

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Робоча програма
навчальної дисципліни
"МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ"
для студентів напряму підготовки
"Комп'ютерні науки"
всіх форм навчання

Харків. Вид. ХНЕУ, 2008

Затверджено на засіданні кафедри інформаційних систем.
Протокол №1 від 28.08.2007 р.

P78 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.)

Подано тематичний план навчальної дисципліни та її зміст за модулями й темами, вміщено плани лекцій і лабораторних занять, матеріал щодо закріплення знань (індивідуальні навчально-дослідні завдання, самостійна робота, контрольні запитання), методичні рекомендації щодо опанування відповідним обсягом знань та оцінювання знань студентів.

Рекомендовано для студентів напряму підготовки "Комп'ютерні науки".

ВСТУП

Навчальну дисципліну "Моделювання систем" віднесено до групи освітньо-професійних дисциплін підготовки бакалаврів за напрямом "Комп'ютерні науки". Вона є важливою частиною циклу комп'ютерних дисциплін. Програму навчальної дисципліни розроблено у відповідності до вимог галузевого стандарту вищої освіти на базі освітньо-професійної програми підготовки бакалавра та спеціаліста. Враховано рекомендації положень Болонської декларації щодо кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

Вивчення дисципліни дозволяє студентам оволодіти знаннями в галузі моделювання систем, оволодіти методами імітаційного моделювання із застосуванням пакета GPSS World.

Метою дисципліни є формування теоретичних знань з основ моделювання систем, засвоєння студентами основних підходів і принципів побудови моделей та надбання навичок їх застосування для вирішення задач моделювання, що виникають при розробці інформаційних систем. При цьому велика увага приділяється практичній роботі студентів на персональних комп'ютерах.

Об'єкт вивчення дисципліни – різноманітні (технічні, фізичні й інші) системи, з якими пов'язана людська діяльність. Предметом вивчення дисципліни є загальновідомі методології та сучасні технології моделювання складних систем.

Дисципліна має тісний зв'язок з іншими теоретичними дисциплінами, що викладаються в ХНЕУ, такими, як "Методи та засоби комп'ютерних інформаційних технологій", "Системи штучного інтелекту", "Інформаційні системи і технології в економіці".

Опис навчальної дисципліни "Моделювання систем" наведений у табл. 1.

У процесі навчання студенти отримують необхідні знання під час проведення аудиторних занять: лекційних і лабораторних. Також велике значення в процесі вивчення та закріплення знань має самостійна робота студентів. Усі ці види занять розроблені відповідно до вимог кредитно-модульної системи процесу навчання.

Структура навчальної дисципліни

Характеристика дисципліни: підготовка бакалаврів	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів, відповідних ECTS – 4: у тому числі: змістовних модулів – 2; самостійна робота; індивідуальні науково-дослідні завдання (ІНДЗ)	Галузь знань "Інформатика і обчислювальна техніка"	Нормативна. Рік підготовки: 3. Семестр: 5.
Кількість годин за змістовними модулями: модуль 1 – 63 години; модуль 2 – 81 година. Усього – 144 години	Напрямок підготовки: "Комп'ютерні науки".	Лекції (теоретична підготовка) – 36 годин. Лабораторні заняття – 36 годин. Самостійна робота – 54 години. Індивідуальна робота (ІНДЗ) – 18 годин
Кількість тижнів викладання навчальної дисципліни – 18. Кількість годин на тиждень – 4	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	Вид контролю: іспит

1. КВАЛІФІКАЦІЙНІ ВИМОГИ ДО СТУДЕНТІВ

Необхідна навчальна база перед початком вивчення дисципліни.

З метою кращого засвоєння навчального матеріалу дисципліни студенти повинні до її початку опанувати знаннями та навичками з дисциплін "Вища математика", "Основи дискретної математики", "Теорія імовірності, імовірнісні процеси та математична статистика", "Чисельні методи в інформатиці", вміти використовувати комп'ютерну техніку та сучасні інструментальні засоби інформаційних технологій для вирішення задач моделювання систем.

У свою чергу знання з даної дисципліни дадуть студентам змогу оволодіти знаннями теоретичних положень моделювання систем, забезпечити успішне виконання курсових проєктів, бакалаврських випускних робіт і дипломних проєктів, науково-дослідної роботи студентів.

Необхідним елементом успішного засвоєння навчального матеріалу дисципліни є самостійна робота студентів з літературою з питань моделювання систем.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні **знати:**

методології та сучасні технології моделювання;
методи проектування моделей складних систем;
моделі систем масового обслуговування та мереж Петрі;
планування та проведення імітаційних експериментів;
принципи побудови засобів імітаційного моделювання;

вміти:

розробляти імітаційні моделі із застосуванням пакета GPSS World;
планувати та проводити експерименти з імітаційними моделями.

2. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

При вивченні дисципліни "Моделювання систем" студент має ознайомитися з програмою дисципліни, її структурою, формами та методами навчання, видами та методами контролю знань.

Тематичний план дисципліни "Моделювання систем" складається з двох модулів, кожний з яких об'єднує в собі відносно окремий самостійний блок дисципліни, який логічно пов'язує кілька навчальних елементів дисципліни за змістом та взаємозв'язками.

Навчальний процес здійснюється в таких формах: лекційні та лабораторні заняття, індивідуальна навчально-дослідна робота, самостійна робота студента.

Структура залікового кредиту дисципліни наведена в табл. 2.

Таблиця 2

Структура залікового кредиту навчальної дисципліни

Тема	Кількість годин, відведених на			
	лекції	лабораторні заняття	індивідуальну роботу	самостійну роботу
1	2	3	4	5
Модуль 1. Моделювання як наука				
Тема 1. Вступ. Предмет дисципліни, її зміст і завдання	2	2		3
Тема 2. Моделювання. Основні поняття. Види моделей, їх класифікація. Вимоги до моделей	2	2		3

1	2	3	4	5
Тема 3. Основні види моделювання. Формальні методи побудови моделей	2	2		3
Тема 4. Ідентифікація параметрів математичної моделі. Адекватність, чутливість, непротирічність моделі	2	2		3
Тема 5. Принципи побудови моделей. Технологія моделювання	2	2		3
Тема 6. Моделі розрахункових процесів і управління. Динамічні моделі, P, Q, F, A- схеми. Мережні моделі	4	4		6
Тема 7. Імовірнісне моделювання. Моделювання випадкових процесів	2	2		3
Тема 8. Моделі теорії черг	2	2		3
Разом годин за модулем 1	18	18		27
Модуль 2. Моделювання як мистецтво				
Тема 9. Поняття імітаційного моделювання. Моделі систем масового обслуговування. Принципи роботи GPSS World. Елементи логіки роботи інтерпретатора	4	4	4	6
Тема 10. Блоки, що забезпечують побудову моделі типу "СМО з одним пристроєм". Забезпечення пріоритетного обслуговування	2	2	2	3
Тема 11. Блоки, що забезпечують побудову моделі типу "багатоканальні СМО". Засоби GPSS World, що використовуються для забезпечення точності результатів імітаційного моделювання	2	2	2	3
Тема 12. Стандартні числові й логічні атрибути та їх використання в моделях. Функції в GPSS World. Їх використання в моделях	2	2	2	3
Тема 13. Збережені величини і матриці. Змінні та вирази. Зміна маршрутів транзактів	2	2	2	3
Тема 14. Використання таблиць у GPSS World	2	2	2	3
Тема 15. Ланцюги користувача та блоки для їх формування. Групи і сімейства транзактів	2	2	2	3

1	2	3	4	5
Тема 16. Сучасний стан імітаційного моделювання. Основні сфери використання імітаційних моделей	2	2	2	3
Разом годин за модулем 2	18	18	18	27
Разом годин	36	36	18	54

3. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ЗА МОДУЛЯМИ ТА ТЕМАМИ

Модуль 1. Моделювання як наука

Тема 1. Вступ. Предмет дисципліни, її зміст і завдання

Предмет дисципліни, її зміст і завдання.

Тема 2. Моделювання. Основні поняття. Види моделей, їх класифікація. Вимоги до моделей

Поняття моделювання, поняття системи та моделі, основні типи моделей, види моделей та їх класифікація за різними критеріями, вимоги до моделей.

Тема 3. Основні види моделювання. Формальні методи побудови моделей

Основні види моделювання (аналітичне, імітаційне, статистичне), їх характеристики та відношення між собою. Формальні методи побудови моделей: кібернетичний підхід, системна динаміка, теоретично-множинний підхід.

Тема 4. Ідентифікація параметрів математичної моделі. Адекватність, чутливість, непротирічність моделі

Постановка завдання ідентифікації, основні етапи його вирішення та їх взаємозв'язок. Поняття адекватності, чутливості та непротирічності моделі, формальні способи їх перевірки.

Тема 5. Принципи побудови моделей. Технологія моделювання

Основні принципи побудови моделей: інформаційної достатності, доцільності, здійсненності, множинності моделей, агрегації, параметризації, застосування методології ітераційного багаторівневого моделювання. Технологія моделювання: основні етапи, їх взаємозв'язок та характеристики.

Тема 6. Моделі розрахункових процесів і управління. Динамічні моделі, P-, Q-, F-, A- схеми. Мережні моделі

Загальний вид математичної моделі системи, типові математичні схеми моделей: неперервно-детерміновані моделі (D-схеми), дискретно-детерміновані моделі (F-схеми), дискретно-стохастичні моделі (P-схеми), неперервно-стохастичні моделі (Q-схеми), узагальнені моделі (A-схеми).

