

ЗАТВЕРДЖЕНО  
Наказ Міністерства освіти і науки,  
молоді та спорту України  
29 березня 2012 року № 384  
(у редакції наказу Міністерства  
освіти і науки України  
від 05 червня 2013 року № 683)

**Форма № Н - 3.04**

ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Кафедра розробки родовищ корисних копалин ім. проф. Бакка М.Т.

“ЗАТВЕРДЖУЮ”  
Завідувач кафедри  
проф. д.г.н. Підвисоцький В.Т.

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

## **РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Моделювання систем гірничих підприємств

**Галузь знань:** 18 «Виробництво та технології»

**Спеціальність:** 184 «Гірництво»

**Спеціалізація:** «Розробка родовищ та видобування корисних копалин»

інститут, факультет: ЖДТУ, гірничо-екологічний факультет

Робоча програма з навчальної дисципліни «Моделювання систем гірничих підприємств» для студентів спеціальності 184 «Гірництво», спеціалізації «Розробка родовищ та видобування корисних копалин».

Розробники:

Кальчук С.В., доц., к.т.н.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри розробки родовищ корисних копалин ім. проф. Бакка М.Т.

Протокол № 1 від «29» серпня 2016 року

Завідувач кафедри розробки родовищ корисних копалин ім. проф. Бакка М.Т.

проф., д.г.н. Підвисоцький В.Т.

\_\_\_\_\_

(підпис)

«29» серпня 2016 року

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5 ECTS	Галузь знань 18 «Виробництво та технології» (шифр і назва)	<i>Нормативна</i> (цикл нормативних навчальних дисциплін)	
	Спеціальність 184 «Гірництво» (шифр і назва)		
Модулів – 1 Змістових модулів – 2	Спеціалізація: «Розробка родовищ та видобування корисних копалин»	<b>Рік підготовки:</b>	
Загальна кількість годин - 150		1-й	1-й
		<b>Семестр</b>	
		1-й	1-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 6,4	Освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр	<b>Лекції</b>	
		16 год.	8 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		32 год.	6 год.
		<b>Самостійна робота</b>	
102 год.	136 год.		
		Вид контролю: екзамен	

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 48/102

## Мета та завдання навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна "Моделювання систем гірничих підприємств" складається з вивчення студентами основних підходів і принципів побудови моделей та набуття навичок застосування їх для розв'язання задач гірничого моделювання, що виникають при розробці чи дослідженні комп'ютерних гірничих інформаційних та інших систем. Тому **метою викладання дисципліни є** навчити студентів методам моделювання процесів гірничого виробництва за станів масиву гірських порід з використанням сучасних інформаційних систем.

### Завдання викладання дисципліни

Головне завдання при вивченні дисципліни – вивчити усі сучасні методи моделювання технологічних процесів та застосування їх для побудови моделей гірничих процесів та явищ в геомеханічному середовищі.

Кінцевою метою вивчення дисципліни є – освоєння методів моделювання систем, сучасних програмних та інформаційних засобів у процесі моделювання та дослідження гірничого виробництва.

В результаті вивчення даного курсу студент повинен

**знати:** основні види моделей та їх класифікацію; основні вимоги до моделей; поняття адекватності, сталості та чутливості моделі; основні принципи побудови моделей; моделювання випадкових процесів; моделі теорії черг; елементи логіки роботи інтерпретатора.

**вміти:** розробляти різні типи моделей гірничих та геомеханічних процесів; обґрунтовувати та обирати найбільш доцільні до визначених умов методи моделювання процесів та явищ гірничого середовища; володіти методами та мовами моделювання; володіти сучасними програмними продуктами з моделювання технологічних процесів.

## **Програма навчальної дисципліни**

### **Змістовий модуль 1. Наука моделювання.**

#### **Тема 1. Вступ. Предмет дисципліни, її зміст та завдання.**

Вступ у теорію моделювання. Предмет, завдання та зміст дисципліни.

#### **Тема 2. Моделювання. Основні поняття. Види моделей, їх класифікація.**

##### ***Вимоги до моделей.***

Поняття моделювання. Поняття системи. Поняття моделі. Співвідношення між моделлю та системою. Детерміновані відношення, ймовірнісні відношення зі скінченною множиною станів, ймовірнісні відношення з нескінченною множиною станів. Види моделей та їх класифікація за різними критеріями. Спосіб подання моделі. Абстрактні і реальні моделі. Символічні (лінгвістичні) моделі. Математична модель. Аналітичні, імітаційні та комбіновані моделі. Метод статистичного моделювання. Використання комбінованих (інформаційно-аналітичних) моделей. Натурні (фізичні) моделі. Макетні моделі. Статичні та динамічні моделі. Дискретні, неперервні і дискретно-неперервні (комбіновані) моделі. Детерміновані і стохастичні моделі. Поняття складної системи. Вимоги до моделей.

