

**ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ КОЛЕДЖ**  
ДЕРЖАВНОГО ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ  
«ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА»

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Директор коледжу  
\_\_\_\_\_ Ю. М. Москаленко  
29 серпня 2019 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Математичне моделювання**

Для спеціальності **113 «Прикладна математика»**  
Загальна кількість годин: **120**

Робоча програма з навчальної дисципліни «Математичне моделювання»  
для студентів спеціальності **113 «Прикладна математика»**.

Робоча програма навчальної дисципліни складена 29 серпня 2019 р.

Розробник: к. ф.-м. н. Махней О. В.

Схвалено на засіданні циклової комісії професійної та практичної підготовки  
(спеціальність «Прикладна математика»)

Протокол № 1 від 29 серпня 2019 р.

Голова циклової комісії \_\_\_\_\_ Драган О. Б.

29 серпня 2019 р.

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – <b>4</b>	Галузь знань <b>11 Математика та статистика</b>	Нормативна (за вибором)	
	Напрямок підготовки –		
Загальна кількість годин – <b>120</b>	Спеціальність <b>113 Прикладна математика</b>	<b>Рік підготовки:</b>	
		<b>3</b>	–
		<b>Семестр</b>	
		<b>6</b>	–
Тижневих годин для денної форми навчання: <b>8</b> аудиторних – <b>4</b>	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <b>Молодший спеціаліст</b>	<b>Лекції</b>	
		<b>32 год.</b>	–
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		<b>32 год.</b>	–
		<b>Лабораторні</b>	
		–	–
		<b>Самостійна робота</b>	
		<b>56 год.</b>	–
<b>Індивідуальні завдання</b>			
–	–		
<b>Вид контролю екзамен (VI семестр)</b>			

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить **53,3%:46,7%**.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

*Мета* навчання полягає у забезпеченні рівня підготовки студентів з математичного моделювання, необхідного для спеціальної підготовки та майбутньої професійної діяльності.

*Завдання курсу.* Досягнення зазначеної мети забезпечується виконанням таких завдань:

- формування у студентів наукового світогляду, уявлень про ідеї і методи математичного моделювання, його роль у пізнанні дійсності, усвідомлення математичних знань як невід'ємної складової загальної культури людини, необхідної умови повноцінного життя в сучасному суспільстві;

- оволодіння студентами сучасними підходами до аналітичного й імітаційного моделювання різних явищ і процесів, системою математичних знань, навичок і умінь, потрібних у повсякденному житті та майбутній професійній діяльності, достатніх для успішного оволодіння іншими освітніми галузями знань і забезпечення неперервності освіти;

- інтелектуальний розвиток особистості, передусім розвиток у студентів логічного мислення, алгоритмічної та інформаційної культури, пам'яті, уваги, інтуїції;

- естетичне, громадянське виховання та формування позитивних рис особистості;

- формування життєвих і соціально-ціннісних компетентностей студента.

Змістове наповнення програми реалізує компетентнісний підхід до навчання, спрямований на формування системи відповідних знань, навичок, досвіду, здібностей і ставлення (відношення), яке дає змогу обґрунтовано судити про застосування математичного моделювання в реальному житті.

При вивченні математики повинні формуватися наступні компетенції:

- соціально-особистісні – розуміння та сприйняття етичних норм поведінки відносно інших людей і відносно природи (принципи біоетики), здатність учитися, здатність до критики й самокритики, креативність, здатність до системного мислення, наполегливість у досягненні мети, турбота про якість виконуваної роботи;

- загальнонаукові – розуміння причинно-наслідкових зв'язків, володіння базовим математичним апаратом, базові знання сучасних інформаційних технологій, базові знання фундаментальних наук в обсязі, необхідному для засвоєння загально професійних дисциплін;

- інструментальні – здатність до письмової і усної комунікації рідною мовою, навички роботи з комп'ютером, дослідницькі навички тощо.

