Інститут/факультет \_\_\_\_\_  
 (назва)

Кафедра \_\_\_\_\_  
 (назва)

### І. Загальні відомості

Дисципліна "Математичне моделювання процесів та систем" є однією з основних дисциплін творчого циклу для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня "магістр". Вона продовжує і узагальнює одержання студентами взаємозв'язаних знань в галузях фізико-математичних та прикладних інженерних наук.

### ІІ. Розподіл навчального часу

Форма навчання	СЕМЕСТР	Всього	Розподіл за семестрами та видами занять								Семестрова агестація
			Лекції	Практичні заняття	Семінари	Лабораторні роботи	Комп'ютерний практикум	Модульні контрольні роботи	СРС		
									Всього	У тому числі на виконання індивідуальних семестрових завдань	
денна	11	108	34	–	–	–	16		58		екзамен

### ІІІ. Мета і завдання модуля (дисципліни)

**Метою викладання кредитного модуля** є придбання магістрантами:

- здатності складати математичні моделі різного виду для технічних систем та процесів;
- навичок виконання розрахунків та машинних експериментів з використанням сучасних математичних пакетів.

**Предметом кредитного модуля** є математичні моделі систем та процесів, методологія їх розробки і використання при проведенні наукових досліджень.

**Завдання вивчення кредитного модуля** полягає в набутті магістрантами:

- **знання** принципів побудови математичних моделей технічних систем і процесів, особливостей алгоритмів і програм обчислювальних процедур, що реалізують процес математичного моделювання на сучасних ЕОМ;
- **вміння** поставити задачу моделювання та розробити математичну модель системи чи процесу;
- **навичок** практичної роботи по математичному моделюванню систем і процесів на ЕОМ з використанням сучасних програмних середовищ.

#### **IV. Зміст дисципліни (кредитного модуля)**

##### Розділ 1. Загальні поняття і визначення

Тема 1.1 Визначення математичних моделей

Тема 1.2 Математичне моделювання в магістерській атестаційній роботі

##### Розділ 2. Математичні моделі на основі символьних функцій

Тема 2.1 Обчислення символьних функцій, елементарний аналіз процесів

Тема 2.2 Спеціальні функції в математичному моделюванні

Тема 2.3 Розривні та символічні імпульсні функції

##### Розділ 3 Математичні моделі процесів у вигляді рядів

Тема 3.1 Функціональні ряди

Тема 3.2 Гармонічний та спектральний аналіз процесів

##### Розділ 4 Дискретні одномірні математичні моделі процесів

Тема 4.1 Обробка дискретних моделей засобами математичних пакетів

Тема 4.2 Приведення дискретних моделей до неперервного виду

##### Розділ 5 Багатовимірні дискретні математичні моделі

Тема 5.1 Моделювання методами векторного і матричного числення

Тема 5.2 Комп'ютерні моделі тензорних математичних об'єктів

##### Розділ 6 Математичні моделі, що реалізують відношення еквівалентності математичних об'єктів

Тема 6.1 Формування та аналіз відношень еквівалентності

Тема 6.2 Реалізація відношень еквівалентності при математичному

##### Розділ 7 Математичні моделі, які включають диференціальні та інтегральні оператори і розв'язок інтегральних рівнянь

Тема 7.1 Диференціальні операції, інтегральні перетворення та інтегральні рівняння

Тема 7.2 Диференціальні операції в скалярних, векторних і тензорних полях реалізовані в математичних пакетах

##### Розділ 8 Математичні моделі процесів і систем у зосереджених параметрах

Тема 8.1 Зосередження параметрів системи, власні і вимушені процеси в динамічних системах

Тема 8.2 Лінійні моделі. Операторні методи математичного моделювання

Тема 8.3 Нелінійні моделі. Чисельні методи і алгоритми моделювання

Тема 8.4 Використання математичних пакетів для моделювання систем у зосереджених параметрах

##### Розділ 9 Математичні моделі систем і процесів у розподілених параметрах

Тема 9.1 Розподілені параметри технічних систем. Розрахунковий континуум

Тема 9.2 Основні алгоритми побудови математичних моделей систем з розподіленими параметрами

Тема 9.3 Базові математичні моделі систем у розподілених параметрах реалізовані в математичних пакетах MathCAD і MATLAB

Розділ 10 Математичне моделювання стохастичних систем і процесів

Тема 10.1 Випадкові величини та їх аналіз

Тема 10.2 Аналіз і синтез випадкових процесів

Тема 10.3 Моделювання стохастичних систем при випадкових вхідних параметрах

### **Комп'ютерний практикум**

Тема 1

Практикум 1.