#### **Тема 3. Основні види моделювання. Формальні методи побудови моделей.**

Основні види моделювання. Математичне (аналітичне), імітаційне і статистичне моделювання. Декомпозиція систем та простір станів. Фазовий простір системи. Траєкторія руху у фазовому просторі. Функція дій. Схема опису динамічних систем. Формальні методи побудови моделей. Описові та приписуючі моделі. Кібернетичний підхід. Методи теорії ідентифікації. Системна динаміка. Теоретико-множинний підхід. Причинно-наслідкові схеми.

#### **Тема 4. Ідентифікація параметрів математичної моделі. Адекватність, чутливість, несуперечність моделі.**

Постановка задачі ідентифікації моделей. Задача ідентифікації в широкому розумінні. Задача ідентифікації у вузькому розумінні. Загальна схема ідентифікації моделі. Основні етапи розв'язання задачі ідентифікації та їх взаємозв'язок. Метод найменших квадратів для ідентифікації параметрів моделі. Схема взаємозв'язку основних етапів розв'язання задачі ідентифікації. Поняття адекватності, сталості та чутливості моделі, формальні способи їх перевірки.

Оцінка адекватності моделі. Оцінка сталості моделі. Оцінка чутливості імітаційної моделі. Поняття несуперечливості моделі. Формально несуперечливі, суперечливі, або несумісні системи.

### **Тема №5. Принципи побудови моделей. Технологія моделювання.**

Основні принципи побудови моделей. Принцип інформаційної достатності. Принцип доцільності. Принцип здійсненності. Принцип множинності моделей. Принцип агрегації. Принцип параметризації. Застосування методології ітераційного багаторівневого моделювання. Технологія моделювання: основні етапи, їх взаємозв'язок та характеристики. Концептуальна модель. Валідація та верифікація.

### **Тема №6. Моделі розрахункових процесів і управління.**

Динамічні моделі, P-, Q-, F-, A-схеми. Мережні моделі. Поняття типової математичної схеми моделі. Незалежні (екзогенні) змінні. Залежні (ендогенні) змінні. Закон функціонування системи. Алгоритм функціонування. Математична модель об'єкта. Типові математичні схеми. Неперервно-детерміновані моделі (D-схеми). Диференціальні рівняння. Рівняннями в частинних похідних. Дискретно-детерміновані моделі (F-схеми). Теорія автоматів. Скінченним автоматом. Синхронні і асинхронні автомати. Таблиця переходів F-автомата Мілі. Таблиця переходів F-автомата Мура. Графи автоматів Мілі і Мура. Дискретно-стохастичні моделі (P-схеми). Ймовірнісний автомат. Неперервно-стохастичні моделі (Q-схеми). Систем масового обслуговування (СМО). Потік однорідних та неоднорідних дій. Узагальнені моделі (A-схеми). Агрегативні системи. Структура агрегативної системи.

### **Тема №7. Ймовірнісні моделі. Моделювання випадкових процесів.**

Моделюванням випадкових процесів. Генератори псевдовипадкових чисел. Моделювання випадкових процесів. Моделювання простих подій. Моделювання повної групи подій. Моделювання складних незалежних подій. Моделювання складних незалежних подій. Моделювання складних залежних подій. Метод зворотної функції. Моделювання випадкової величини, розподіленої за нормальним законом. Моделювання випадкової величини, розподіленої за показниковим законом. Моделювання випадкової величини, розподіленої за рівномірним законом. Моделювання випадкової величини, розподіленої за законом Пуассона. Закон появи рідкісних подій. Метод Монте-Карло. методом статистичних випробувань.

## **Тема №8. Моделі теорії черг.**

Мережі Петрі. Часова мережа Петрі. Конфліктна ситуація. Кольорова мережа Петрі. Інгібіторна мережа Петрі. Ланцюги Маркова. Однорідні ланцюги Маркова зі зліченим числом станів.

## **Змістовий модуль 2. Моделювання систем.**

### **Тема 1. *Поняття імітаційного моделювання. Моделі систем масового обслуговування.***

Поняття імітаційного моделювання та імітаційної моделі. Розробка програмного забезпечення вирішення моделі або імітаційного алгоритму. Основні поняття теорії масового обслуговування. Основні поняття теорії масового обслуговування. Системи масового обслуговування, їх класифікація та основні характеристики. Класифікація систем масового обслуговування. Предмет дослідження теорії масового обслуговування. Принципи роботи GPSS World. Об'єкти в GPSS. Динамічні та операційні об'єкти. Об'єкти апаратної категорії. Обчислювальна категорія. Об'єкти запам'ятовуючої категорії. Елементи логіки роботи інтерпретатора.