Математичні компетентності складають основу для формування ключових компетентностей. До математичних компетентностей відносяться:

- практична компетентність – уміння розв'язувати типові математичні задачі: використовувати на практиці алгоритм розв'язання типових задач; уміти систематизувати типові задачі, знаходити критерії зведення задач до типових; уміти розпізнавати типову задачу або зводити її до типової; уміти використовувати різні інформаційні джерела для пошуку процедур розв'язувань типових задач (підручник, довідник, Інтернет-ресурси).

- логічна компетентність – володіння дедуктивним методом доведення та спростування тверджень: володіти і використовувати на практиці понятійний апарат дедуктивних теорій (поняття, визначення понять; висловлювання, аксіоми, теореми і їх доведення, контр приклади до теорем тощо); відтворювати дедуктивні доведення теорем та доведення правильності процедур розв'язувань типових задач; проводити дедуктивні обґрунтування правильності розв'язання задач та шукати логічні помилки у невірних дедуктивних міркуваннях; використовувати математичну та логічну символіку на практиці.

У результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

**знати:**

- основні методи моделювання систем;
- основи теорії аналітичного моделювання систем масового обслуговування;
- принципи програмування в системі моделювання GPSS, основні команди цієї мови;

**вміти:**

- здійснювати моделювання в системі імітаційного моделювання GPSS;
- моделювати системи масового обслуговування;
- будувати і досліджувати диференціальні моделі.

### 3. Тематичний план дисципліни «Математичне моделювання»

№	Назва розділів і тем	Кількість годин				
		всього	аудиторних	лекцій	практичних	самостійна робота
<b>I.</b>	<b>АНАЛІТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ</b>	<b>62</b>	<b>34</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>28</b>
	Поняття і види моделювання	8	4	4	0	4
	Диференціальні моделі	26	16	8	8	10
	Аналітичне моделювання систем масового обслуговування	18	12	6	6	6
	Контрольна робота № 1	10	2	0	2	8
<b>II.</b>	<b>ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ</b>	<b>58</b>	<b>30</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>28</b>
	Основи мови імітаційного моделювання GPSS World	28	18	8	10	10
	Клітинні автомати	6	2	2	0	4
	Мережі Петрі	14	8	4	4	6
	Контрольна робота № 2	10	2	0	2	8
	<b>Загальна кількість годин на вивчення дисципліни</b>	<b>120</b>	<b>64</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>56</b>

### 4. Теми лекційних занять

№ з/п	№ заняття	Теми лекцій	Кількість годин
1	1-2	Поняття і види моделювання	2
2	3-4	Принципи і етапи математичного моделювання	2
3	5-6	Складання диференціальних моделей	2
4	7-8	Задачі фізики, які приводять до диференціальних моделей	2
5	13-14	Задачі хімії і біології, які приводять до диференціальних моделей	2
6	17-18	Взаємодія в системі «хижак-жертва»	2
7	21-22	Основи аналітичного моделювання систем масового обслуговування	2
8	23-24	Показники функціонування систем масового обслуговування	2
9	29-30	Основи операційного аналізу мереж систем масового обслуговування	2
10	35-36	Основи роботи з середовищем GPSS World, категорії і типи об'єктів мови GPSS, системні числові атрибути, формат рядка, арифметичні і логічні вирази	2

№ з/п	№ заняття	Теми лекцій	Кількість годин
11	37-38	Блоки і команди опису, пов'язані з транзактами, пристроями і таблицями	2
12	39-40	Блоки і команди опису, пов'язані зі змінними, логічними перемикачами, комірками пам'яті і зміною маршруту руху транзактів	2
13	43-44	Функції і робота з випадковими величинами	2
14	53-54	Клітинні автомати	2
15	55-56	Класичні мережі Петрі, їхні властивості	2
16	57-58	Матричний аналіз мереж Петрі, неklasичні мережі Петрі	2
<b>Всього лекційних занять</b>			<b>32</b>

