

**Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»**

Кафедра Вищої математики та системного аналізу (№ 405)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи


(підпис)

О.Г. Ніколаєв
(ініціали та прізвище)

«30» 08 2019 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА *ВИБІРКОВОЇ*
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Моделювання складних систем
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»,
(шифр і назва галузі знань)

Спеціальності: 124 «Системний аналіз»,
(шифр і назва спеціальності)

Освітні програми: «Системний аналіз і управління»

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2019 рік

Робоча програма дисципліни «Моделювання складних систем» для студентів спеціальності 124 «Системний аналіз», та освітньої програми «Системний аналіз і управління»

«25» травня 2019 р., – 19 с.

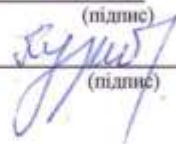
Розробники: О.Г. Ніколаєв, д.ф.-м.н., професор, завідувач кафедри:

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)

Кузніченко В.М., к.ф.-м.н., доцент

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Вищої математики та системного аналізу (№405)

Протокол № 9 від « 26 » квітня 2019 р.

Завідувач кафедри д.ф.-м.н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)



О.Г. Ніколаєв

(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 6,5	Галузь знань <u>12 «Інформаційні техно- (шифр і назва) логії»</u>	Вибіркова
Модулів – 2	Спеціальність (шифр і назва) <u>124 «Системний аналіз»</u>	Рік підготовки:
Змістових модулів – 4		2018/2019
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ — (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 195		6-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 год. самостійної роботи студента – 8,88 год.	Рівень вищої освіти: <u>перший (бакалаврський)</u>	Лекції¹⁾
		32 год.
		Практичні
		20
		Лабораторні
		12
		Самостійна робота
		131 год.
		Індивідуальна робота:
		-
		Види контролю:
		диф. залік, іспит

Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

64/131

¹⁾ Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення навчальної дисципліни «Моделювання складних систем» полягає у засвоєнні основних положень, методів і засобів моделювання складних систем та застосуванні їх на практиці.

Завдання вивчення дисципліни «Моделювання складних систем» полягає у відпрацюванні основних понять, методів та прийомів моделювання систем.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- основні поняття теорії систем; класифікацію систем; ознаки складних систем;
- основні типи структур систем; типи ієрархічних систем;
- означення моделі та моделювання; класифікацію моделей;
- основні підходи до моделювання систем; етапи моделювання;
- типи моделей складних систем;
- сутність імітаційного моделювання; етапи створення імітаційної моделі;
- основні парадигми побудови імітаційних моделей;
- концепцію і структуру моделі системної динаміки;
- концепцію дискретно-подійне моделювання;
- концепцію мультіагентного моделювання;
- основні принципи об'єктно-орієнтованого моделювання;
- уніфіковану мову моделювання UML;
- сутність структурно-агрегатного моделювання;
- принципи нечіткого моделювання, моделі Мамдані, Такагі-Сугено;
- типи інформаційних систем; типову архітектуру бази даних; типи моделей даних;
- основні характеристики лінійних агрегатів;
- типи лінійних моделей з раціональною передавальною функцією;
- модель лінійної регресії;
- метод найменших квадратів для ідентифікації параметрів моделі;
- означення абстрактного типу даних та його моделі;
- алгебраїчне моделювання схем баз даних;
- загальні принципи моделювання фізичних полів суцільних середовищ;
- модель динаміки в'язкої рідини; модель конвекції рідини, динамічна модель Лоренца;

вміти:

- класифікувати системи, визначати її структуру і властивості;
- класифікувати моделі;
- виконувати основні етапи моделювання;
- будувати імітаційну модель та перевіряти її адекватність;
- планувати модельний експеримент;
- застосовувати мову UML для побудови структури об'єктно-орієнтованих, агрегатних, нечітких, інформаційних моделей;

- користуватися пакетом AnyLogic для побудови імітаційних моделей;
- моделювати фільтр Калмана;
- проводити ідентифікацію параметрів регресійної моделі;
- виконувати алгебраїчне моделювання схем баз даних;
- застосовувати математичні методи до моделювання фізичних полів;

мати навички:

- імітаційного моделювання в AnyLogic;
- чисельного моделювання фізичних полів методом скінченних елементів.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 195 годин/ 6,5 кредити ECTS.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Загальні поняття теорії систем і моделювання

Тема 1. Вступ до теорії систем і моделювання

Основні поняття теорії систем: система, елемент, підсистема, зв'язок, цільове призначення, декомпозиція, структура, стан, рівновага, еволюція, розвиток, управління, поведінка. Класифікація систем: матеріальні та ідеальні, природні та штучні, технічні, ергатичні, соціальні, відкриті та замкнуті, детерміновані та стохастичні, прості, великі, складні. Ознаки складних систем. Основні типи структур систем. Типи ієрархічних систем. Приклади. Означення моделі та моделювання, Класифікація моделей: матеріальні і абстрактні, натурні, фізичні, аналогові, концептуальні, математичні, аналітичні, чисельні, аналітико-чисельні, комп'ютерні, дискретні та неперервні, скінченний автомат, стаціонарні, нестаціонарні, динамічні, лінійні та нелінійні, скінченновимірні та нескінченновимірні.

Тема 2. Основні підходи до моделювання систем

Основні підходи до моделювання систем, їх сутність: структурний, функціональний, концептуальний, ймовірнісний, алгебраїчний. Етапи моделювання: постановка задачі і визначення цілей моделювання; збір, обробка і аналіз даних; дослідження властивостей системи, розробка концептуальної моделі, вибір структури моделі, вибір моделі з певного класу моделей або створення нової моделі, ідентифікація параметрів моделі, створення алгоритмів під програмну реалізацію моделі, програмна реалізація моделі, комп'ютерний експеримент, перевірка адекватності моделі, встановлення області адекватності моделі, аналіз результатів моделювання.

Змістовий модуль 2. Методи моделювання складних систем

Тема 3. Типи моделей складних систем

Типи моделей складних систем. Імітаційна модель, структурно-агрегатна модель, об'єктно-орієнтована модель, нечітка модель, інформаційна модель. Сутність імітаційного моделювання. Етапи створення імітаційної моделі. Статистичне забезпечення імітаційного моделювання. Метод Монте-Карло. Засоби організації модельного часу. Динаміка імітаційної моделі. Перевірка адекватності моделі. Планування модельного експерименту. Обробка результатів модельного експерименту. Аналіз результатів моделювання. Основні парадигми побудови імітаційних моделей. Означення системної динаміки. Поточкові діаграми системної динаміки та їх підсистеми. Концепція системної динаміки Структура моделі системної динаміки. Предметна область застосування системної динаміки. Дискретно-подійне моделювання. Парадигма мережевого моделювання. Транзакції і блоки. Структура моделі. Предметна область застосування дискретно-подійного моделювання. Мультиагентне моделювання. Означення агента і мультиагентної моделі. Взаємодія агентів між собою і з оточуючим середовищем. Структура агентних моделей. Предметна область застосування мультиагентного моделювання. Технології розробки

комп'ютерних моделей. Структурний і модульний підходи, їх особливості. Об'єктно-орієнтоване моделювання. Основні принципи: абстрагування, обмеження доступу, модульність, ієрархія, типізація, стійкість. Етапи розробки програмних систем: аналіз предметної області, об'єктна декомпозиція систем, діаграма об'єктів, діаграма класів, модулі класів. Методологія розробки класів. Успадкування і поліморфізм. Уніфікована мову моделювання UML. Математична схема агрегату. Кусково-лінійний агрегат. Типові схеми моделювання агрегатів. Моделі гібридних автоматів. Предметна область застосування структурно-агрегатного моделювання. Означення нечіткої моделі. Структура, основні елементи і операції в нечітких моделях. Основні властивості нечітких моделей. Повнота нечіткої моделі. Типи нечітких моделей: модель Мамдані, модель Такагі-Сугено. Означення інформаційної системи. Деякі типи інформаційних систем. База даних як інформаційна система. Основні означення теорії баз даних. Архітектура бази даних. Трирівнева модель системи управління базою даних. Типи моделей даних та їх особливості. Ієрархічна модель, мережна модель, реляційна модель.