Тема 7. Імовірнісне моделювання. Моделювання випадкових процесів

Генератори псевдовипадкових чисел, метод Монте-Карло.

Тема 8. Моделі теорії черг

Мережі Петрі, ланцюги Маркова.

Модуль 2. Моделювання як мистецтво

Тема 9. Поняття імітаційного моделювання. Моделі систем масового обслуговування. Принципи роботи GPSS World. Елементи логіки роботи інтерпретатора

Поняття імітаційного моделювання та імітаційної моделі. Особливості побудови та використання імітаційних моделей.

Основні поняття теорії масового обслуговування. Поняття системи масового обслуговування (СМО). Класифікація систем масового обслуговування. Основні характеристики СМО. Якість функціонування СМО.

Мови моделювання дискретних процесів. Загальноцільова система моделювання GPSS World. Поняття модельного часу. Об'єкти в GPSS World. Додаткові елементи GPSS World. Принципи роботи GPSS World. Поняття ланцюгів транзактів. Елементи логіки роботи інтерпретатора.

Тема 10. Блоки, що забезпечують побудову моделі типу "СМО з одним пристроєм". Забезпечення пріоритетного обслуговування

Поняття пристрою, черги, обслуговування. Блоки, що забезпечують побудову моделі типу "СМО з одним пристроєм". Особливості запису і принципи роботи цих блоків.

Поняття дисципліни обслуговування. Забезпечення пріоритетного обслуговування. Особливості роботи блоків, що організують пріоритетне обслуговування. Поняття переривання обслуговування. Організація переривань обслуговування.

Тема 11. Блоки, що забезпечують побудову моделі типу "багатоканальні СМО". Засоби GPSS World, що використовуються для забезпечення точності результатів імітаційного моделювання

Поняття багатоканального пристрою. Блоки, що забезпечують побудову моделі типу "багатоканальні СМО". Особливості запису і принципи роботи цих блоків. Засоби GPSS World, що використовуються для забезпечення точності результатів імітаційного моделювання.

Тема 12. Стандартні числові й логічні атрибути та їх використання в моделях. Функції в GPSS World. Їх використання в моделях

Поняття стандартних числових і логічних атрибутів (СЧА). Їх види та використання в моделях.

Загальна характеристика функцій в GPSS World. Оператори запису функцій. Види функцій у GPSS World. Використання значень функцій у програмах GPSS World. Оператори опису деяких імовірнісних розподілів.

Тема 13. Збережувані величини і матриці. Змінні та вирази. Зміна маршрутів транзактів

Поняття збережуваної величини і матриці в GPSS World. Команди та оператори задання і зміни значень, що обробляються моделлю.

Алфавіт мови GPSS World. Символи, типи значень, імена (мітки). Поняття змінної та виразу в GPSS World. Загальна характеристика та типи змінних. Оператори опису змінних і виразів.

Зміна маршрутів транзактів. Блоки, що змінюють маршрути транзактів у моделі, особливості їх запису й роботи.

Тема 14. Використання таблиць у GPSS World

Накопичення статистики в GPSS World: черги, таблиці. Поняття таблиці, її складові, використання таблиць. Оператори опису таблиць. Трансування.

Тема 15. Ланцюги користувача та блоки для їх формування. Групи і сімейства транзактів

Поняття ланцюга користувача. Групи та сімейства транзактів. Блоки, що організують роботу з групами та сімействами транзактів, з ланцюгами користувача. Особливості їх роботи.

Тема 16. Сучасний стан імітаційного моделювання. Основні сфери використання імітаційних моделей

Сучасний стан і розвиток імітаційного моделювання в Україні та за кордоном. Мови та системи моделювання, огляд новинок. Сфери застосування імітаційних моделей. Імітаційні моделі в промисловості, економіці, фінансах, інформатиці, логістиці, авіації, транспорті, медицині та інших сферах.

4. ПЛАНИ ЛЕКЦІЙ

Модуль 1. Моделювання як наука

Тема 1. Вступ. Предмет дисципліни, її зміст і завдання

- 1.1. Введення в теорію моделювання.
- 1.2. Предмет дисципліни.
- 1.3. Зміст дисципліни.
- 1.4. Завдання дисципліни.

Література: основна [2; 4 – 6], додаткова [7 – 9; 13; 14; 18; 19; 29].

Тема 2. Моделювання. Основні поняття. Види моделей, їх класифікація. Вимоги до моделей

- 2.1. Поняття моделювання.
- 2.2. Поняття системи.
- 2.3. Поняття моделі.
- 2.4. Види моделей та їх класифікація за різними критеріями.
- 2.5. Вимоги до моделей.

Література: основна [2; 5; 6], додаткова [7; 14; 18; 24; 29].

Тема 3. Основні види моделювання. Формальні методи побудови моделей

- 3.1. Основні види моделювання комп'ютерних моделей (аналітичне, імітаційне, статистичне), їх характеристики та відношення між собою.
- 3.2. Поняття стану системи. Формальні методи побудови моделей.
- 3.3. Кібернетичний підхід.
- 3.4. Системна динаміка.
- 3.5. Теоретично-множинний підхід.

Література: основна [2; 5; 6], додаткова [7; 14; 18; 24; 29].

Тема 4. Ідентифікація параметрів математичної моделі. Адекватність, чутливість, непротирічність моделі

- 4.1. Постановка задачі ідентифікації моделей.
- 4.2. Основні етапи вирішення задачі ідентифікації та їх взаємозв'язок.
- 4.3. Поняття адекватності, чутливості та непротирічності моделі, формальні способи їх перевірки.

Література: основна [1; 2; 5; 6], додаткова [7; 14; 18; 24; 29].

Тема 5. Принципи побудови моделей. Технологія моделювання

- 5.1. Основні принципи побудови моделей.
- 5.2. Технологія моделювання: основні етапи, їх взаємозв'язок та характеристики.

Література: основна [2; 5; 6], додаткова [7; 14; 18; 24; 29].

Тема 6. Моделі розрахункових процесів і управління. Динамічні моделі, P-, Q-, F-, A- схеми. Мережні моделі

- 6.1. Поняття типової математичної схеми моделі.
- 6.2. Загальний вид математичної моделі системи.
- 6.3. Неперервно-детерміновані моделі (D-схеми).
- 6.4. Дискретно-детерміновані моделі (F-схеми).
- 6.5. Дискретно-стохастичні моделі (P-схеми).
- 6.6. Неперервно-стохастичні моделі (Q-схеми).
- 6.7. Узагальнені моделі (A-схеми).

Література: основна [5; 6], додаткова [7; 14; 18; 24; 29].

Тема 7. Імовірнісне моделювання. Моделювання випадкових процесів

- 7.1. Генератори псевдовипадкових чисел.
- 7.2. Метод Монте-Карло.

Література: основна [4; 6], додаткова [7; 14; 18; 24; 29].

Тема 8. Моделі теорії черг

- 8.1. Мережі Петрі.
- 8.2. Ланцюги Маркова.

Література: основна [2; 5; 6], додаткова [10; 13; 14; 18 – 20].

Модуль 2. Моделювання як мистецтво

Тема 9. Поняття імітаційного моделювання. Моделі систем масового обслуговування. Принципи роботи GPSS World. Елементи логіки роботи інтерпретатора

9.1. Поняття імітаційного моделювання та імітаційної моделі.

9.2. Основні поняття теорії масового обслуговування.

9.3. Системи масового обслуговування, їх класифікація та основні характеристики.

9.4. Принципи роботи GPSS World.

9.5. Елементи логіки роботи інтерпретатора.

Література: основна [3 – 6], додаткова [7; 8; 10 – 16; 18 – 21; 25; 27; 28].

Тема 10. Блоки, що забезпечують побудову моделі типу "СМО з одним пристроєм". Забезпечення пріоритетного обслуговування

10.1. Блоки, що забезпечують побудову моделі типу "СМО з одним пристроєм".

10.2. Забезпечення пріоритетного обслуговування.

Література: основна [1; 3; 4], додаткова [7; 11; 16; 21; 25; 27; 28].

Тема 11. Блоки, що забезпечують побудову моделі типу "багатоканальні СМО". Засоби GPSS World, що використовуються для забезпечення точності результатів імітаційного моделювання

11.1. Блоки, що забезпечують побудову моделі типу "багатоканальні СМО".

11.2. Засоби GPSS World, що використовуються для забезпечення точності результатів імітаційного моделювання.

Література: основна [1; 3; 4], додаткова [7; 11; 16; 21; 25; 27; 28].

Тема 12. Стандартні числові й логічні атрибути та їх використання в моделях. Функції в GPSS World. Їх використання в моделях

12.1. Стандартні числові й логічні атрибути. Їх використання в моделях.

12.2. Функції в GPSS World. Їх використання в моделях.

12.3. Оператори опису деяких імовірнісних розподілів.

Література: основна [1; 3; 4], додаткова [7; 11; 16; 21; 25; 27; 28].

**Тема 13. Збережені величини і матриці. Змінні та вирази.
Зміна маршрутів транзактів**

- 13.1. Збережені величини і матриці.
- 13.2. Змінні та вирази.
- 13.3. Зміна маршрутів транзактів.

Література: основна [1; 3; 4], додаткова [7; 11; 16; 21; 25; 27; 28].