### 5. Теми практичних занять

№ з/п	№ заняття	Назва теми	Кількість годин
1	9-10	Складання диференціальних моделей	2
2	11-12	Диференціальні моделі механіки	2
3	15-16	Диференціальні моделі фізики	2
4	19-20	Диференціальні моделі хімії і біології	2
5	25-26	Складання систем для фінальних імовірностей і аналіз часової діаграми для системи масового обслуговування	2
6	27-28	Визначення показників функціонування систем масового обслуговування	2
7	31-32	Операційний аналіз мереж систем масового обслуговування	2
8	33-34	<u>Контрольна робота № 1</u>	2
9	41-42	Ознайомлення з системою імітаційного моделювання GPSS World	2
10	45-46	Вивчення способів створення випадкового навантаження при моделюванні систем масового обслуговування в GPSS	2
11	47-48	Складання програм	2
12	49-50	Моделювання конвеєрних систем масового обслуговування	2
13	51-52	Моделювання паралельних систем масового обслуговування з пріоритетною схемою обслуговування замовлень	2

№ з/п	№ заняття	Назва теми	Кількість годин
14	59-60	Матричний аналіз мереж Петрі	2
15	61-62	Моделювання мереж Петрі з допомогою програми HPSim	2
16	63-64	<u>Контрольна робота № 2</u>	2
<b>Всього практичних занять</b>			<b>32</b>

## 6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми самостійної роботи	Кількість годин
1	Принципи математичного моделювання, способи спрощення математичних моделей	2
2	Прямолінійний горизонтальний рух	2
3	Вертикальний рух, реактивний рух	4
4	Модель розвитку популяції	2
5	Моделі витікання рідини	2
6	Диференціальні рівняння Колмогорова і показники функціонування систем масового обслуговування з чергами обмеженої довжини	4
7	Підготовка до контрольної роботи № 1	8
8	Елементи стандартного звіту GPSS World	2
9	Команди керування GPSS World	2
10	Функції для генерації випадкових величин у мові GPSS World	2
11	Складання програм на мові GPSS	4
12	Застосування клітинних автоматів до моделювання розвитку організмів на поживних середовищах	2
13	Автомати Мілі і Мура	2
14	Дерево досяжності розміток	2
15	Підготовка до контрольної роботи № 2	8
16	Підготовка до екзамену	8
<b>Разом самостійної роботи студентів</b>		<b>56</b>

## 7. Методи навчання

Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності (словесні, наочні, практичні); самостійна робота з книгою; методи контролю.

## 8. Методи контролю

Рівень знань студентів оцінюють за 5-бальною системою, контролюючи якість виконання:

- контрольного опитування у вигляді письмових та комп'ютерних тестів;
- індивідуальних завдань на практичних заняттях;
- самостійної роботи, яка оцінюється включенням теоретичних питань, що винесені на самостійне опрацювання.

Види контролю: поточний, періодичний (тематичний), підсумковий.

### Перелік питань на екзамен

Моделювання: основні поняття.

Класифікація видів моделювання систем.

Наочне, символічне і реальне моделювання.

Математичне моделювання: основні поняття.

Принципи побудови математичних моделей. Спрощення моделей.

Складання диференціальних рівнянь за умовами прикладних задач.

Задача на радіоактивний розпад.

Задача на охолодження тіла.

Задача на вентиляцію приміщення.

Диференціальна модель витікання рідини через невеликий отвір.

Диференціальна модель потоку частинок у трубці.

Диференціальна модель взаємодії у системі «хижак-жертва», узагальнена система «хижак-жертва».

Клітинні автомати.

Застосування клітинних автоматів до моделювання екологічних систем: моделі розвитку організмів на поживних середовищах без хижаків та з хижаками.

Поняття системи масового обслуговування. Характеристика потоку подій.

Вхідний потік вимог.

Моделювання стаціонарного пуассонівського потоку.

Організація черги. Правила обслуговування вимог. Типи моделей систем масового обслуговування.

Формула Літтла.