Тема 4. Програмні засоби моделювання складних систем

Огляд сучасних інформаційних технологій для моделювання складних систем. Пакет AnyLogic. Загальне знайомство з пакетом. Створення моделі. Об'єкти, редагування об'єктів. Неперервні змінні і параметри моделі. Функціональна залежність між змінними. Моделювання за допомогою диференціальних рівнянь. Запуск моделі, створення графіків і фазових діаграм. Анімація моделі. Динамічні характеристики графічних об'єктів. Управління модельним часом. Співвідношення між фізичним і модельним часом. Лічильник дискретного часу. Дискретно-подійне моделювання в AnyLogic. Події. Таймери. Стейтчарти. Застосування до систем масового обслуговування. Бібліотека Enterprise Library.

Модуль 2

Змістовий модуль 3. Математичні методи моделювання систем

Тема 5. Основні задачі моделювання лінійних агрегатів

Лінійна дискретна модель в просторі станів і в частотній області. Лінійні стаціонарні системи. Передавальна функція, частотна характеристика. Лінійні моделі з випадковими збуреннями. Лінійні моделі з раціональною передавальною функцією. Z -перетворення. Фільтр Калмана. Задача ідентифікації параметрів моделі. Метод найменших квадратів. Моделі лінійної регресії. Статистичні властивості оцінок параметрів.

Тема 6. Алгебраїчні методи моделювання абстрактних типів даних і баз даних

Означення алгебраїчної системи, односортної і багатосортної алгебри. Приклади алгебраїчних систем в програмуванні. Абстрактні типи даних. Сигнатура. Множина термів в сигнатурі. Оцінка термів. Означення моделі абстрактного типу даних. Гомоморфізми моделей абстрактного типу даних.

Ініціальні реалізації абстрактних типів даних. Алгебра термів. Алгебраїчне моделювання схем баз даних. Реляційні алгебри.

Тема 7. Моделювання фізичних полів

Поля деформацій і швидкостей деформацій в суцільному середовищі. Зміст компонентів тензорів деформацій і швидкостей деформацій. Тензорне поле напружень в суцільному середовищі. Формула Коші. Закон Ньютона руху в'язкої рідини. Лінійні співвідношення між напруженнями і деформаціями (швидкостями деформацій). Модель динаміки в'язкої рідини Наближення Буссінеска. Рівняння в збуреннях. Модель конвекції рідини в плоскому шарі під дією температурного градієнту. Динамічна модель Лоренца та її аналіз.

Змістовний модуль 4. Курсова робота з моделювання складних систем

Тема 8. Комплексне моделювання системи з використанням імітаційного моделювання в ПП AnyLogic

Практичне відпрацювання виконання всіх етапів побудови імітаційної моделі. Аналіз і постановка задачі. Розробка функціональної схеми роботи моделі. Розробка алгоритмічної схеми моделі. Обґрунтування обраного ПЗ. Опис процесу створення моделі. Опис використовуваних компонентів для моделювання. Побудова подієвої частини моделі. Організація модельного часу. Виділення сегментів моделі і їх розміщення по областях перегляду. Організація виведення результатів моделювання. Відображення підсумкової моделі. Відображення роботи моделі. Проведення комп'ютерних експериментів з моделлю. Аналіз результатів моделювання.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі										
		л	п	лаб	інд	с.р.						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Загальні поняття теорії систем і моделювання												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 1. Вступ до теорії систем і моделювання	8	4	-	-	-	4	—	—	—	—	—	—
Тема 2. Основні підходи до моделювання систем	4	2	-	-		2						
Разом за змістовим	12	6	-	-		6						

модулем 1													
Змістовний модуль 2. Методи моделювання складних систем													
Тема 3. Типи моделей складних систем	48	8	-	8		32							
Тема 4. Програмні засоби моделювання складних систем	12	2	-	2		8							
Разом за змістовим модулем 2	60	10		10		40	—	—	—	—	—	—	—
Модуль 2													
Змістовний модуль 3. Математичні методи моделювання систем													
Тема 5. Основні задачі моделювання лінійних агрегатів	20	6	—	2		12	—	—	—	—	—	—	—
Тема 6. Алгебраїчні методи моделювання абстрактних типів даних і баз даних	12	4	-	-		8							
Тема 7. Моделювання фізичних полів	30	6	-			24							
Разом за змістовим модулем 3	62	16	-	2		44							
Змістовний модуль 4. Курсова робота з моделювання складних систем													
Тема 8. Комплексне моделювання системи з використанням імітаційного моделювання в ПП AnyLogic	61	-	10	-	-	41							
Разом за змістовим модулем 4	61		10			41							