Тема 14. Використання таблиць у GPSS World

- 14.1. Накопичення статистики в GPSS World.
- 14.2. Поняття таблиці, її складові, використання таблиць.
- 14.3. Оператори опису таблиць. Трасування.

Література: основна [1; 3; 4], додаткова [7; 11; 16; 21; 25; 27; 28].

**Тема 15. Ланцюги користувача та блоки для їх формування.
Групи і сімейства транзактів**

- 15.1. Ланцюги користувача та блоки для їх формування.
- 15.2. Групи і сімейства транзактів.

Література: основна [1; 3; 4], додаткова [7; 11; 16; 21; 25; 27; 28].

**Тема 16. Сучасний стан імітаційного моделювання. Основні
сфери використання імітаційних моделей**

- 16.1. Сучасний стан і розвиток імітаційного моделювання в Україні та за кордоном.
- 16.2. Мови та системи моделювання.
- 16.3. Сфери застосування імітаційних моделей.

Література: основна [4; 6], додаткова [7; 8; 10; 12; 14; 15; 17 – 23; 27; 28; 30].

5. ПЛАНИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

Лабораторні заняття – це організаційна форма навчального заняття, на якому студенти під керівництвом викладача використовують комп'ютерні інформаційні технології для розв'язання поставлених завдань.

Лабораторні заняття проводяться з однією академічною групою, яка поділяється на дві підгрупи, що навчаються у двох комп'ютерних аудиторіях.

На кожному лабораторному занятті викладач оцінює підготовку студентами до заняття, вміння застосовувати комп'ютерні інформаційні технології для вирішення поставлених завдань. Підсумкові оцінки за кожне лабораторне заняття вносяться у відповідний журнал. Отримані студентом оцінки за окремі лабораторні заняття враховуються при виставленні поточної модульної оцінки (практичний модульний контроль) з даної навчальної дисципліни. Перелік тем лабораторних робіт наведений в табл. 3.

Таблиця 3

Перелік тем лабораторних робіт

Назва модуля	Теми лабораторних робіт	Кількість годин
1	2	3
МОДУЛЬ 1. Моделювання як наука	1. Вивчення можливостей математичного пакета MathCad	2
	2. Обробка та аналіз даних експерименту. Підбір параметрів розподілу	2
	3. Моделювання даних експерименту з випадковими помилками. Ідентифікація параметрів моделей методом найменших квадратів	4
	4. Побудова багатофакторної регресійної моделі	2
	5. Моделі розрахункових процесів і управління: дослідження динамічних моделей, F-схеми, P-схеми, моделі марковських процесів	4
	6. Обробка и аналіз результатів моделювання. Оцінка якості імітаційної моделі	2
	7. Дослідження імітаційних моделей	2
МОДУЛЬ 2. Моделювання як мистецтво	8. Середовище імітаційного моделювання GPSS World. Технологічний інструментарій GPSS World. Забезпечення точності результатів імітаційного моделювання	2
	9. Моделювання статичних систем. Моделювання найпростіших СМО. Забезпечення пріоритетного обслуговування	2
	10. Моделювання багатоканальних систем. Моделювання розширених СМО.	2
	11. Використання стандартних числових і логічних атрибутів у моделях СМО	2
	12. Використання функцій у моделях СМО	2

1	2	3
	13. Використання змінних, виразів, збережуваних величин і матриць при моделюванні СМО	2
	14. Моделювання систем зі зміненою дисципліною обслуговування	2
	15. Моделювання динамічних систем типу "СМО без відмов". Моделювання систем з обмеженнями на довжину черги	2
	16. Моделювання ланцюгами правил планування	2

6. ІНДИВІДУАЛЬНІ НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНІ ЗАВДАННЯ

Індивідуальне навчально-дослідне завдання (ІНДЗ) виконується самостійно при консультуванні викладачем протягом вивчення дисципліни у відповідності до графіка навчального процесу.

ІНДЗ виконується з метою систематизації, закріплення, поглиблення й узагальнення знань, одержаних студентами за час навчання та придбання практичних навичок їх застосування при вирішенні задач моделювання систем.

Індивідуальне навчально-дослідне завдання передбачає наявність наступних елементів наукового дослідження: практичної значущості; комплексного системного підходу до вирішення завдань дослідження; теоретичного використання передової сучасної методології і наукових розробок; наявність елементів творчості.

Практична значущість ІНДЗ полягає в обґрунтуванні реальності його результатів для потреб практики.

Реальною вважається робота, яка виконана відповідно до наявних проблем організації, на основі її реальних даних з роботи системи масового обслуговування, і результати якої повністю або частково можуть бути впроваджені в практику діяльності конкретного об'єкта.

Комплексний системний підхід до розкриття теми роботи полягає в тому, що предмет дослідження розглядається під різними точками зору – з позицій теоретичної бази та практичних напрацювань, умов його реалізації в організації, обґрунтування шляхів удосконалення роботи системи масового обслуговування тощо – в тісній взаємоув'язці і єдиній логіці викладу.

Застосування сучасної методології полягає в тому, що при вирішенні поставленої задачі студент повинен використовувати відомості про новітню обчислювальну техніку й методи імітаційного моделювання.

У процесі виконання ІНДЗ, разом з теоретичними знаннями і практичними навиками за фахом, студент повинен продемонструвати здібності до науково-дослідної роботи й уміння творчо мислити, навчитися вирішувати науково-прикладні актуальні задачі.

6.1. Тематика ІНДЗ

Тема ІНДЗ за дисципліною "Моделювання систем" є однаковою для всіх студентів, але виконується для певної системи масового обслуговування на матеріалах, зібраних у процесі спостереження за роботою обраної системи масового обслуговування. У випадках, коли декілька студентів обрали однакові СМО, тема ІНДЗ може змінюватися або уточнюватися за розсудом викладача.

Тема ІНДЗ: "Опис функціонування системи масового обслуговування "<назва системи>. Моделювання роботи СМО <назва системи>".

Мета роботи: опис і моделювання реальної системи масового обслуговування.

Основні завдання:

спостереження за роботою реальної системи масового обслуговування;

опис характеристик і особливостей роботи обраної СМО;

розроблення алгоритму вирішення задачі;

побудова імітаційної моделі роботи описаної СМО або її окремого сегмента;

проведення експериментів з отриманою моделлю;

висновки та пропозиції щодо покращення роботи СМО.

6.2. Вимоги до змісту ІНДЗ

ІНДЗ повинне містити наступні розділи.

Титульна сторінка. Має містити назву університету; назву кафедри; назву навчальної дисципліни; тему ІНДЗ з вказівкою бази дослідження; прізвище, ініціали студента, номер академічної групи; дату подання ІНДЗ викладачеві на перевірку (день, місяць, рік).

Зміст. Повинен відтворювати назви розділів, параграфів тощо, які розкривають тему ІНДЗ, з зазначенням номерів сторінок, на яких вони розміщені.

Вступ. У "Вступі" студентом розкривається актуальність теми ІНДЗ та основні завдання для розробки теми ІНДЗ.

Основна частина. Складається з 2 розділів.

Перший розділ повинен містити постановку завдання – необхідну і достатню сукупність відомостей щодо характеристик та особливостей роботи конкретної системи масового обслуговування, які визначають її сутність. В цьому розділі студент має визначити:

елементи обраної системи масового обслуговування;

часові характеристики роботи обраної СМО (одиниця часу, початок, закінчення роботи, перерви в роботі, можливості незапланованих переривань у роботі системи тощо);

особливості роботи обраної СМО (дисципліна обслуговування тощо).

Другий розділ повинен містити інформацію щодо опису алгоритму вирішення задачі, який включає:

метод побудови моделі (яким чином задачу можна інтерпретувати в термінах GPSS, зроблені спроби пояснити, чому обраний саме такий підхід);

таблиця визначень (список різних елементів GPSS, використаних у моделі, з характеристикою тих частин системи, які описуються цими елементами; одиниця часу, прийнята в моделі; подання транзактів; останні елементи і частини системи, що моделюється, в алфавітному порядку);

блок-схема (укрупнена або детальна блок-схема, що описує роботу обраної СМО, з поясненнями);

роздруківка тексту програми;

вихідні дані програми (роздруківка результатів, отриманих у процесі моделювання);

висновки за отриманими результатами; пропозиції щодо покращення роботи обраної системи масового обслуговування.

Висновки. У висновках викладають перелік рекомендацій та практичні результати одержані в ІНДЗ. Далі формулюють висновки щодо практичного використання здобутих результатів.

Список літератури. Літературні джерела слід розміщувати списком в алфавітному порядку прізвищ перших авторів або заголовків. Відомості про джерела, які включені до списку, необхідно давати згідно з вимогами державного стандарту з обов'язковим наведенням праць.

Додатки. У додатки можуть бути включені матеріали або документи (якщо такі є), що регламентують діяльність обраної системи масового обслуговування. При наявності кількох додатків оформлюється окрема сторінка "ДОДАТКИ", номер якої є останнім, що відноситься до обсягу ІНДЗ.

7. САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ

Необхідним елементом успішного засвоєння навчального матеріалу дисципліни є самостійна робота студентів з вітчизняною та закордонною спеціальною літературою. Самостійна робота є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від обов'язкових навчальних занять.