Математичне моделювання систем і процесів за допомогою ЕОМ. Загальні прийоми роботи. Пакети: MathCAD та MATLAB, Maple, Mathematica та інші.

Тема 2

Практикум 2

Робота з файлами (зчитування та запис інформації). Функції роботи з файлами. Подання інформації в графічному вигляді.

Тема 2

Практикум 3.

Вбудовані функції MathCAD та MATLAB. Тригонометричні. Гіперболічні. Експоненціальні. Функції Бесселя. Функція похибки та гамма функція. Імпульсна та ступенева функція.

Тема 3

Практикум 4.

Апроксимація та екстраполяції даних. Двовимірна інтерполяція. Апроксимація функцій. Обчислення тригонометричних рядів. Моделювання випадкових процесів заданих своїм канонічним розкладом.

Тема 7

Практикум 5.

Вбудовані функції знаходження коренів систем лінійних, нелінійних та трансцендентних рівнянь. Задачі лінійного програмування. Вирішення задач оптимізації.

Тема 7

Практикум 6.

Вбудовані функції для розв'язку систем звичайних диференційних рівнянь. Крайова задача. Задача Коші. Особливості вирішення "жорстких" систем диференційних рівнянь.

Тема 8

Практикум 7.

Вбудовані функції для розв'язку рівнянь у часткових похідних. Вбудовані функції для вирішення рівнянь еліптичного, параболічного та гіперболічного виду. Особливості методів вирішення рівнянь еліптичного виду. Особливості та основні функції пакета (PDE) Partial Differential Equation Toolbox.

## Тема 8

### Практикум 8.

Моделювання динамічних об'єктів, що описуються системами нелінійних диференціальних рівнянь. Система моделювання динамічних систем та систем, що управляються по події SIMULINK та Stateflow. Побудова моделі. Неперервні системи. Дискретні системи. Підсистеми та маскування підсистем. Засоби аналізу системи SIMULINK. Графічна анімація. Особливості чисельних методів. Програмний засіб Stateflow.

## Тема 9

### Практикум 9.

Моделювання стохастичних процесів. Моделювання випадкових величин та функцій випадкових аргументів. Вбудовані функції випадкових чисел. Статистичні функції математичних пакетів MathCAD та MATLAB.

## Тема 10

### Практикум 10.

Призначення, особливості та основні функції пакетів Control System Toolbox (моделювання та аналіз лінійних систем автоматичного керування), System Identification Toolbox, Optimization Toolbox.

## **V. Методи навчання та інформаційно-методичне забезпечення**

Згідно з робочою навчальною програмою дисципліни використовуються такі методи навчання: подання теоретичного матеріалу — на лекційних заняттях; поглиблення та закріплення теоретичного матеріалу на заняттях з комп'ютерного практикуму та під час самостійної роботи магістрантів..

Перевірка отриманих знань та навичок — проведення тестових контролів; перевірка залишкових знань — усне опитування на заняттях з комп'ютерного практикуму та виконання самостійних домашніх завдань.

Передбачено індивідуальне консультування та виконання домашньої контрольної роботи. Робота виконується в рамках часу на контрольовану самостійну роботу. Полягає в розробці математичної моделі по темі магістерської роботи і виконанні її розрахунку. Роботи повинна містити аналіз розробок, що раніше виконувалися, підтвердження актуальності роботи, загальний опис методики дослідження, розрахункову частину та висновки.

Для самостійного опанування завдань дисципліни рекомендовано список джерел, який доступний у науково-технічній бібліотеці НТУУ «КПІ», методичному кабінеті кафедри КВМ, сайтах мережі Інтернет:

### **Основна навчально–методична література**

1. Ермаков С.М. Метод Монте-Карло и смежные вопросы.- М.:Наука, 1975.-471 с.
2. Ермаков С.М., Михайлов Г.А. Статистические моделирование.- М.:Наука, 1982.- 520 с.
3. Калиткин Н.Н. Численные методы.- М.:Наука, 1978.- 512 с.

4. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1978. – 830 с.
5. Кузнецов Ю.М., Луців І.В., Дубиняк С.А. Теорія технічних систем. Навчальний посібник. – К.: ТДТУ. – 310 с.
6. Мак-Кракен Р., Дорн У. Численные методы и программирование на Фортране.- М.:Мир, 1977.- 584 с.
7. Мэнли Р. Анализ и обработка записей колебаний.- М.: Машиностроение, 1972.- 368 с.
8. Дьяконов В.П. MathCAD 8/2000. Специальный справочник.- С.Петербург:Питер, 2000.- 580 с.
9. Плис А.И., Сливина Н.А. МATHCAD. – М.: Статистика, 1999. – 655 с.
10. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування. – К.: Либідь, 1997. - 544 с.
11. Потемкин В.Г. MATLAB. Справочное пособие. М.: Диалог МИФИ, 1998. – 351 с.
12. Пугачев В.С. Введение в теорию вероятностей.- М.:Наука, 1968.- 368 с.
13. Радченко С.Г. Математическое моделирование технологических процессов в машиностроении. – К.: ЗАО Укрспецмонтажпроект, 1998. – 244 с.
14. Самарский А.А. Математическое моделирование – интеллектуальное ядро информатики. – М.: Наука, 1998. – 244 с.
15. Сигорский В.П. Математический аппарат инженера.- К.:Техніка, 1975.- 768 с.
16. Смит Д.М. Математическое и цифровое моделирование для инженеров и исследователей. – М.: Машиностроение, 1980. – 271 с.
17. Струтинський В.Б. Математичне моделювання процесів та систем механіки. – Житомир:ЖІТІ, 2001. –612 с.
18. Струтинський В.Б., Мельничук П.П. Математичне моделювання металорізальних верстатів. – Житомир: ЖІТІ, 2002. –544 с.
19. Струтинський В.Б. Тензорні математичні моделі процесів та систем. – Житомир:ЖІТІ, 2004. –636 с.

#### **Додаткова навчально–методична література**

20. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. Учебное пособие для ВУЗов. – М.: Наука, 1986. – 299 с.
21. Дьяконов В.П., Авраменкова И.В. MATLAB-5. Система символьной математики.-М.: Нолидж, 1999. -633 с.
22. Дьяконов В.П. MATLAB. Учебный курс.- С.Петербург:Питер, 2001.- 550с.
23. Дьяконов В.П. Компьютерная математика. Теория и практика. М.:Нолидж, 2001, 1295 с.
24. Гультяїв А. MATLAB 5.2. Имитационное моделирование в среде Windows.- С.Пет.: Корона. -288 с.
25. Акивис М.А., Гольдберг В.В. Тензорное исчисление.- М.:Наука, 1969.- 351с.  
Борисенко А.И., Таранов И.Е. Векторный анализ и начала тензорного исчисления.- Харьков: Вища школа., 1986.- 216 с.

## VI. Мова

Викладання дисципліни ведеться українською мовою. Окремі пояснення і тлумачення термінів може здійснюватися російською мовою як виняток за наявності у академічних групах іноземних студентів.

## VII. Характеристика індивідуальних завдань

За індивідуальним завданням студенти самостійно працюють над засвоєнням матеріалу комп'ютерного практикуму. Передбачено виконання індивідуальних завдань наступної тематики:

1. Математичні моделі статичних систем. Формулювання та розв'язок задач з використанням методів лінійного програмування та оптимізації.
2. Апроксимація та екстраполяції даних.
3. Математичні моделі динамічних систем у зосереджених параметрах. Вбудовані функції розв'язку диференціальних рівнянь пакету MathCad та спеціальних модулів пакету Matlab.
4. Математичні моделі динамічних систем у розподілених параметрах. Формулювання та розв'язок двовимірної задачі засобами Partial Differential Equation Toolbox пакету Matlab.
5. Математичне моделювання стохастичних систем і процесів. Аналіз випадкових процесів засобами пакетів Matlab та MathCad.

## VIII. Методика оцінювання

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- 1) відповіді на заняттях з комп'ютерного практикуму;
- 2) виконання та захист 4 індивідуальних домашніх завдань із засвоєння комп'ютерного практикуму;
- 3) виконання та захист домашньої контрольної роботи;
- 4) відповідь на екзамені.

### ***Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання***

#### **1. Робота на заняттях з комп'ютерного практикуму**

Ваговий бал – 2. Максимальна кількість балів на всіх заняттях з комп'ютерного практикуму дорівнює  $2 \text{ бали} \times 8 = 16 \text{ балів}$ .

2 бали – студент активно поводить себе на заняттях (ставить питання, бере участь в обговореннях тощо), вірно веде протокол заняття на ЕОМ;

1 бал – студент присутній на заняттях, але не веде протокол заняття на ЕОМ;

0 балів – студент відсутній на заняттях.

#### **2. Індивідуальні домашні завдання**

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів за всі домашні завдання дорівнює  $5 \text{ балів} \times 4 = 20 \text{ балів}$ .

- 5 балів – повне виконання завдань і вичерпні відповіді при усному захисті;
- 4, 3 - виконаний звіт, але відповіді при захисті лаконічні, невпевнені;
- 1, 2 - неповністю виконаний звіт і незадовільний захист;
- 0 - робота виконана, але здана не у визначені терміни

Максимальна кількість балів на всіх аудиторних заняттях дорівнює  $16 + 20 = 36$  балів.