Усього годин	195	32	10	22	-	131	–	–	–	–	–	–
---------------------	-----	----	----	----	---	-----	---	---	---	---	---	---

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Аналіз і постановка задачі імітаційного моделювання. Розробка функціональної схеми роботи моделі.	2
2	Розробка алгоритмічної схеми моделі. Обґрунтування обраного ПЗ. Опис процесу створення моделі.	2
3	Опис використовуваних компонентів для моделювання. Побудова подієвої частини моделі. Організація модельного часу.	2
4	Виділення сегментів моделі і їх розміщення по областях перегляду. Організація виведення результатів моделювання. Відображення підсумкової моделі. Відображення роботи моделі.	2
5	Проведення комп'ютерних експериментів з моделлю. Аналіз результатів моделювання.	2
	Разом	10

Примітка: Якщо згідно з розкладом навчального процесу додатковий час лабораторних занять припадає на сесійний тиждень, то відповідне заняття не проводиться

7. Теми лабораторних занять

№ л/з	Назва теми	Кількість годин
1	Моделювання динаміки куль	2
2	Моделювання транспортної системи	2
3	Моделювання системи масового обслуговування	2
4	Моделювання броунівського руху	2
5	Моделювання пішохідного переходу	2
6	Математичне моделювання процесу теплообміну	2
7	Комп'ютерне моделювання температурного поля в стрижні методом скінченних елементів	2
8	Комп'ютерне моделювання напруженого стану при скрутці стрижня методом скінченних	2

	елементів	
9	Моделювання температурного поля в області складної форми методом скінченних елементів	2
10-11	Моделювання поля напружень в області складної форми методом скінченних елементів	4
	Разом	22

Примітка: Якщо згідно з розкладом навчального процесу додатковий час лабораторних занять припадає на сесійний тиждень, то відповідне заняття не проводиться

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1	Тема 1. Вступ до теорії систем і моделювання Основні поняття теорії систем: система, елемент, підсистема, зв'язок, цільове призначення, декомпозиція, структура, стан, рівновага, еволюція, розвиток, управління, поведінка. Класифікація систем: матеріальні та ідеальні, природні та штучні, технічні, ергатичні, соціальні, відкриті та замкнуті, детерміновані та стохастичні, прості, великі, складні. Ознаки складних систем. Основні типи структур систем. Типи ієрархічних систем. Приклади. Означення моделі та моделювання, Класифікація моделей: матеріальні і абстрактні, натурні, фізичні, аналогові, концептуальні, математичні, аналітичні, чисельні, аналітико-чисельні, комп'ютерні, дискретні та неперервні, скінченний автомат, стаціонарні, нестаціонарні, динамічні, лінійні та нелінійні, скінченновимірні та нескінченновимірні. [15,16,19]	4
2	Тема 2. Основні підходи до моделювання систем Основні підходи до моделювання систем, їх сутність: структурний, функціональний, концептуальний, ймовірнісний, алгебраїчний. Етапи моделювання: постановка задачі і визначення цілей моделювання; збір, обробка і аналіз даних; дослідження властивостей системи, розробка концептуальної моделі, вибір структури моделі, вибір моделі з певного класу моделей або створення нової моделі, ідентифікація параметрів моделі, створення алгоритмів під програмну	2