Основні види самостійної роботи, запропоновані студентам:

вивчення лекційного матеріалу;

робота з рекомендованою літературою;

вивчення окремих тем або питань, що передбачені для самостійного опрацювання;

вивчення основних термінів і понять з галузі моделювання систем;

підготовка до лабораторних занять;

підготовка до проміжного та підсумкового контролю;

контрольна перевірка кожним студентом особистих знань за питаннями для самостійного поглибленого вивчення та самоконтролю;

робота над рефератом.

Питання для самостійного опрацювання

Модуль 1. Моделювання як наука

Тема 1. Вступ. Предмет дисципліни, її зміст і завдання

Питання для самостійного поглибленого вивчення

1. Зміст і завдання дисципліни "Моделювання систем".
2. Сфери застосування теорії моделювання.

Теми рефератів

1. Характеристика моделювання як науки.
2. Роль моделювання в дослідженнях економічних, інформаційних, фізичних та інших процесів і систем.

Література: основна [2; 4 – 6], додаткова [9; 14; 17 – 19; 24; 29].

Тема 2. Моделювання. Основні поняття. Види моделей, їх класифікація. Вимоги до моделей

Питання для самостійного поглибленого вивчення

1. Співвідношення між моделлю та системою.
2. Декомпозиція систем і простір станів.

Література: основна [2; 4 – 6], додаткова [9; 14; 17 – 19; 24; 29].

Тема 3. Основні види моделювання. Формальні методи побудови моделей

Питання для самостійного поглибленого вивчення

1. Методи теорії ідентифікації для моделювання систем.
2. Застосування рівнянь Ланкастера для дослідження складних взаємозв'язків, конкуренції або конфліктів.

Теми рефератів

1. Характеристика імітаційного моделювання та його використання.
2. Використання методів статистичного моделювання при розробці імітаційних моделей.
3. Способи дослідження аналітичних моделей.

Література: основна [2; 4 – 6], додаткова [9; 14; 17 – 19; 24; 29].

Тема 4. Ідентифікація параметрів математичної моделі. Адекватність, чутливість, непротиворічність моделі

Питання для самостійного поглибленого вивчення

1. Методи оцінки параметрів математичних моделей (метод максимальної правдоподібності, метод найменших квадратів).
2. Методи аналізу адекватності математичних моделей.
3. Точкові та інтервальні оцінки математичного очікування та дисперсії випадкової величини.

Теми рефератів

1. Аналіз чутливості математичних моделей.
2. Використання математичних моделей в економіці.
3. Використання математичних моделей в інформаційних системах.

Література: основна [2; 4 – 6], додаткова [9; 14; 17 – 19; 24; 29].

Тема 5. Принципи побудови моделей. Технологія моделювання

Питання для самостійного поглибленого вивчення

1. Основні принципи побудови моделей.
2. Методологія ітераційного багаторівневого моделювання.
3. Характеристики етапів розробки імітаційної моделі.

Теми рефератів

1. Огляд спеціалізованих програмних продуктів, що використовуються при розробці імітаційних моделей.
2. Організація і планування проведення експериментів для оцінки точності результатів моделювання.

Література: основна [2; 4 – 6], додаткова [9; 14; 17 – 19; 24; 29].

Тема 6. Моделі розрахункових процесів і управління. Динамічні моделі, P-, Q-, F-, A- схеми. Мережні моделі

Питання для самостійного поглибленого вивчення

1. Поняття та види мережних моделей.
2. Моделі теорії автоматів.
3. Динамічні моделі: поняття, характеристики, використання.
4. Узагальнені моделі для моделювання складних систем.

Література: основна [2; 4 – 6], додаткова [9; 14; 17 – 19; 24; 29].

Тема 7. Імовірнісне моделювання. Моделювання випадкових процесів

Питання для самостійного поглибленого вивчення

1. Генерація псевдовипадкових чисел. Тестування генераторів.
2. Введенні у функції розподілу.
3. Моделювання випадкових величин, розподілених за різноманітними законами.
4. Нерівність Чебишева, теорема Чебишева.

Теми рефератів

1. Моделювання випадкової величини, розподіленої за нормальним законом.
2. Моделювання випадкової величини, розподіленої за показовим законом.
3. Моделювання випадкової величини, розподіленої за законом Пуассона.

Література: основна [2; 4 – 6], додаткова [9; 14; 17 – 19; 24; 29].

Тема 8. Моделі теорії черг

Питання для самостійного поглибленого вивчення

1. Застосування теорії графів при моделюванні систем.
2. Застосування ланцюгів Маркова в теорії дифузійних процесів, теорії надійності, теорії масового обслуговування тощо.

Теми рефератів

1. Області застосування теорії графів при моделюванні систем.
2. Застосування мереж Петрі при моделюванні розрахункових мереж.
3. Застосування теорії графів при моделюванні інженерних мереж.

Література: основна [2; 4 – 6], додаткова [13; 14; 17 – 19; 24; 29].

Модуль 2. Моделювання як мистецтво

Тема 9. Поняття імітаційного моделювання. Моделі систем масового обслуговування. Принципи роботи GPSS World. Елементи логіки роботи інтерпретатора

Питання для самостійного поглибленого вивчення

1. Типові задачі, що вирішуються методами теорії масового обслуговування.
2. Системи масового обслуговування з урахуванням можливості виходу з ладу обслуговуючих пристроїв.
3. Показники якості та ефективності функціонування СМО.
4. Особливості загальноцільової системи моделювання GPSS World.
5. Карти опису в GPSS World.
6. Карти управління процесом моделювання в GPSS World.

Теми рефератів

1. Імітаційне моделювання як метод аналізу складних систем.
2. Загальні принципи побудови імітаційних моделей.
3. Візуалізація моделювання.
4. Методи проектування імітаційних моделей.
5. Моделювання та математичні пакети.
6. Алгоритм моделювання систем масового обслуговування.
7. Програмне забезпечення імітаційного моделювання.
8. Прийняття рішень за результатами моделювання.

Література: основна [3 – 6], додаткова [7; 8; 10 – 16; 18 – 21; 25; 27; 28].

Тема 10. Блоки, що забезпечують побудову моделі типу "СМО з одним пристроєм". Забезпечення пріоритетного обслуговування

Питання для самостійного поглибленого вивчення

1. Особливості роботи блока PREEMPT.
2. Пріоритет та часові вузли.

Література: основна [1; 3; 4], додаткова [7; 11; 16; 21; 25; 27; 28].

Тема 11. Блоки, що забезпечують побудову моделі типу "багатоканальні СМО". Засоби GPSS World, що використовуються для забезпечення точності результатів імітаційного моделювання

Питання для самостійного поглибленого вивчення

1. Методи забезпечення точності результатів моделювання.
2. Особливості роботи багатоканальних СМО.

Теми рефератів

1. Методи оцінки достовірності моделей.
2. Перевірка достовірності і правильності імітаційних моделей.

Література: основна [1; 3; 4], додаткова [7; 11; 16; 21; 25; 27; 28].

Тема 12. Стандартні числові й логічні атрибути та їх використання в моделях. Функції в GPSS World. Їх використання в моделях

Питання для самостійного поглибленого вивчення

1. Особливості використання стандартних числових атрибутів у моделях.
2. Функції імовірнісних розподілів у GPSS World.

Література: основна [1; 3; 4], додаткова [7; 11; 16; 21; 25; 27; 28].

Тема 13. Збережені величини і матриці. Змінні та вирази. Зміна маршрутів транзактів

Питання для самостійного поглибленого вивчення

1. Особливості роботи з матрицями в GPSS World.
2. Особливості роботи блоків, що змінюють маршрути транзактів у GPSS World.

Література: основна [1; 3; 4], додаткова [7; 11; 16; 21; 25; 27; 28].

Тема 14. Використання таблиць у GPSS World

Питання для самостійного поглибленого вивчення

1. Типи таблиць, що використовуються в GPSS World. їх особливості.

Література: основна [1; 3; 4], додаткова [7; 11; 16; 21; 25; 27; 28].

Тема 15. Ланцюги користувача та блоки для їх формування. Групи і сімейства транзактів

Питання для самостійного поглибленого вивчення

1. Призначення ланцюгів користувача, їх організація та роль у моделях.
2. Системи масового обслуговування, при моделюванні яких необхідно використовувати групи та сімейства транзактів.

Література: основна [1; 3; 4], додаткова [7; 11; 16; 21; 25; 27; 28].

Тема 16. Сучасний стан імітаційного моделювання. Основні сфери використання імітаційних моделей

Питання для самостійного поглибленого вивчення

1. Особливості сучасних мов моделювання. Їх переваги та недоліки.
2. Можливості використання методів імітаційного моделювання в різних сферах людської діяльності.

Теми рефератів

1. Використання імітаційних моделей в інформаційних системах.
2. Використання імітаційних моделей в економіці.
3. Імітаційне моделювання комп'ютерних мереж.
4. Імітаційне моделювання в освіті.
5. Мови та системи моделювання.
6. Перспективи розвитку імітаційного моделювання в Україні.

Література: основна [4; 6], додаткова [7; 8; 10; 12; 14; 15; 17 – 23; 27; 28; 30].

8. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОДІАГНОСТИКИ

Модуль 1. Моделювання як наука

Теми 1 – 8

1. Що таке система? Як впливає на систему зовнішнє середовище? Чому існує багато визначень системи?
2. Назвіть кілька статичних і динамічних об'єктів, дій, процесів, атрибутів, подій та змінних станів для таких систем:
станція технічного обслуговування автомобілів;
магазин самообслуговування;
станція швидкої допомоги;
кафе;
таксомоторний парк.
3. Яким чином динамічна поведінка системи пов'язана з поняттям стану системи?
4. Що розуміють під абстрактною системою?
5. Що розуміють під моделлю? В яких відношеннях перебувають об'єкт моделювання та модель? Чи може система бути моделлю?
6. Яку роль відіграють поняття стану та процесу в моделюванні? Опишіть роботу банку з двома касирами, до яких стоїть одна черга. Виділіть основні стани цієї системи.
7. Наведіть приклади задач, які можна розв'язати за допомогою моделювання. В яких випадках задачі можна розв'язати лише у такий спосіб?
8. Виконайте критичний аналіз різних видів класифікацій моделей та видів моделювання. Чому неможлива єдина класифікація? Запропонуйте іншу класифікацію моделей.
9. Порівняйте числовий метод розв'язання задачі про водопостачання з методом імітаційного моделювання. Що є між ними спільного?
10. Сформулюйте завдання ідентифікації в широкому та вузькому розумінні для задачі про водопостачання.
11. Яким чином задається час моделювання в задачах про водопостачання? Чи можливо так задати час моделювання для цієї задачі, щоб він залежав від деяких подій? Наведіть приклади моделювання таких подій.
12. Дайте ситуаційний опис переходу пішоходом дороги. Розгляньте всі можливі ситуації.

Література: основна [2; 5; 6], додаткова [7 – 9; 13; 14; 18; 19; 29].

Модуль 2. Моделювання як мистецтво

Тема 9. Поняття імітаційного моделювання. Моделі систем масового обслуговування. Принципи роботи GPSS World. Елементи логіки роботи інтерпретатора

1. Дайте визначення імітаційного моделювання. Назвіть основні принципи побудови імітаційних моделей.

2. Дайте визначення системи масового обслуговування. Назвіть основні характеристики СМО.

3. Класифікація СМО.

4. Показники якості функціонування СМО.

5. Мови моделювання дискретних процесів.

6. Особливості загальноцільової системи моделювання GPSS World.

7. Основні принципи роботи GPSS World.

8. Дайте визначення модельного часу.

9. Назвіть об'єкти в GPSS World. Дайте їх характеристику.

10. Поняття ланцюгів транзактів.

11. Елементи логіки роботи інтерпретатора: зміна значення модельного часу, перегляд ланцюга поточних подій, просування транзактів.

Література: основна [3 – 6], додаткова [7; 8; 10 – 16; 18 – 21; 25; 27; 28].

Тема 10. Блоки, що забезпечують побудову моделі типу "СМО з одним пристроєм". Забезпечення пріоритетного обслуговування

1. Дайте визначення транзакту, обслуговуючого пристрою, черги.

2. Дайте визначення черги, обслуговування.

3. Назвіть блоки, що забезпечують побудову моделі типу "СМО з одним пристроєм". Особливості їх роботи.

4. Дайте визначення дисципліни обслуговування.

5. Яким чином у GPSS World забезпечується пріоритетне обслуговування?

6. Дайте визначення переривання обслуговування.

7. Яким чином у GPSS World організуються переривання обслуговування?

Література: основна [1; 3; 4], додаткова [7; 11; 16; 21; 25; 27; 28].

Тема 11. Блоки, що забезпечують побудову моделі типу "багатоканальні СМО". Засоби GPSS World, що використовуються для забезпечення точності результатів імітаційного моделювання

1. Дайте визначення багатоканального пристрою.
2. Назвіть відмінності пристрою від багатоканального пристрою з ємністю 1.
3. Назвіть блоки, що забезпечують побудову моделі типу "багатоканальні СМО". Особливості їх роботи.
4. Назвіть засоби GPSS World, які використовуються для забезпечення точності результатів імітаційного моделювання. Дайте їх коротку характеристику.

Література: основна [1; 3; 4], додаткова [7; 11; 16; 21; 25; 27; 28].

Тема 12. Стандартні числові й логічні атрибути та їх використання в моделях. Функції в GPSS World. Їх використання в моделях

1. Дайте визначення стандартних числових і логічних атрибутів (СЧА). Назвіть їх види. Яку роль вони відіграють у моделях?
2. Для чого в GPSS World використовуються функції? Яким чином записуються функції та де використовуються їх значення?
3. Які імовірнісні розподіли реалізовані в GPSS World? Назвіть оператори їх опису.

Література: основна [1; 3; 4], додаткова [7; 11; 16; 21; 25; 27; 28].

Тема 13. Збережувані величини і матриці. Змінні та вирази. Зміна маршрутів транзактів

1. Дайте визначення збережуваної величини і матриці в GPSS World. Як і для чого вони використовуються в моделях?
2. Назвіть особливості роботи з матрицями в GPSS World.
3. Дайте визначення змінної та виразу в GPSS World. Як і для чого вони використовуються в моделях?
4. Яким чином організуються посилання на збережування величини, матриці, комірки матриць, змінні.
5. Назвіть блоки, що змінюють маршрути транзактів у моделі. Вкажіть особливості їх роботи.

6. Назвіть та опишіть режими роботи блока TRANSFER.

Література: основна [1; 3; 4], додаткова [7; 11; 16; 21; 25; 27; 28].

Тема 14. Використання таблиць у GPSS World

1. Які елементи GPSS World дозволяють збирати та накопичувати статистику?
2. Назвіть складові таблиць GPSS.
3. Якими операторами задаються таблиці в GPSS World?
4. Яким чином відбувається збір статистики у таблицях?
5. Яким чином в GPSS World організується збір статистики за чергами?

Література: основна [1; 3; 4], додаткова [7; 11; 16; 21; 25; 27; 28].

Тема 15. Ланцюги користувача та блоки для їх формування. Групи і сімейства транзактів

1. Дайте визначення ланцюга користувача. Для чого він призначений?
2. Які блоки призначені для формування ланцюгів користувача? Назвіть особливості роботи цих блоків.
3. Дайте визначення групи і сімейства транзактів. Для чого вони використовуються в GPSS World?
4. Які блоки призначені для роботи з групами та сімействами транзактів? Назвіть особливості роботи цих блоків.

Література: основна [1; 3; 4], додаткова [7; 11; 16; 21; 25; 27; 28].

Тема 16. Сучасний стан імітаційного моделювання. Основні сфери використання імітаційних моделей

1. Охарактеризуйте сучасний стан імітаційного моделювання в Україні та за кордоном.
2. Дайте характеристику нових мов і систем моделювання.
3. В яких сферах людської діяльності застосовуються імітаційні моделі?
4. Наведіть приклади використання імітаційних моделей в економіці, інформатиці, комп'ютерних мережах, транспорті та інших сферах.

Література: основна [4; 6], додаткова [7; 8; 10; 12; 14; 15; 17 – 23; 27; 28; 30].

9. ІНДИВІДУАЛЬНО-КОНСУЛЬТАТИВНА РОБОТА

Індивідуально-консультативна робота здійснюється за графіком індивідуально-консультативної роботи у формі: індивідуальних занять, консультацій, перевірки виконання індивідуальних завдань, перевірки та захисту завдань, що винесені на поточний контроль, тощо.

Індивідуально-консультативна робота з теоретичної частини дисципліни проводиться у вигляді:

індивідуальних консультацій (запитання-відповідь стосовно проблемних питань теоретичного матеріалу дисципліни);

групових консультацій (розгляд теоретичних положень, які важко піддаються осмисленню).

Індивідуально-консультативна робота з практичної частини дисципліни проводиться у вигляді:

індивідуальних консультацій (розгляд практичних завдань, стосовно яких виникли питання);

групових консультацій (розгляд типових задач, які викликають утруднення в студентів).

Індивідуально-консультативна робота для комплексної оцінки засвоєння матеріалу за програмою дисципліни проводиться у вигляді:

індивідуального захисту студентами виконаних лабораторних робіт;

індивідуального захисту студентами індивідуальних завдань;

підготовки рефератів для виступу на науковому семінарі;

підготовки рефератів для виступу на науковій конференції.

10. МЕТОДИКИ АКТИВІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ НАВЧАННЯ

При викладанні навчальної дисципліни "Моделювання систем" для активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів передбачено застосування сучасних навчальних технологій, таких, як: проблемні лекції, міні-лекції, презентації тощо.

Розподіл форм та методів активізації процесу навчання за розділами навчальної дисципліни наведено в табл. 4.

Проблемні лекції спрямовані на розвиток логічного мислення студентів і характеризуються тим, що коло питань теми обмежується двома-трьома ключовими моментами та виділенням головних висновків з питань, що розглядаються. При читанні лекцій студентам даються

питання для самостійного розмірковування, проте лектор сам відповідає на них, не чекаючи відповідей студентів. Система питань у ході лекції відіграє активізуючу роль, примушує студентів сконцентруватися і почати активно мислити в пошуках правильної відповіді.

Міні-лекції передбачають викладення навчального матеріалу за короткий проміжок часу й характеризуються значною ємністю інформації, складністю логічних побудов та їх узагальнень. Лекційний матеріал представляється у так званому структурно-логічному вигляді, зафіксовані в плані лекції питання викладаються стисло. Більш детальне вивчення матеріалу виносить на самостійне опрацювання. Міні-лекції проводяться, як правило, як частина заняття-дослідження.

