

Черкаський державний технологічний університет
Факультет електронних технологій і робототехніки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Голова вченої ради
факультету Чорній А.М.

Протокол № 8
«23» червня 2021

РОБОЧА ПРОГРАМА навчальної дисципліни

Методи моделювання систем і складних об'єктів
Шифр за ОПП – ОД6

Рівень вищої освіти	освітньо-науковий ступень доктор філософії
Галузь знань -	12 інформаційні технології
Спеціальність -	122 «Комп'ютерні науки»
Освітня програма -	Комп'ютерні науки»

2021 - 2022 навчальний рік

(назва навчальної дисципліни)

підготовки здобувачів освітньо-наукового ступеня «доктор філософії» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки», освітня програма «Комп'ютерні науки» - 13 стор.

Робоча програма навчальної дисципліни складена на основі програми навчальної дисципліни «Методи моделювання систем і складних об'єктів»

Розробник: Палагін В.В., д.т.н., професор, завідувач кафедри радіотехніки, телекомунікаційних і робототехнічних систем (РТРС)
(ПІБ, наук ст., вчене зв., посада НПП кафедри, що розробив си́лабус)

Робоча програма навчальної дисципліни затверджена на засіданні кафедри РТРС

Протокол № 12 від " 09 " червня 2021 року

Обговорено та рекомендовано до затвердження методичною комісією факультету електронних технологій і робототехніки

« 14 » червня 2021р., протокол № 4

Голова методичної комісії факультету електронних технологій і
робототехніки

_____ Лавриш О.С./
підпис ПІБ

1. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА

Прізвище, ім'я, по батькові	Палагін Володимир Васильович
Науковий ступінь	д.т.н.
Наукове звання	професор
Посада	завідувач кафедри РТРС
Місце роботи	Черкаський державний технологічний університет
Адреса кафедри	бул. Шевченка, 460, корпус №1, ауд.309
Контактний телефон	(0472) 51-15-70, 094-881-15-70
Профайл викладача	https://rtrs.chdtu.edu.ua/staff/head-of-department/
e-mail:	rits@chdtu.edu.ua
Профайл дисципліни	http://fitis.moodle.chdtu.edu.ua/course/view.php?id=709
Розклад консультацій	https://rtrs.chdtu.edu.ua/debts/

2. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній рівень	Загальні характеристики		Навчальне навантаження з дисципліни	
			денна форма навчання	заочна форма навчання
<u>Галузь знань</u> 12 інформаційні технології	Обов'язкова		Курс підготовки:	
			1	
<u>Спеціальність</u> 122 «Комп'ютерні науки»	Загальна кількість кредитів ЄКТС	4	Семестр підготовки:	
	Загальна кількість годин	120	2	
<u>Освітня програма</u> Комп'ютерні науки	Кількість аудиторних годин	48	Лекції	
			16	
	Кількість годин самостійної роботи	72	Практичні, семінарські	
			16	
<u>Освітньо-науковий ступень</u> «доктор філософії»	Мова навчання - українська		Лабораторні	
			16	
			Самостійна робота	
			42	
			Форма підсумкового контролю	
			екзамен	

3 МЕТА І ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета викладання дисципліни	Мета дисципліни - формування теоретичних знань з основ моделювання систем, засвоєння основних підходів і принципів побудови моделей та надбання навичок їх застосування для вирішення задач моделювання, що виникають при розробці інформаційних систем.
Завдання вивчення дисципліни	Засвоєння методів, основних підходів і принципів побудови моделей та надбання навичок їх застосування для вирішення задач моделювання інформаційних систем.

4 РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

№ з/п	Результати навчання
1	Розробляти концептуальні та теоретичні моделі розв'язуваних наукових проблем і задач, використовувати методи синтезу моделей систем, здійснювати формалізацію та алгоритмізацію процесу моделювання системи, що досліджується (ПР03).
2	Володіти апаратом імітаційного моделювання та програмними засобами побудови та досліджування моделей і складних об'єктів (ПР04).
3	Знання методів проектування моделей систем та складних об'єктів, методологій та сучасних технологій моделювання.
4	Навички щодо планування та проведення імітаційних експериментів.
5	Знання принципів побудови засобів імітаційного моделювання.
6	Вміння оцінювати якість побудованих моделей.
7	Спроможність приймати рішення за результатами моделювання.