Багатоканальні системи масового обслуговування з відмовами: рівняння Колмогорова, фінальні ймовірності та показники функціонування системи.

Багатоканальні системи масового обслуговування з очікуванням: рівняння Колмогорова, фінальні ймовірності та показники функціонування системи.

Поняття про мережі Петрі.

Формальне означення мереж Петрі і їхнє матричне подання.

Властивості мереж Петрі.

Система станів мережі Петрі. Фундаментальне рівняння мережі Петрі.

Інваріанти і їхнє застосування для дослідження мереж Петрі.

Некласичні мережі Петрі.

Основні принципи роботи з середовищем системи імітаційного моделювання GPSS World.

Системні числові атрибути у GPSS.

Формат рядка мови GPSS.

Арифметичні і логічні вирази у мові GPSS.

Категорії і типи об'єктів мови GPSS.

Блоки створення, знищення, затримки, зміни параметрів і пріоритету транзактів у мові GPSS.

Основні блоки і команди опису мови GPSS, пов'язані з пристроями.

Блоки і команди опису мови GPSS, пов'язані зі статистичною категорією.

Використання змінних, логічних перемикачів і комірок пам'яті у мові GPSS.

Блоки для зміни маршруту руху транзактів у мові GPSS.

Функції і генератори випадкових чисел у мові GPSS.

Математичні функції і функції для генерації випадкових величин у мові GPSS.

## 9. Розподіл балів, які отримують студенти

Тематичне оцінювання				Сума (визначається як середньозважена)
Поточний контроль	ТО №1	ТО №2	Екзамен	
5	5	5	5	5
0,15	0,2	0,15	0,5	Коефіцієнти

### Шкала оцінювання тестових завдань

Оцінка	% відповідей
відмінно	90-100
добре	70-89
задовільно	50-69
незадовільно	до 50

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою для екзамену
5	A	відмінно
4	B	добре
	C	
3	D	задовільно
	E	
2	FX	незадовільно з можливістю повторного складання

## **10. Методичне забезпечення**

Опорні схеми, таблиці, мультимедійні презентації, підручники та посібники, нормативно-правові документи, картки-схеми, картки контрольних питань, навчальні програми, методичні рекомендації, дидактичні матеріали, відеоматеріали.

## **11. Рекомендована література**

### **БАЗОВА ЛІТЕРАТУРА**

1. Махней О. В. Лабораторний практикум з імітаційного моделювання у GPSS: методичні рекомендації до проведення лабораторних занять / Махней О. В. – Івано-Франківськ : ВДВ ЦІТ ПНУ, 2010. – 36 с.
2. Махней О. В. Математичне моделювання / О. В. Махней. – Івано-Франківськ : Супрун В. П., 2015. – 372 с.
3. Томашевський В. М. Моделювання систем / В. М. Томашевський. – К. : ВНУ, 2005. – 352 с.

### **ДОПОМІЖНА ЛІТЕРАТУРА**

4. Амелькин В. В. Дифференциальные уравнения в приложениях / В. В. Амелькин. – М. : Едиториал УРСС, 2003. – 208 с.
5. Боев В. Д. Моделирование систем. Инструментальные средства GPSS World: Учебное пособие / В. Д. Боев. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 368 с.
6. Булатов В.В. Введение в математические методы моделирования сложных систем / В. В. Булатов. – М. : ОнтоПринт, 2018. – 338 с.
7. Жерновий Ю. В. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування. Практикум / Ю. В. Жерновий. – Львів : Вид. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2007. – 307 с.
8. Кудрявцев Е. М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем / Е. М. Кудрявцев. – М. : ДМК Пресс, 2004. – 320 с.
9. Введение в математическое моделирование / В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер и др. ; под ред. П. В. Трусова. – М. : Логос, 2005. – 440 с.
10. Махней О. В. Математичне моделювання : методичні рекомендації / О. В. Махней. – Івано-Франківськ : Голіней, 2014. – 36 с.

Викладач

О. В. Махней