### 3. Домашня контрольна робота

Ваговий бал – 20.

20 бали – домашня контрольна робота (ДКР) виконана в повному обсязі, повністю відповідає темі магістерської роботи, надані всі відповіді по суті виконаної роботи;

15 балів – ДКР виконана в повному обсязі, вирішені задачі моделювання частково лежать в рамках магістерської роботи, не надано однієї відповіді по суті виконаної роботи, ;

10 балів – ДКР виконана в повному обсязі, вирішені задачі моделювання не зовсім стосуються суті магістерської роботи, не надано дві відповіді по суті виконаної роботи;

5 балів – ДКР виконана в повному обсязі, вирішені задачі моделювання не зовсім стосуються суті магістерської роботи, не надано жодної відповіді по суті виконаної роботи;

0 балів – ДКР не виконана в повному обсязі, вирішені задачі моделювання не стосуються теми магістерської роботи.

#### Заохочувальні бали:

При повному виконанні всіх завдань у визначені терміни магістрант може отримати заохочувальні бали (до 4 балів) додатково до свого рейтингу за результатами виконання робіт з дисципліни: оригінальна підготовка та звіт робіт з комп'ютерного практикуму, апробація результатів магістерської роботи, а саме частини, що стосується математичного моделювання, на науково-технічних семінарах, конференціях, симпозіумах, які сприяють підвищенню технічної ерудиції.

#### Штрафні бали:

За використання чужих робіт і здавань, як своїх (плагіат), відсутність без поважних причин на трьох і більше заняттях, несвоєчасне виконання завдань, магістранту може бути нараховано штрафні бали (до 10 балів).

Розрахунок шкали семестрового рейтингу

$$R_k = 2 \times 8 + 5 \times 4 + 1 \times 20 = 56 \text{ балів}$$

Розмір стартової шкали

$$R_C = R_k + R_s$$

де  $R_C$  – стартовий рейтинг,

$R_s$  – максимальна сума заохочувальних балів.

$$R_C = 56 + 4 = 60 \text{ балів}$$

**Розмір шкали рейтингу  $R = 100$  балів.**

**Розмір екзаменаційної шкали  $R_E = 40$  балів.**

**Умови допуску до екзамену:** зарахування домашніх індивідуальних завдань з комп'ютерного практикуму, домашньої контрольної роботи, а також стартовий рейтинг  $R_C \geq 30$  балів.

**Критерії екзаменаційного оцінювання:**

40 балів – повні вичерпні відповіді на три екзаменаційні запитання, охайно оформлена письмова екзаменаційна робота;

30 балів – відповіді на всі екзаменаційні запитання, наявність несуттєвих неточностей, помарок в письмовій екзаменаційній роботі;

20 балів – відповіді на два екзаменаційні запитання, наявність несуттєвих неточностей, помарок в письмовій екзаменаційній роботі;

10 балів – відповідь на одне екзаменаційне запитання, наявність помарок в письмовій екзаменаційній роботі;

0 балів – невірні відповіді на запитання, відсутність на екзамені.

Для отримання відповідної оцінки з дисципліни магістрантом має бути набрано протягом семестру та за екзаменом певна кількість балів, згідно таблиці перерахунку:

**Таблиця переведення рейтингової оцінки з навчальної дисципліни  $RD$ :**

$RD = r_C + r_E$	Оцінка ECTS	Традиційна оцінка
$(0,95 R \leq RD)$ 95...100	A	відмінно
$(0,85 R \leq RD < 0,95 R)$ 85...94	B	добре
$(0,75 R \leq RD < 0,85 R)$ 75...84	C	
$(0,65 R \leq RD < 0,75 R)$ 65..74	D	задовільно
$(0,6 R \leq RD < 0,65 R)$ 60...64	E	незадовільно
$(RD < 0,6 R)$ менше 59	Fx	
$(RD < 0,5 R_C)$ менше 50 або не виконані інші умови допуску до екзамену	F	

***Умови позитивної проміжної атестації.***

Для отримання “зараховано” з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент повинен мати не менше ніж 15 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів “ідеальний” студент має отримати 30 балів).

Для отримання “зараховано” з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент матиме на менше ніж 25 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів “ідеальний” студент має отримати 50 балів).

## **IX. Організація**

Порядок реєстрації на вивчення дисципліни та на семестрову атестацію здійснюється деканатом ЗФ НТУУ «КПІ» на підставі відповідних документів і положень.