5 ПРЕРЕКВІЗИТИ

Вивчення дисципліни передбачає, що здобувачі засвоїли такі дисципліни як: «Вища математика», «Алгоритмізація та програмування», «Чисельні методи», «Моделювання систем», що вони вивчали на освітніх рівнях «бакалавр», «магістр».

6 ПОСТРЕКВІЗИТИ

Засвоєні знання дозволяють виконувати дисертаційну роботу на високому професійному рівні та проводити наукові дослідження в галузі статистичної обробки даних, комп'ютерного моделювання.

7 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль №1
<i>Методи та засоби моделювання систем і складних об'єктів</i>
Тема 1 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 2 Методи збору інформації та даних про систему
Ідентифікація закону розподілу. Апроксимація функціональної залежності. Приклади розв'язання задач.
Тема 3 Формалізація процесів функціонування дискретних систем
Мережі масового обслуговування. Мережі масового обслуговування з блокуванням маршруту. Мережі Петрі з часовими затримками. Мережі Петрі з конфліктними переходами. Мережі Петрі з багатоканальними переходами.
Тема 4 Аналітичне моделювання.
Аналітичне моделювання розімкнутих та замкнутих мереж масового обслуговування. Аналітичне дослідження властивостей мереж Петрі.
Тема 5 Імітаційне моделювання
Генератори випадкових величин. Алгоритми імітації процесів функціонування дискретних систем. Імітаційне моделювання мережі масового обслуговування. Імітаційне моделювання мережі Петрі з часовими затримками. Імітаційне моделювання мережі Петрі з конфліктними переходами. Імітаційне моделювання мережі Петрі з багатоканальними переходами
Тема 6 Методи дослідження імітаційних моделей
Планування та проведення факторних експериментів. Регресійний аналіз впливу факторів. Дисперсійний аналіз впливу факторів.
Тема 7 Методи оптимізації імітаційних моделей
Пошук оптимальних значень за допомогою серії факторних експериментів. Методи групового урахування аргументів. Еволюційні методи пошуку оптимальних значень.
Тема 8 Методи самоорганізації моделей
Основні поняття теорії самоорганізації моделей. Алгоритми самоорганізації моделей. Однорядний алгоритм самоорганізації моделей.

8 ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ теми	Назва модулів і тем	Форми організації навчання, кількість годин						Література, інформаційні ресурси
		Денна форма			Заочна форма			
		Лекції	Практичні, лабораторні роботи	Самостійна робота	Лекції	Практичні, лабораторні роботи	Самостійна робота	
Змістовий модуль №1								
Методи та засоби моделювання систем і складних об'єктів								
1	Моделювання. Основні поняття. Види моделей, їх класифікація. Вимоги до моделей	2	4	5				1-6
2	Методи збору інформації та даних про систему	2	4	5				1-6
3	Формалізація процесів функціонування дискретних систем	2	4	5				1-6
4	Аналітичне моделювання	2	4	5				1-6
5	Імітаційне моделювання	2	4	5				1-6
6	Методи дослідження імітаційних моделей	2	4	5				1-6
7	Методи оптимізації імітаційних моделей	2	4	5				1-6
8	Методи самоорганізації моделей	2	4	7				1-6
	Разом	16	32	42				

9 ПРАКТИЧНІ / СЕМІНАРСЬКІ ЗАНЯТТЯ, ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

№ з/п	Тема практичного заняття	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	Ідентифікація законів розподілу	2	
2	Апроксимація функціональної залежності	2	
3	Побудова формалізованої моделі системи засобами мереж масового обслуговування	2	
4	Побудова мереж Петрі	2	
5	Аналітичне моделювання розімкнутих мереж масового обслуговування	2	