Робота в малих групах використовується з метою активізації роботи студентів при проведенні семінарських і практичних занять. Це так звані групи психологічного комфорту, де кожен учасник відіграє свою особливу роль і певними своїми якостями доповнює інших. Використання цієї технології дає змогу структурувати практично-семінарські заняття за формою і змістом, створює можливості для участі кожного студента в роботі за темою заняття, забезпечує формування особистісних якостей та досвіду соціального спілкування.

Семінари-дискусії передбачають обмін думками і поглядами учасників з приводу даної теми, а також розвивають мислення, допомагають формувати погляди і переконання, виробляють вміння формулювати думки й висловлювати їх, вчать оцінювати пропозиції інших людей, критично підходити до власних поглядів.

Мозкові атаки – це метод розв'язання завдань за дуже обмежений час. Сутність його полягає в тому, щоб висловити якнайбільшу кількість ідей за невеликий проміжок часу, обговорити їх та здійснити їх селекцію.

Презентації – виступи перед аудиторією – використовуються для представлення певних досягнень (оригінальне розв'язання задач того чи іншого типу і виконання індивідуальних завдань) з метою обміну досвідом.

Кейс-метод (метод аналізу конкретних ситуацій) – дає змогу наблизити процес навчання до реальної практичної діяльності спеціалістів і передбачає розгляд виробничих, управлінських та інших ситуацій, складних конфліктних випадків, проблемних ситуацій, інцидентів у процесі вивчення навчального матеріалу.

Рольові ігри (інсценізації) – форма активізації студентів, за якої вони задіяні в процесі інсценізації певної виробничої ситуації у ролі безпосередніх учасників подій.

Модерація – це метод, який допомагає групам розглядати теми, проблеми, задачі зосереджуючись на змісті цілеспрямовано і ефективно при самостійній участі кожного у вільній колегіальній атмосфері. Модерація як спосіб проведення обговорення, швидко призводить до конкретних результатів, дає можливість всім присутнім брати участь в процесі вироблення рішень, відчуваючи при цьому свою повну відповідальність за результат.

Таблиця 4

**Розподіл форм і методів активізації процесу навчання
за темами навчальної дисципліни**

Тема	Практичне застосування навчальних технологій
1	2
Тема 1. Вступ. Предмет дисципліни, її зміст і завдання	Міні-лекція "Введення в теорію моделювання"
Тема 2. Моделювання. Основні поняття. Види моделей, їх класифікація. Вимоги до моделей	Міні-лекція "Основи моделювання"
Тема 3. Основні види моделювання. Формальні методи побудови моделей	Міні-лекція "Методи побудови моделей"
Тема 4. Ідентифікація параметрів математичної моделі. Адекватність, чутливість, непротиворічність моделі	Міні-лекція "Задачі ідентифікації в вузькому та широкому понятті"
Тема 5. Принципи побудови моделей. Технологія моделювання	Міні-лекція "Організація процесу побудови моделей"
Тема 6. Моделі розрахункових процесів і управління. Динамічні моделі, P-, Q-, F-, A-схеми. Мережні моделі	Міні-лекція "Типові математичні схеми для моделювання систем"
Тема 7. Імовірнісне моделювання. Моделювання випадкових процесів	Міні-лекція "Моделювання випадкових процесів"
Тема 8. Моделі теорії черг	Міні-лекція "Введення в теорію черг"
Тема 9. Поняття імітаційного моделювання. Моделі систем масового обслуговування. Принципи роботи GPSS World. Елементи логіки роботи інтерпретатора	Міні-лекція "Системи масового обслуговування". Міні-лекція "Загальноцільова система моделювання GPSS World"
Тема 10. Блоки, що забезпечують побудову моделі типу "СМО з одним пристроєм". Забезпечення пріоритетного обслуговування	Міні-лекція "Найпростіші моделі СМО"

1	2
Тема 11. Блоки, що забезпечують побудову моделі типу "багатоканальні СМО". Засоби GPSS World, що використовуються для забезпечення точності результатів імітаційного моделювання	Проблемна лекція "Забезпечення точності результатів імітаційного моделювання"
Тема 12. Стандартні числові й логічні атрибути та їх використання в моделях. Функції в GPSS World. Їх використання в моделях	Міні-лекція "Використання стандартних числових атрибутів та функцій у моделях"
Тема 13. Збережені величини і матриці. Змінні та вирази. Зміна маршрутів транзактів	Міні-лекція "Використання збережуваних величин, матриць, змінних, виразів у моделях". Міні-лекція "Оператори зміни маршрутів транзактів"
Тема 14. Використання таблиць у GPSS World	Міні-лекція "таблиці в GPSS World"
Тема 15. Ланцюги користувача та блоки для їх формування. Групи і сімейства транзактів	Міні-лекція "Групи і сімейства транзактів"
Тема 16. Сучасний стан імітаційного моделювання. Основні сфери використання імітаційних моделей	Кейс "Сфери використання імітаційних моделей"

11. СИСТЕМА ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ

У процесі навчання студенти отримують необхідні знання під час лекційних занять, виконуючи лабораторні роботи, самостійно працюючи з літературою та виконуючи індивідуальні завдання.

Система оцінювання знань, умінь і навичок студентів передбачає виставлення оцінок за усіма формами проведення занять згідно з програмою навчальної дисципліни "Моделювання систем" (лекційні та лабораторні заняття, самостійну роботу та виконання індивідуальних завдань).

Перевірка та оцінювання знань студентів проводиться в наступних формах:

- оцінювання знань студента під час лабораторних занять;
- оцінювання виконання лабораторних робіт;
- оцінювання виконання завдань для самостійної роботи;
- оцінювання написання рефератів;
- оцінювання виконання індивідуального навчально-дослідного завдання;
- проведення проміжного контролю;
- проведення поточно-модульного контролю;
- проведення підсумкового іспиту.

Загальна модульна оцінка складається з поточної оцінки, яку студент отримує під час лабораторних занять, оцінки за виконання індивідуального завдання та оцінки за виконання модульної контрольної роботи.

Підсумкова оцінка з дисципліни визначається як середнє арифметичне оцінки за результатами іспиту і середнього арифметичного оцінок за результатами модульного контролю (з урахуванням ІНДЗ) за роботу протягом семестру.

Порядок поточного оцінювання знань студентів

Поточне оцінювання здійснюється під час проведення лабораторних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Об'єктами поточного контролю є:

- активність та результативність роботи студента протягом семестру над вивченням програмного матеріалу дисципліни; відвідування занять;
- виконання індивідуального навчально-дослідного завдання;
- виконання завдань проміжного контролю;
- виконання модульного контрольного завдання.

Контроль систематичного виконання самостійної роботи та активності на лабораторних заняттях

Оцінювання проводиться за 12-бальною шкалою за такими критеріями: розуміння, ступінь засвоєння теорії та методології проблем, що розглядаються;

- ступінь засвоєння фактичного матеріалу навчальної дисципліни;
- ознайомлення з рекомендованою літературою, а також із сучасною літературою з питань, що розглядаються;

- уміння поєднувати теорію з практикою при побудові моделей складних систем;

- логіка, структура, стиль викладу матеріалу в письмових роботах, у процесі захисту виконаних завдань і при виступах в аудиторії, вміння обґрунтовувати свою позицію, здійснювати узагальнення інформації та робити висновки.

Оцінка "відмінно" (10 – 12 балів) ставиться за умови відповідності індивідуального завдання студента або його усної відповіді усім зазначеним критеріям. Відсутність тієї або іншої складової знижує оцінку на відповідну кількість балів.

При оцінюванні індивідуальних завдань увага також приділяється якості, самостійності, своєчасності виконання і здачі виконаних завдань викладачеві (згідно з графіком навчального процесу). Якщо якась із вимог не буде виконана, то оцінка може бути знижена (на розсуд викладача).

Оцінювання знань студента під час виконання завдань для самостійної роботи проводиться за 12-бальною шкалою.

Реферат є додатковою частиною самостійної роботи студента над навчальною дисципліною "Моделювання систем". Мета реферату – поглиблення теоретичних знань, набутих студентами в процесі вивчення дисципліни.

Написання реферату має сприяти глибшому засвоєнню студентами дисципліни "Моделювання систем", спонукає ґрунтовно вивчати методику моделювання складних систем, спеціальні наукові видання вітчизняних і закордонних авторів, у яких розглядаються питання побудови, аналізу та використання моделей складних систем.

Першим етапом написання реферату є вибір теми. Студенти обирають тему реферату за власним розсудом, але відповідно до тематики рефератів, визначеної кафедрою інформаційних систем. За погодженням з викладачем студент може підготувати реферат на іншу тему, якої немає в цьому переліку.

Після вибору теми студент повинен розробити й викласти в письмовій формі його план. План реферату слід розробляти після ознайомлення з літературними джерелами, які висвітлюють ті чи інші питання і проблеми з теми дослідження. План має включати лише ті питання, які безпосередньо стосуються теми та дають змогу повно і глибоко розкрити її.

Титульний аркуш реферату повинен містити: назву університету; назву кафедри; назву навчальної дисципліни; тему реферату; прізвище, ініціали студента, номер академічної групи; дату подання реферату викладачеві на перевірку (день, місяць, рік).

За титульним аркушем йде детальний план реферату, в якому треба виділити вступ, два – три розділи основного змісту, висновки, список використаної літератури, додатки.

Складні таблиці, які не вміщуються в тексті, а також інші допоміжні матеріали включаються в додатки до роботи. При цьому в тексті на них робляться відповідні посилання.

