

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

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
**ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ**  
з навчальної дисципліни  
**«Математичне моделювання»**

Спеціальність:  
5.04030101 (113) Прикладна математика

**Викладач: Махней О. В.**

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

Протокол №1 від "31" серпня 2017 року

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

“31” серпня 2017р.

№ з/п	Теми	Назва теми самостійної роботи	Кількість годин
1	Поняття і види моделювання	Принципи математичного моделювання, способи спрощення математичних моделей	2
2	Диференціальні моделі	Прямолінійний горизонтальний рух	2
3	Диференціальні моделі	Вертикальний рух, реактивний рух	4
4	Диференціальні моделі	Модель розвитку популяції	2
5	Диференціальні моделі	Моделі витікання рідини	2
6	Аналітичне моделювання систем масового обслуговування	Диференціальні рівняння Колмогорова і показники функціонування систем масового обслуговування з чергами обмеженої довжини	4
7	Аналітичне моделювання	Підготовка до контрольної роботи № 1	4
8	Основи мови імітаційного моделювання GPSS World	Команди керування GPSS World	2
9	Основи мови імітаційного моделювання GPSS World	Елементи стандартного звіту GPSS World	2
10	Основи мови імітаційного моделювання GPSS World	Функції для генерації випадкових величин у мові GPSS World	2
11	Основи мови імітаційного моделювання GPSS World	Складання програм на мові GPSS	4
12	Клітинні автомати	Застосування клітинних автоматів до моделювання розвитку організмів на поживних середовищах	2
13	Клітинні автомати	Автомати Мілі і Мура	2
14	Мережі Петрі	Дерево досяжності розміток	2
15	Імітаційне моделювання	Підготовка до контрольної роботи № 2	4
16		Підготовка до екзамену	4
<b>Разом самостійної роботи студентів</b>			<b>44</b>

### **Принципи математичного моделювання, способи спрощення математичних моделей**

Принципи математичного моделювання: достатність інформації, адекватність, відповідність моделі розв'язуваній задачі, спрощення моделі при збереженні істотних властивостей, відповідність між потрібною точністю результатів моделювання і складністю моделі, баланс похибок різних видів, блочна будова.

Практичні рекомендації по спрощенню моделей: зменшення кількості змінних, зміна природи змінних параметрів, зміна функціональної залежності між змінними, зміна обмежень.

Рекомендована література: [1, с. 19-20], [3, с. 39-40].

### **Прямолінійний горизонтальний рух**

Прямолінійний горизонтальний рух, якщо: 1) сила є функцією часу, 2) сила залежить від координати точки, 3) сила залежить від швидкості при опорі, пропорційному швидкості, 4) сила залежить від швидкості при опорі, пропорційному квадрату швидкості.

Рекомендована література: [9, с. 20-23], [10, с. 58-65].

### **Вертикальний рух, реактивний рух**

Падіння тіл під дією сили ваги.

Падіння тіл при опорі середовища, пропорційному квадрату швидкості.

Рівняння Мещерського.

Прямолінійний рух ракети в порожнечі.

Перша космічна швидкість.

Рекомендована література: [9, с. 23-33], [10, с. 26-30, 65-83].

### **Модель розвитку популяції**

Розвиток організмів в ідеальних умовах (модель Мальтуса).

Розвиток організмів в реальних умовах (модель Ферхюльста-Перла).

Рекомендована література: [10, с. 150-157].

### **Моделі витікання рідини**

Витікання рідини через невеликий отвір.

Витікання рідини з великою в'язкістю.

Однчасне наповнення посудини і витікання з неї рідини.

Рекомендована література: [1, с. 26-28], [10, с. 103-108].

### **Диференціальні рівняння Колмогорова і показники функціонування систем масового обслуговування з чергами обмеженої довжини**

Складання диференціальних рівнянь Колмогорова систем масового обслуговування з чергами обмеженої довжини.

Система для фінальних імовірностей і визначення показників функціонування систем масового обслуговування з чергами обмеженої довжини.

Рекомендована література: [1, с. 117-123].

### **Підготовка до контрольної роботи № 1**

Диференціальні моделі.

Складання диференціальних рівнянь Колмогорова.

Аналітичне моделювання систем масового обслуговування.

Рекомендована література: [1], [3], [9], [10].

### **Команди керування GPSS World**

Команди керування: start, halt, continue, clear, reset, step, stop, show, rmult.

Рекомендована література: [1, с. 216-218].

## **Елементи стандартного звіту GPSS World**

Заголовок звіту.

Загальна інформація про результати роботи моделі.

Інформація про імена.

Інформація про блоки.

Інформація про одноканальні пристрої.

Інформація про багатоканальні пристрої.

Інформація про черги.

Інформація про таблиці.

Інформація про логічні перемикачі.

Інформація про комірки пам'яті.

Інформація про списки поточних і майбутніх подій.

Рекомендована література: [1, с. 175-182], [5, с. 342-348].

### **Функції для генерації випадкових величин у мові GPSS World**

Основні функції: binomial, duniform, exponential, geometric, lognormal, normal, poisson, uniform, weibull.

Рекомендована література: [1, с. 188-190], [11, с. 263-280].

### **Складання програм на мові GPSS**

Рекомендована література: [1, с. 190-201], [2], [5], [6], [7].

### **Застосування клітинних автоматів до моделювання розвитку організмів на поживних середовищах**

Модель розвитку організмів на поживних середовищах без хижаків.

Модель розвитку організмів на поживних середовищах за наявності хижаків.

Рекомендована література: [1, с. 55-64], [8, с. 389-399].

### **Автомати Мілі і Мура**

Скінченні автомати Мілі.

Скінченні автомати Мура.

Автомат для керування ліфтом.

Автомат для продажу кави.

Рекомендована література: [1, с. 48-51].

### **Дерево досяжності розміток**

Дерево досяжності розміток.

Алгоритм побудови дерева досяжності розміток.

Приклади побудови дерева досяжності розміток.

Рекомендована література: [1, с. 79-85].

### **Підготовка до контрольної роботи № 2**

Основи мови імітаційного моделювання GPSS World.

Клітинні автомати.

Мережі Петрі.

Рекомендована література: [1], [2], [3], [6], [7], [8], [11].

## **Підготовка до екзамену**

### **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.

Рекомендована література: [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11].

## Література

1. Махней О. В. Математичне моделювання / О. В. Махней. – Івано-Франківськ : Супрун В. П., 2015. – 372 с.
2. 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.
3. Томашевський В. М. Моделювання систем / В. М. Томашевський. – К. : ВНУ, 2005. – 352 с.
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. Жерновий Ю. В. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування. Практикум / Ю. В. Жерновий. – Львів : Вид. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2007. – 307 с.
7. Кудрявцев Е. М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем / Е. М. Кудрявцев. – М. : ДМК Пресс, 2004. – 320 с.
8. 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.
9. Гутер Р. С. Дифференциальные уравнения / Р. С. Гутер, А. Р. Янпольский. – М. : Высш. шк., 1976. – 304 с.
10. Пономарев К. К. Составление и решение дифференциальных уравнений / К. К. Пономарев. – Минск : Выш. школа, 1973. – 560 с.
11. Руководство пользователя по GPSS World / Пер. с англ. – Казань: Изд-во «Мастер Лайн», 2002. – 384 с.