6	Імітаційне моделювання мережі масового обслуговування. Методи оптимізації імітаційних	2	
7	Стратегічне планування факторних експериментів: однофакторні та багатфакторні плани.	2	
8	Методи групового урахування аргументів. Еволюційні методи пошуку оптимальних значень.	2	

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	Підключення до системи «Арена». Базові модулі програми	4	
2	Побудова лінійних моделей СМО в пакеті «Арена» та їх аналіз	4	
3	Побудова розгалужених моделей СМО в пакеті «Арена» та їх аналіз	4	
4	Побудова складних моделей СМО в пакеті «Арена» та їх аналіз	4	

МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Методи моделювання систем і складних об'єктів» для здобувачів освітньо-наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» усіх форм навчання [Електронний ресурс] / [упоряд. В.В. Палагін.]; – ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, РВЦ, 2017. – с. 94 - Назва з титульного екрана.

<http://fitis.moodle.chdtu.edu.ua/course/view.php?id=709>

10 САМОСТІЙНА РОБОТА

10.1 Рекомендації до самостійної роботи здобувачів вищої освіти денної форми навчання.

Самостійна робота студентів передбачає формування самостійності в здобутті знань, способах оволодіння складними вміннями і навичками, бачити зміст і мету роботи, організовувати самоосвіту, вміння по-новому підходити до вирішення питань, оптимізувати пізнавальну та розумову активність і самостійність, здатність до творчості

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Проробка лекційного матеріалу	16
2	Підготовка до лабораторних робіт	8
4	Вивчення матеріалу, який не викладався на лекціях	18
4.1	- Співвідношення між моделлю та системою. Декомпозиція систем і простір станів	3
4.2	- Методи теорії ідентифікації для моделювання систем	3
4.3	- Характеристика імітаційного моделювання та його використання. Використання методів статистичного моделювання при розробці імітаційних моделей. Способи дослідження аналітичних моделей	3
4.4	- Методи оцінки параметрів математичних моделей (метод максимальної правдоподібності, метод найменших квадратів). Методи аналізу адекватності математичних моделей. Аналіз чутливості математичних моделей	3
4.5	- Методологія ітераційного багаторівневого моделювання. Характеристики етапів розробки імітаційної моделі	3
4.6	- Огляд спеціалізованих програмних продуктів, що використовуються при розробці імітаційних моделей	3
	Разом	42

МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Методи моделювання систем і складних об'єктів» для здобувачів освітньо-наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» усіх форм навчання [Електронний ресурс] / [упоряд. В.В. Палагін.]; – ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, РВЦ, 2017. – с. 94 - Назва з титульного екрана.

<http://fitis.moodle.chdtu.edu.ua/course/view.php?id=709>

10.2 Індивідуальні завдання

При вивченні дисципліни студенти самостійно опрацьовують матеріали СРС і демонструють їх знання при виконання практичних та лабораторних занять. В якості індивідуального завдання необхідно провести моделювання самостійно обраної складної системи і провести її аналіз в середовищі пакету «Арена».

Для визначення рівня засвоєння студентами навчального матеріалу використовують такі форми та методи контролю і оцінювання знань:

- оцінювання роботи студента під час лабораторних занять;
- поточне тестування після вивчення кожного змістового модуля;
- складання екзамену.
- оцінки за виконання індивідуального завдання

Об'єктами поточного контролю є:

1. активність та результативність роботи студента протягом семестру над вивченням програмного матеріалу дисципліни, відвідування занять;
2. виконання завдань на лабораторних заняттях;
3. виконання завдань поточного контролю.

Підсумковий тест проводиться в період екзаменаційної сесії за затвердженим розкладом.

МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Методи моделювання систем і складних об'єктів» для здобувачів освітньо-наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» усіх форм навчання [Електронний ресурс] / [упоряд. В.В. Палагін.]; – ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, РВЦ, 2017. – с. 94 - Назва з титульного екрана.

<http://fitis.moodle.chdtu.edu.ua/course/view.php?id=709>

11 СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ

11.1 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Методами контролю є 1 модульна контрольна робота, опитування студентів, захист лабораторних робіт, екзамен.