Усі сторінки реферату нумеруються в правому верхньому куточку сторінки, при цьому номери сторінок починають проставлятися на першому аркуші після вступу.

У кінці реферату дається повний список використаних джерел. Його необхідно скласти в певному порядку: спочатку наводяться законодавчі та нормативні акти, довідники, загальна та спеціальна література за алфавітом.

Реферат має бути виконано і подано на кафедру не пізніше зазначеної в навчальному плані дати.

Реферат оцінюється за критеріями:

самостійності виконання;

логічності та деталізації плану;

повноти й глибини розкриття теми;

наявності ілюстрацій (таблиці, рисунки, схеми тощо);

кількості використаних джерел (не менше десяти);

використання статистичної інформації та відображення практичного досвіду;

наявність конкретних пропозицій і прогнозів з обов'язковим посиланням на використані літературні джерела;

якості оформлення.

Підготовка якісного реферату може бути додатковою умовою отримання студентом позитивної підсумкової оцінки з даної навчальної дисципліни.

Критерії оцінювання індивідуального навчально-дослідного завдання

Індивідуальне навчально-дослідне завдання оцінюється за такими критеріями:

самостійність виконання;

логічність і послідовність викладення матеріалу;

повнота розкриття теми (проблемної ситуації чи практичного завдання);

обґрунтованість висновків;

використання статистичної інформації та додаткових літературних джерел;

наявність конкретних пропозицій;

якість оформлення.

Проміжний контроль

Проміжний модульний контроль рівня знань передбачає виявлення опанування студентом матеріалу лекційного модуля та вміння застосувати його для вирішення практичних завдань і проводиться у вигляді контрольної роботи, яка включає теоретичні та практичні завдання.

Проведення поточно-модульного контролю

Поточно-модульний контроль здійснюється та оцінюється за двома складовими: практичний модульний контроль і лекційний (теоретичний) модульний контроль. Оцінка за практичну складову модульного контролю

виставляється за результатами оцінювання знань студента під час лабораторних занять, виконання індивідуального завдання та проміжного контролю згідно з графіком навчального процесу.

Лекційний модульний контроль здійснюється в письмовій формі за відповідними білетами.

Для підведення підсумків роботи студентів із змістовного модуля виставляється підсумкова оцінка з поточно-модульного контролю, яка враховує оцінки за практичний модульний контроль і лекційний модульний контроль.

Таким чином після вивчення тем 1 – 8 (модуль 1) студенти денної форми виконують завдання до модуля 1, відповідно, після вивчення тем 8 – 11 (модуль 2) – завдання до модуля 2.

Завдання модульного контролю містить 2 завдання з лекційного модуля та 3 завдання з практичного модуля (стереотипне, діагностичне та евристичне).

Зразок лекційного модульного завдання

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра інформаційних систем
Напрямок підготовки "Комп'ютерні науки"
Навчальна дисципліна: Моделювання систем
Лекційний модуль 2

Теоретичні питання

1. Дайте визначення системи масового обслуговування. Назвіть основні характеристики СМО.

2. Дайте характеристику типів функцій, що використовуються в GPSS. Назвіть правила їх запису. Організація посилань на функції в моделях GPSS.

Практичні питання

3. Дайте короткі відповіді на наступні питання:

3.1. Для чого призначені арифметичні змінні?

3.2. У яких випадках можна використовувати для задавання рядків і стовпців матриць інші СЧА матриць?

3.3. У яких випадках блок PREEMPT затримує транзакти на вході?

3.4. Чи існують у GPSS обмеження на довжину виразу?

3.5. Для чого використовуються комірки і матриці?

- 3.6. У чому полягає відмінність блоків SAVEVALUE и MSAVEVALUE?
- 3.7. Як можна вчинити, якщо вираз не вміщається в один рядок?
- 3.8. Розкрийте поняття ланцюга парності.
- 3.9. Які елементи можуть бути використані у виразах арифметичної змінної?

3.10. Назвіть складові таблиці GPSS.

4. Запишіть мовою GPSS наступні формулювання:

4.1. Зчитати абсолютний час з системного годинника і помістити в 5-й параметр активного транзакта.

4.2. Пропустити в БКП AAA транзакт тільки тоді, коли в ньому будуть вільними 2 канали.

4.3. 40% транзактів пропустити далі по моделі, останні відправити за міткою MET1.

4.4. Всі транзакти в певному місці моделі відправити за міткою MET8.

4.5. Змінити пріоритет активного транзакта на 5 і почати перегляд ЛПП спочатку.

4.6. З пристроїв 1 – 5 знайти перший доступний і зберегти його номер у параметрі ККК.

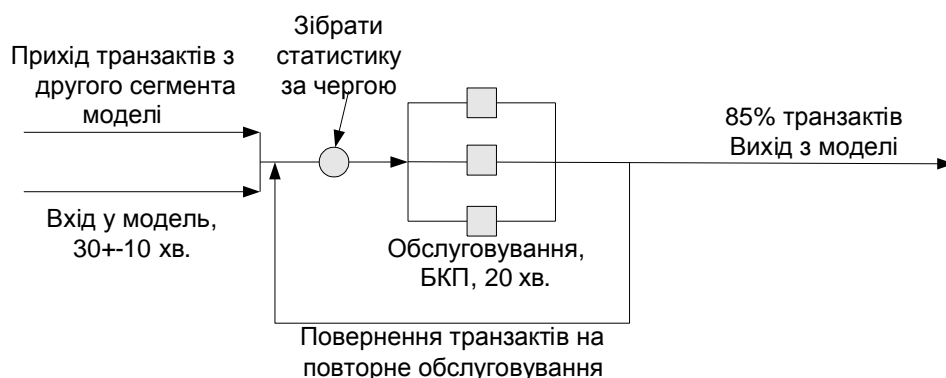
4.7. З БКП МКУ1 – МКУ8 знайти перший порожній та зберегти його номер у параметрі МММ.

4.8. 70% транзактів відправити за міткою MET6, останні пропустити далі по моделі.

4.9. Вибрати найкоротшу чергу з 10 існуючих і записати в 4-й параметр активного транзакта.

4.10. До комірки (4,8) матриці AAA додати 5.

5. Запишіть фрагмент моделі GPSS за наведеною нижче схемою.



Для підведення підсумків роботи студентів з навчальної дисципліни "Моделювання систем" виставляється загальна оцінка, яка враховує оцінки з кожного виду контролю (дві оцінки поточно-модульного контролю за роботу протягом семестру).

Проведення підсумкового іспиту

Підсумковий іспит з навчальної дисципліни "Моделювання систем" студенти складають використовуючи ПЕОМ для вирішення поставлених завдань. Додатково письмово даються пояснення до виконання завдань, висновки.

Екзаменаційний білет складається з двох завдань. Підсумкова оцінка за іспит є сумою оцінок за кожне завдання. Кожне завдання оцінюється за 6-бальною шкалою (таблиці 5, 6).

Таблиця 5

Критерії оцінювання для завдання 1

Кількість балів	Критерії
6 балів	Завдання виконане в повному обсязі. Зроблена перевірка отриманих результатів на коректність. Отримані правильні відповіді, є пояснення до виконання завдання, зроблені висновки
5 балів	Завдання виконане в повному обсязі. Зроблена перевірка отриманих результатів на коректність. Отримані правильні відповіді, але не наведені пояснення до виконання завдання та висновки
4 бали	Завдання виконане, отримані результати, але не перевірені на коректність, не наведені пояснення до виконання завдання та висновки
3 бали	Завдання виконане не повністю, не отримані результати, не наведені пояснення до виконання завдання та висновки
2 бали	Завдання не виконане. Є написана програма, але не працює
1 бал	Завдання не виконане. Є фрагмент написаної програми
0 балів	Завдання не виконане

При записі результатів виконання завдання 2 необхідно дотримуватися наступних вимог: записати таблицю визначень, навести логіку моделювання, навести блок-схему роботи заданої СМО.

Критерії оцінювання для завдання 2

Кількість балів	Критерії
6 балів	Завдання виконане в повному обсязі. Записана GPSS-модель, отримані результати, проведений аналіз отриманих результатів з прив'язкою до сутності задачі, дані відповіді на поставлені в умові задачі питання. Зроблені висновки. Дотримані всі вимоги до запису результатів виконання завдання
5 балів	Завдання виконане в повному обсязі. Записана GPSS-модель, отримані результати, проведений аналіз отриманих результатів з прив'язкою до сутності задачі, дані відповіді не на всі на поставлені в умові задачі питання. Дотримані не всі вимоги до запису результатів виконання завдання
4 бали	Завдання виконане. Записана GPSS-модель, модель працює, але є невідповідності умові поставленої задачі. Отримані результати, але не проведений аналіз отриманих результатів, немає відповідей на поставлені в умові задачі питання. Дотримані не всі вимоги до запису результатів виконання завдання
3 бали	Завдання не виконане. Є записана GPSS-модель, але не працює. Дотримані не всі вимоги до запису результатів виконання завдання, але є блок-схема роботи заданої СМО або приведена логіка моделювання
2 бали	Завдання не виконане. Є записана GPSS-модель, але не працює. Вимоги до запису результатів виконання завдання не дотримані
1 бал	Завдання не виконане. Є фрагмент записаної GPSS-моделі. Вимоги до запису результатів виконання завдання не дотримані
0 балів	Завдання не виконане

Якщо одна із оцінок "один, два або три бали", то загальна оцінка не може бути вищою за "шість балів". Якщо обидва завдання оцінені на "один, два або три бали", то загальна оцінка "три бали" є приводом для повторного перескладання іспиту студентом, а загальна оцінка "один або два бали" ініціює повторне вивчення дисципліни.