	реалізацію моделі, програмна реалізація моделі, комп'ютерний експеримент, перевірка адекватності моделі, встановлення області адекватності моделі, аналіз результатів моделювання. [15,16,19]	
3	Тема 3. Типи моделей складних систем Типи моделей складних систем. Імітаційна модель, структурно-агрегатна модель, об'єктно-орієнтована модель, нечітка модель, інформаційна модель. Сутність імітаційного моделювання. Етапи створення імітаційної моделі. Статистичне забезпечення імітаційного моделювання. Метод Монте-Карло. Засоби організації модельного часу. Динаміка імітаційної моделі. Перевірка адекватності моделі. Планування модельного експерименту. Обробка результатів модельного експерименту. Аналіз результатів моделювання. Основні парадигми побудови імітаційних моделей. Означення системної динаміки. Поточкові діаграми системної динаміки та їх підсистеми. Концепція системної динаміки Структура моделі системної динаміки. Предметна область застосування системної динаміки. Дискретно-подійне моделювання. Парадигма мережевого моделювання. Транзакції і блоки. Структура моделі. Предметна область застосування дискретно-подійного моделювання. Мультиагентне моделювання. Означення агента і мультиагентної моделі. Взаємодія агентів між собою і з оточуючим середовищем. Структура агентних моделей. Предметна область застосування мультиагентного моделювання. Технології розробки комп'ютерних моделей. Структурний і модульний підходи, їх особливості. Об'єктно-орієнтоване моделювання. Основні принципи: абстрагування, обмеження доступу, модульність, ієрархія, типізація, стійкість. Етапи розробки програмних систем: аналіз предметної області, об'єктна декомпозиція систем, діаграма об'єктів, діаграма класів, модулі класів. Методологія розробки класів. Успадкування і поліморфізм. Уніфікована мова моделювання UML. Математична схема агрегату. Кусково-лінійний агрегат. Типові схеми моделювання агрегатів. Моделі гібридних автоматів. Предметна область	32

	застосування структурно-агрегатного моделювання. Означення нечіткої моделі. Структура, основні елементи і операції в нечітких моделях. Основні властивості нечітких моделей. Повнота нечіткої моделі. Типи нечітких моделей: модель Мамдані, модель Такагі-Сугено. Означення інформаційної системи. Деякі типи інформаційних систем. База даних як інформаційна система. Основні означення теорії баз даних. Архітектура бази даних. Трирівнева модель системи управління базою даних. Типи моделей даних та їх особливості. Ієрархічна модель, мережна модель, реляційна модель. [1,2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 21, 22, 25, 26, 27, 28, 29]	
4	Тема 4. Огляд сучасних інформаційних технологій для моделювання складних систем. Пакет AnyLogic. Загальне знайомство з пакетом. Створення моделі. Об'єкти, редагування об'єктів. Неперервні змінні і параметри моделі. Функціональна залежність між змінними. Моделювання за допомогою диференціальних рівнянь. Запуск моделі, створення графіків і фазових діаграм. Анімація моделі. Динамічні характеристики графічних об'єктів. Управління модельним часом. Співвідношення між фізичним і модельним часом. Лічильник дискретного часу. Дискретно-подійне моделювання в AnyLogic. Події. Таймери. Стейтчарти. Застосування до систем масового обслуговування. Бібліотека Enterprise Library. [2, 9, 12]	8
5	Тема 5. Основні задачі моделювання лінійних агрегатів Лінійна дискретна модель в просторі станів і в частотній області. Лінійні стаціонарні системи. Передавальна функція, частотна характеристика. Лінійні моделі з випадковими збуреннями. Лінійні моделі з раціональною передавальною функцією. Z -перетворення. Фільтр Калмана. Задача ідентифікації параметрів моделі. Метод найменших квадратів. Моделі лінійної регресії. Статистичні властивості оцінок параметрів. [17,18,19,23]	12
6	Тема 6. Алгебраїчні методи моделювання абстрактних типів даних і баз даних Означення алгебраїчної системи, односортної	8