### **Тема 2. *Блоки, що забезпечують побудову моделі типу «СМО з одним пристроєм». Забезпечення пріоритетного обслуговування.***

Введення транзактів у модель. Модифікатор-функція. Вилучення транзактів з моделі та завершення моделювання. Моделювання пристроїв. Зайняття та звільнення пристрою. Переривання обслуговування пристроєм. Недоступність пристрою і відновлення доступності. Реалізація затримки на час обслуговування. Забезпечення пріоритетного обслуговування.

### **Тема 3. *Блоки, що забезпечують побудову моделі типу «Багатоканальні СМО». Засоби, що використовуються для забезпечення точності результатів імітаційного моделювання.***

Засоби GPSS World, що використовуються для забезпечення точності результатів імітаційного моделювання. Багатоканальні пристрої. Особливості роботи блоув, що забезпечують побудову моделі "Багатоканальні СМО".

### **Тема 4. *Стандартні числові та логічні атрибути, їх використання в моделях.***

Стандартні числові й логічні атрибути. Їх використання в моделях. Функції в GPSS World та їх використання в моделях. Генерування випадкових чисел у GPSS. Спискові числові функції. Дискретні атрибутивні функції. Спискові атрибутивні функції. Оператори опису деяких ймовірнісних розподілів. Неперервні розподіли. Дискретні розподіли.

**Тема №5. Збережені величини і матриці. Змінні та вирази. Зміна маршрутів транзактів.**

Блоки, які змінюють значення параметрів транзактів. Функції-модифікатори. Комірки зберігання. Матриці комірок зберігання. Змінні та вирази. Арифметичні, умовні та логічні оператори. Змінні користувача. Арифметичні змінні й арифметичні вирази. Арифметична змінна і змінна з плаваючою крапкою. Булеві змінні. Зміна маршрутів транзактів. Режим функції, параметра та підпрограми.

**Тема №6. Використання таблиць в моделюванні.**

Накопичення статистики в GPSS World. Складові таблиць GPSS. Реєстратор черги. Поняття таблиці, її складові, використання таблиць. Оператори опису таблиць. Трасування.

**Тема №7. Списки користувача та блоки для їх формування. Групи і сімейства транзактів.**

Списки користувача та блоки для їх формування. Призначення списку користувача. Групи і сімейства транзактів. Список синхронізації.

**Тема №8. Сучасний стан імітаційного моделювання. Основні сфери використання імітаційних моделей.**

Сучасний стан і розвиток імітаційного моделювання в Україні та за кордоном. Основні етапи розвитку методів імітаційного моделювання. Модельно-орієнтовані імітаційні пакети. Мови та системи моделювання. Короткий огляд деяких нових систем і мов моделювання. Сфери застосування імітаційних моделей.

**Структура навчальної дисципліни**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		л	п	с.р.		л	п	с.р.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
<b>Змістовий модуль 1. Наука моделювання.</b>								
Тема 1. Вступ. Предмет дисципліни, її зміст та завдання.	10	2	2	6	8	-	-	8
Тема 2. Моделювання. Основні поняття. Види моделей, їх класифікація. Вимоги до моделей.	10	-	2	8	10	2	-	8



Тема 3. Основні види моделювання. Формальні методи побудови моделей.	10	2	2	6	10	-	-	10
Тема 4. Ідентифікація параметрів математичної моделі. Адекватність, чутливість, несуперечність моделі.	10	-	2	8	8	-	-	8
Тема №5. Принципи побудови моделей. Технологія моделювання.	10	2	2	6	10	2	-	8
Тема №6. Моделі розрахункових процесів і управління.	8	-	2	6	10	-	2	8
Тема №7. Ймовірнісні моделі. Моделювання випадкових процесів.	10	2	2	6	10	-	2	8
Тема №8. Моделі теорії черг.	8	-	2	6	10	-	-	10
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>76</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>52</b>	<b>76</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>68</b>
<b>Змістовий модуль II. Моделювання систем.</b>								
Тема 1. Поняття імітаційного моделювання. Моделі систем масового обслуговування.	10	2	2	6	10	2	-	8
Тема 2. Блоки, що забезпечують побудову моделі типу «СМО з одним пристроєм». Забезпечення пріоритетного обслуговування.	10	-	2	8	10	-	-	10
Тема 3. Блоки, що забезпечують побудову моделі типу «Багатоканальні СМО». Засоби, що використовуються для забезпечення точності результатів імітаційного моделювання.	10	2	2	6	8	-	-	8
Тема 4. Стандартні числові та логічні атрибути, їх використання в моделях.	8	-	2	6	10	2	-	8
Тема №5. Збережені величини і матриці. Змінні та вирази. Зміна маршрутів транзактів.	10	2	2	6	10	-	-	10
Тема №6. Використання таблиць в моделюванні.	8	-	2	6	10	-	2	8

Тема №7. Списки користувача та блоки для їх формування. Групи і сімейства транзактів.	10	2	2	6	8	-	-	8
Тема №8. Сучасний стан імітаційного моделювання. Основні сфери використання імітаційних моделей.	8	-	2	6	8	-	-	8
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>74</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>50</b>	<b>74</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>68</b>
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>102</b>	<b>150</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>136</b>

### Методи контролю

Поточний контроль шляхом двох модулів у формі контрольної модульної роботи.

### Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота								Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2				36	100
T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4		
8	8	8	8	10	10	10	10		
$\sum 32$				$\sum 32$					

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За національною шкалою		За шкалою ЖДТУ (в балах)
	іспит	залік	
A	відмінно	зараховано	90 - 100
B	добре		82 – 89
C			74 – 81
D			64 – 73
E	задовільно		60 – 63
FX	незадовільно	незараховано	35 – 59
F			1 – 34

## Методичне забезпечення

Плакати та моделі, які призначенні для вивчення курсу.

### Рекомендована література

1. Бахвалов Н. С. Численные методы / Н. С. Бахвалов. – М. : Наука, 2000. – 286 с.
2. Бережная Е. В. Математические методы моделирования экономических систем : учебн. пособ. / Е. В. Бережная, В. И. Бережной. – 2-е изд. – М. : Финансы и статистика, 2006. – 432 с.
3. Венцель Е. С. Теория вероятностей / Е. С. Венцель, Л. А. Овчаров. – М. : Наука, 1969. – 368 с.
4. Ермаков С. М. Метод Монте-Карло и смежные вопросы / С. М. Ермаков. – Изд. 2-е. – М. : Наука, 1975. – 472 с.
5. Задачин В. М. Лабораторний практикум з навчальної дисципліни "Моделювання систем" : навч.-практ. посібн. / В. М. Задачин, І. Г. Конюшенко. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2009. – 212 с. (Укр. мов).
6. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни "Моделювання систем" для студентів напрямку підготовки 0804 "Комп'ютерні науки" всіх форм навчання / укл. В. М. Задачин, І. Г. Конюшенко. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2007. – 96 с.
7. Молчанов А. А. Моделирование и проектирование сложных систем / А. А. Молчанов. – К. : Вища школа, 1999. – 664 с.
8. Пономаренко В. С. Моделювання дискретних процесів : навч. посібн. / В. С. Пономаренко. – К. : ІСДО, 1993. – 180 с.
9. Робоча програма навчальної дисципліни "Моделювання систем" для студентів напряму підготовки "Комп'ютерні науки" всіх форм навчання / укл. В. М. Задачин, І. Г. Конюшенко. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2008. – 44 с. (Укр. мов.).
10. Рыжиков Ю. И. Имитационное моделирование. Теория и техно-логии / Ю. И. Рыжиков. – М. : Альтекс-А, 2004. – 384 с.
11. Советов Б. Я. Моделирование систем / Б. Я. Советов, С. А. Яков-лев. – М. : Высшая школа, 1998. – 319 с.
12. Томашевський В. М. Моделювання систем / В. М. Томашевський. – К. : Видавнича група ВНУ, 2005. – 349 с.
13. Васильев А. И. Имитационное моделирование информационных и вычислительных систем с использованием языка моделирования GPSS / А. И. Васильев. – Владивосток : Изд. ДВГТУ, 1998. – 48 с.

14. Васильев А. И. Имитационное моделирование систем массового обслуживания с использованием языка моделирования GPSS / А. И. Васильев, Н. Н. Хобта, И. В. Брызгин. – Владивосток : Изд. ДВПИ, 1984. – 36 с.
15. Вознесенский В. А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / В. А. Вознесенский . – М. : Статистика, 1974. – 192 с.
16. Гульяев А. MATLAB 5.2. Имитационное моделирование в среде Windows : практ. пособ. / А. Гульяев. – СПб. : КОРОНА принт, 1999. – 288 с.
17. Жерновий Ю. В. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування : практикум / Ю. В. Жерновий. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 307 с.
18. Кравченко П. П. Имитационное моделирование вычислительных систем средствами GPSS/PC / П. П. Кравченко, Н. Ш. Хусаинов. – Таганрог : ТРТУ, 2000. – 116 с.
19. Кузьменко В. М. Специальные языки программирования. Программные и инструментальные средства моделирования сложных систем / В. М. Кузьменко. – Харьков : Основа, 2001. – 124 с.
20. Кутузов О. И. Имитационное моделирование сетей массового обслуживания : учебн. пособ. / О. И. Кутузов, В. Н. Задорожный, С. И. Ол-зоева. – Улан-Удэ : Изд-во ВСГТУ, 2001. – 228 с.