Зразок екзаменаційного білета

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Напрямок підготовки "Комп'ютерні науки"

Навчальна дисципліна – МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ

Екзаменаційний білет №__

Завдання 1

Залежність (HQ-характеристика насоса) створюваного насосом напором (H) від витрат води (Q) описується функцією $H = H_F - S_F Q^2$. У результаті проведення натурних експериментів отримані наступні дані:

Q, м ³ /год	427	1420	2586
H, м вод. ст.	74,48	70,34	61,72

Знайти параметри HQ-характеристики насоса (H_F , S_F) і побудувати її графік.

Завдання 2

Екзаменаційна комісія в складі 2 викладачів приймає екзамен у студентів. Час приходу студентів в аудиторію рівномірно розподілений на інтервалі від 5 до 10 хв. Взявши екзаменаційний білет, студент готується протягом 20 ± 5 хв. і йде відповідати одному з викладачів. Одночасно готуватися до відповіді може не більше 5 студентів. Час відповіді на основні запитання складає 8 ± 2 , і на додаткові – 15 ± 3 хв. Після відповіді 3% студентів отримують додаткову задачу, на вирішення якої затрачується 10 ± 3 хв. і йдуть відповідати без черги (тривалість перевірки задачі викладачем 3 ± 1 хв., відповідь студента по задачі – 2 хв.).

Після складання екзамену студент чекає 2 хв., поки викладач виставить оцінку в екзаменаційну відомість і в залікову книжку, і покидає аудиторію.

Записати GPSS-модель роботи екзаменаційної комісії. Визначити час, потрібний комісії, щоб прийняти екзамен у групи з 25 студентів. Обчислити час, витрачений студентами на розв'язання додаткових задач.

Зробити висновки. Внести пропозиції щодо покращення роботи наведеної СМО.

При записі результатів виконання завдання необхідно дотримуватися наступних вимог: записати таблицю визначень, привести логіку моделювання, навести блок-схему роботи заданої СМО.

Затверджено на засіданні кафедри інформаційних систем.

Протокол № __ від __ _____ 200_ р.

Зав. кафедри

проф. Пономаренко В. С.

Екзаменатори

к. ф.-м. н., доц. Задачин В. М.
викл. Конюшенко І. Г.

Підсумкова оцінка з дисципліни згідно з Методикою переведення показників успішності знань студентів Університету в систему оцінювання за шкалою ECTS конвертується в підсумкову оцінку за шкалою ECTS (табл. 7).

Таблиця 7

Переведення показників успішності знань студентів ХНЕУ в систему оцінювання за шкалою ECTS

Оцінка за шкалою ECTS		Оцінка за бальною шкалою, що використовується в ХНЕУ	Оцінка за національною шкалою
відмінне виконання	A	12 – 11	відмінно
вище середнього рівня	B	10	
взагалі робота правильна, але з певною кількістю помилок	C	9 – 7	добре
непогано, але зі значною кількістю недоліків	D	6	задовільно
виконання задовольняє мінімальні критерії	E	5 – 4	
потрібне повторне перескладання	FX	3	незадовільно
повторне вивчання дисципліни	F	2 – 1	

12. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

12.1. Основна

1. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни "Моделювання систем" для студентів напрямку підготовки 0804 "Комп'ютерні науки" всіх форм навчання / Укл. Задачин В. М., Конюшенко І. Г. – Харків: Вид. ХНЕУ, 2007. – 96 с.
2. Молчанов А. А. Моделирование и проектирование сложных систем. - К.: Вища школа, 1999. – 664 с.
3. Пономаренко В. С. Моделювання дискретних процесів: Навч. посібник. – К.: ІСДО, 1993. – 180 с.
4. Рыжиков Ю. И. Имитационное моделирование. Теория и технологии. – М.: Альтекс-А, 2004. – 384 с.
5. Советов Б. Я. Моделирование систем. – М.: Высшая школа, 1985. – 271 с.
6. Томашевський В. М. Моделювання систем. – К.: Видавнича група ВНУ, 2005. – 349 с.

12.2. Додаткова

7. Васильев А. И. Имитационное моделирование информационных и вычислительных систем с использованием языка моделирования GPSS. – Владивосток: Изд. ДВГТУ, 1998. – 48 с.
8. 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.
9. Вознесенский В. А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. – М.: Статистика, 1974. – 192 с.
10. Гулятьев А. MATLAB 5.2. Имитационное моделирование в среде Windows: Практическое пособие. – СПб.: КОРОНА принт, 1999. – 288 с.
11. Кравченко П. П. Имитационное моделирование вычислительных систем средствами GPSS/PC / П. П. Кравченко, Н. Ш. Хусаинов – Таганрог: ТРТУ, 2000. – 116 с.
12. Кузьменко В. М. Специальные языки программирования. Программные и инструментальные средства моделирования сложных систем. – Харьков: Основа, 2001. – 124 с.
13. Кутузов О. И. Имитационное моделирование сетей массового обслуживания: Учеб. Пособие / О. И. Кутузов, В. Н. Задорожный, С. И. Олзоева. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2001. – 228 с.

14. Лычкина Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов. Учебн. пособие для слушателей программы eMBA. – М.: Институт информац. систем управления, 2005. – 152 с.
15. Ослин Б. Г. Технология имитационного моделирования систем массового обслуживания // В кн.: Материалы международной научно-технической конференции "Информационные системы и технологии". Т. 2. – Новосибирск Изд. НГТУ, Россия, 2000. 8-11 ноября – С. 320 – 325.
16. Руководство пользователя по GPSS World / Пер. с англ. – Казань: Изд. "Мастер Лайн", 2002. – 384 с.
17. Рыжиков Ю. И. Теория очередей и управления запасами: учебн. пособие. – СПб.: Питер, 2001. – 376 с.
18. Ситник В. Ф. Імітаційне моделювання: Навч. посібник / В. Ф. Ситник, Н. С. Орленко. – К.: КНЕУ, 1998. – 232 с.
19. Сытник В. Ф. Имитационное моделирование: Учебно-методическое пособие / В. Ф. Сытник, Н. С. Орленко. – К.: КНЕУ, 1999. – 208 с.
20. Томашевский В. Н. Решение практических задач методами компьютерного моделирования / В. Н. Томашевский, Е. Г. Жданова, А. А. Жолдаков. – К.: Изд. "Корнійчук", 2001. – 268 с.
21. Томашевский В. Имитационное моделирование в среде GPSS / В. Томашевский, Е. Жданова. – М.: Бестселлер, 2003. – 416 с.
22. Томашевский В. Н. Имитационный проект автомобильного дорожного движения / В. Н. Томашевский, Д. С. Печенежский // Радиоэлектроника, автоматика, управление. – 2001. – №1.
23. Томашевский В. Н. Моделирование дорожных знаков в имитационном проекте автомобильного дорожного движения / В. Н. Томашевский, Д. С. Печенежский // Математическое моделирование. – 2001. – №1(6).
24. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем: искусство и наука. – М.: Мир, 1978. – 418 с.
25. Шрайбер Т. Дж. Моделирование на GPSS / Пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1980. – 592 с.

12.3. Ресурси мережі Internet

26. www.exponenta.ru
27. www.gpss.ru
28. www.minutemansoftware.com
29. www.model.exponenta.ru
30. www.model-im.narod.ru

ЗМІСТ

Вступ.....	1
1. Кваліфікаційні вимоги до студентів.....	4
2. Тематичний план навчальної дисципліни.....	5
3. Зміст навчальної дисципліни за модулями та темами.....	7
4. Плани лекцій	10
5. Плани лабораторних занять.....	13
6. Індивідуальні навчально-дослідні завдання.....	15
6.1. Тематика ІНДЗ.....	16
6.2. Вимоги до змісту ІНДЗ	16
7. Самостійна робота студентів	18
8. Контрольні запитання для самодіагностики	25
9. Індивідуально-консультативна робота	29
10. Методики активізації процесу навчання	29
11. Система поточного та підсумкового контролю знань студентів	32
12. Рекомендована література.....	42
12.1. Основна	42
12.2. Додаткова	42
12.3. Ресурси мережі Internet	43

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

**Робоча програма
навчальної дисципліни
"МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ"
для студентів напрямку підготовки
"Комп'ютерні науки"
всіх форм навчання**

Укладачі: **Задачин Віктор Михайлович**
Конюшенко Ірина Григорівна

Відповідальний за випуск **Пономаренко В. С.**

Редактор **Замазій О. Є.**

Коректор **Бриль В. О.**

План 2008 р. Поз. №218.

Підп. до друку Формат 60 × 90 1/16. Папір MultiCopy. Друк Riso.
Ум.-друк. арк. 2,75. Обл.-вид. арк. 3,16. Тираж прим. Зам. №

*Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів видавничої справи
Дк №481 від 13.06.2001 р.*

Видавець і виготівник — видавництво ХНЕУ, 61001, м. Харків, пр. Леніна, 9а

**Робоча програма
навчальної дисципліни
"МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ"
для студентів напряму підготовки
"Комп'ютерні науки"
всіх форм навчання**