	і багатосортної алгебри. Приклади алгебраїчних систем в програмуванні. Абстрактні типи даних. Сигнатура. Множина термів в сигнатурі. Оцінка термів. Означення моделі абстрактного типу даних. Гомоморфізми моделей абстрактного типу даних. Ініціальні реалізації абстрактних типів даних. Алгебра термів. Алгебраїчне моделювання схем баз даних. Реляційні алгебри [13, 14, 28]	
7	Тема 7. Моделювання фізичних полів Поля деформацій і швидкостей деформацій в суцільному середовищі. Зміст компонентів тензорів деформацій і швидкостей деформацій. Тензорне поле напружень в суцільному середовищі. Формула Коші. Закон Ньютона руху в'язкої рідини. Лінійні співвідношення між напруженнями і деформаціями (швидкостями деформацій). Модель динаміки в'язкої рідини Наближення Буссінеска. Рівняння в збуреннях. Модель конвекції рідини в плоскому шарі під дією температурного градієнту. Динамічна модель Лоренца та її аналіз. [20, 23, 24]	24
8	Тема 8. Комплексне моделювання системи з використанням імітаційного моделювання в ПП AnyLogic Практичне відпрацювання виконання всіх етапів побудови імітаційної моделі. Аналіз і постановка задачі. Розробка функціональної схеми роботи моделі. Розробка алгоритмічної схеми моделі. Обґрунтування обраного ПЗ. Опис процесу створення моделі. Опис використовуваних компонентів для моделювання. Побудова подієвої частини моделі. Організація модельного часу. Виділення сегментів моделі і їх розміщення по областях перегляду. Організація виведення результатів моделювання. Відображення підсумкової моделі. Відображення роботи моделі. Проведення комп'ютерних експериментів з моделлю. Аналіз результатів моделювання. [1, 2, 3, 12, 22, 28]	41
	Разом	131

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми
1	

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, лабораторних занять, індивідуальні консультації, самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспитів (проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску).

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів за Курсову роботу (диференційований залік), які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання) за семестр:

Складові навчальної роботи	Бали за одне завдання	Кількість завдань	Сумарна кількість балів
Захист I частини Курсової роботи	0...15	1	0...15
Захист II частини Курсової роботи	0...15	1	0...15
Захист III частини Курсової роботи	0...15	1	0...15
Захист IV частини Курсової роботи	0...15	1	0...15
Захист V частини Курсової роботи	0...15	1	0...15
Комплексний захист Курсової роботи	0...25	1	0...25
Всього за семестр			0...100

(*) Якщо кількість модульних балів за Курсову роботу не перевищує 60 балів, то студент не отримує диференційований залік і до екзамену недопускається.

Розподіл балів за екзамен, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання) за семестр:

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Робота на лекціях	0...1	16	0...16
Робота на лабораторних заняттях	0...3	11	0...33
Модульний контроль 1	0...30	1	0...30
Модульний контроль 2	0...30	1	0...30
Всього за семестр			0...109

(*) Якщо кількість модульних балів у студента перевищує 100, то в якості підсумкової оцінки виставляється 100 балів.

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту/заліку. При складанні семестрового іспиту/заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичного запитання та трьох практичних завдань. За кожне завдання студент може отримати від 0 до 20 балів. Максимальна сума всіх балів - 100.

12.2. Якісні критерії оцінювання.

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

знати:

- основні класи моделей і методів моделювання;
- принципи побудови моделей процесів функціонування організаційно-технічних об'єктів, методів їх формалізації і алгоритмізації;
- можливості реалізації моделей з використання сучасних програмно-технічних засобів.

уміти:

- використовувати методи системного моделювання під час проектування;
- розробляти схеми моделюючих алгоритмів;
- реалізовувати моделюючі алгоритми на комп'ютерах (ОЕМ);
- проводити планування машинних експериментів;
- виконувати обробку та аналіз результатів моделювання.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру.

При оцінюванні знань студентів викладачі керуються наступними критеріями:

Оцінка «А» ставиться, якщо студент має стійкі системні знання з дисципліни, уміє їх обґрунтовувати, узагальнювати та продуктивно їх

використовує при моделюванні систем. Вільно володіє понятійним апаратом, уміє логічно мислити, аналізувати нестандартні ситуації, самостійно знаходити джерела інформації та використовувати їх на практиці. Має навички створення моделей в пакеті AnyLogic.

Оцінка «В» ставиться, якщо студент дав відповіді на всі питання білету, вільно володіє теоретичним матеріалом і практичними навичками моделювання систем, аргументовано обирає шляхи розв'язання проблем, уміє аналізувати навчальну інформацію на аналітико-синтетичному рівні, але деякі питання білету недостатньо висвітлені.

Оцінка «С» ставиться, якщо студент дав відповіді на не менше ніж 75 відсотків питань білету, має основні знання з дисципліни, уміє застосовувати навчальний матеріал при розв'язанні практичних задач, але не володіє усіма технологіями моделювання.

Оцінка «D» ставиться, якщо студент дав відповіді на не менше ніж дві третини питань білету знає основні теоретичні положення дисципліни, деякі з них може обґрунтувати, володіє лише декількома технологіями моделювання.

Оцінка «Е» ставиться, якщо студент має репродуктивний рівень знань з дисципліни, знайомий з основними поняттями навчального матеріалу, але припустив деякі помилки. Здав усі лабораторні роботи з дисципліни.

Оцінка «FX» ставиться, якщо студент має фрагментарні знання з дисципліни, більшість задач білету не розв'язана.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

Конспекти лекцій та підручники:

1. Бахмет Г.К., Бахмет А.Г., Ніколаєв О.Г. та ін. Методика виконання курсових робіт: навч. посібник.— Харків: ХАІ, 2016.

14. Рекомендована література

Базова

2. Карпов Ю. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
3. Лоу А.М., Кельтон В.Д. Имитационное моделирование. – СПб.: Питер, Киев: ВХВ, 2004.

4. Рамбо Дж., Блаха М. UML 2.0. Объектно-ориентированное моделирование и разработка. – СПб.: Питер, 2007.
5. Леоненков А.В. Самоучитель UML 2. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007.
6. Колесов Ю.Б. Объектно-ориентированное моделирование сложных динамических систем. – СПб.: СПбГПУ, 2004.
7. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. – М.: БИНОМ, 2013.
8. Грекул В.И., Денищенко Г.Н., Коровкина Н.Л. Проектирование информационных систем: курс лекций. – М.: Интернет-Ун-т информационных технологий, 2005.
9. Шелухин О.И. Моделирование информационных систем. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2012.
10. Карпова Т.С. Базы данных: модели, разработка, реализация. – СПб.: Питер, 2002.
11. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005.
12. Кудрявцев Е.М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. – М.: ДМК Пресс, 2004.
13. Плоткин Б.И. Универсальная алгебра, алгебраическая логика и базы данных. – М.: Наука, 1991.
14. Бениаминов Е.М. Алгебраические методы в теории баз данных и представлении знаний. – М.: Научный мир, 2003.
15. Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ: проблемы, методология, приложения. – К.: Наук. думка, 2005.
16. Волкова В.Н., Денисов А.А. Основы теории систем и системного анализа. – СПб.: СПбГТУ, 2001.
17. Льюнг Л. Идентификация систем. Теория для пользователя. – М.: Наука, 1991.
18. Балакришнан А. Теория фильтрации Калмана. – М.: Мир, 1988.
19. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. – М.: ВШ, 2001.
20. Зарубин В.С., Кувыркин Г.Н. Математические модели механики и электродинамики сплошной среды. – М.: МГТУ, 2008.
21. Olive A. Conceptual Modeling of Information Systems. – Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 2007.
22. Woolfson M.M., Pert G.J. An Introduction to Computer Simulation. – N.-Y.: Oxford University Press, 1999.
23. Heinz St. Mathematical Modeling. - Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 2011.
24. Fabien B.C. Analytical System Dynamics. Modeling and Simulation. – N.-Y.: Springer, 2009.
25. Ponniah D. Data Modeling Fundamentals. – New Jersey: John Wiley & Sons, 2007.
26. Zhang H., Lin D. Fuzzy Modeling and Fuzzy Control. – Boston: Birkhauser, 2006.

Допоміжна

27. Цаленко М.Ш. Моделирование семантики в базах данных. – М.: Наука, 1989.

28. Gould H., Tobochnik J., Christian W. An Introduction to Computer Simulation Methods. – N.-Y.: Addison Wesley, 2007.
29. Simsion G.C., Witt G.C. Data Modeling Essentials. – San Francisco: Elsevier, 2005.
30. Буч Г., Максимчук Р.А., Энгл М.У. и др. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений. – М.: ООО «ИД Вильямс», 2008.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри k405@khai.edu