11.2 ПИТАННЯ ДО ЕКЗАМЕНУ

1. Зміст і завдання дисципліни. Сфери застосування теорії моделювання.
2. Характеристика моделювання як науки. Роль моделювання в дослідженнях економічних, інформаційних, фізичних та інших процесів і систем.
3. Співвідношення між моделлю та системою. Декомпозиція систем.
4. Поняття моделювання, поняття системи та моделі. Види моделювання: натурне (фізичне), аналітичне, імітаційне, статистичне, математичне: їх особливості, переваги та недоліки.
5. Основні типи моделей, види моделей та їх класифікація за різними критеріями, вимоги до моделей.
6. Методи збору інформації та даних про систему.
7. Основні етапи процесів моделювання: опис та аналіз етапів.
8. Різновиди задач моделювання, їх опис та область реалізації.

9. Поняття системного підходу до дослідження систем, його особливості та застосування.
10. Ідентифікація закону розподілу випадкової величини (вв). Різновиди законів розподілу вв.: гаусівський закон розподілу вв та ін.
11. Перевірка відповідності досліджуваних випадкових чисел обраному закону розподілу. Критерій згоди χ^2 . Приклад.
12. Перевірка відповідності досліджуваних випадкових чисел обраному закону розподілу. Критерій згоди Колмогорова -Смірнова. Приклад.
13. Апроксимація функціональної залежності. Приклади розв'язання задач.
14. Оцінка значень параметрів функціональної залежності (критерій найменших квадратів - The Method of Least Squares (MLS), метод моментів - The method of moments (MM), метод максимальної правдоподібності - The method of maximum likelihood (MML).
15. Представлення процесу функціонування системи – засоби формалізації. Особливості та реалізація.
16. Поняття мережі масового обслуговування (ММО). Різновиди ММО – стохастичні, замкнуті, розімкнуті.
17. Принципи функціонування ММО. Навести приклад.
18. Мережі масового обслуговування з блокуванням маршруту.
19. Мережі Петрі з часовими затримками. Навести приклад.
20. Мережі Петрі з конфліктними переходами. Навести приклад.
21. Мережі Петрі з багатоканальними переходами. Навести приклад.
22. Мережі Петрі з інформаційними зв'язками. Навести приклад.
23. Аналітичне моделювання розімкнутих та замкнутих мереж масового обслуговування. Основні задачі та шляхи їх рішення.
24. Припущення при побудові аналітичних моделей, поняття сталого режиму, ймовірність знаходження k вимог в ММО,
25. Обчислення основних показників ефективності функціонування розімкнутої ММО
26. Послідовність дій, що виконують у випадку аналітичного моделювання розімкнутої ММО.
27. Аналітичне дослідження властивостей мереж Петрі. Навести приклад.
28. Основні задачі та призначення імітаційного моделювання. Основні поняття „Simulation Modeling”.
29. Характеристика імітаційного моделювання та його використання.
30. Методологія ітераційного багаторівневого моделювання. Характеристики етапів розробки імітаційної моделі.
31. Генератори випадкових величин. Способи формування випадкових величин.

32. Моделювання випадкових величин, розподілених за різноманітними законами.
33. Генерування рівномірно розподілених в інтервалі $(0;1)$ випадкових величин на основі рекурсивних формул - конгруентний метод.
34. Генерування псевдовипадкової величини з заданими параметрами (метод суперпозицій).
35. Тестування генераторів – статистичні тести (рівномірність, випадковість, кореляція).
36. Алгоритми імітації процесів функціонування дискретних систем.
37. Алгоритм просування модельного часу - за принципом Δt , за принципом найближчої події, за принципом послідовного проведення об'єктів уздовж моделі.
38. Алгоритм просування стану моделі в залежності від часу.
39. Планування та проведення факторних експериментів – основні поняття та визначення.
40. Три етапи планування експериментів – опис та характеристика.
41. Тактичне планування факторних експериментів. Визначення кількості прогонів при невідомому закону розподілу відгуку.
42. Тактичне планування факторних експериментів. Визначення кількості прогонів при нормальному закону розподілу відгуку.
43. Способи зменшення кількості експериментів - правило автоматичної зупинки, методи зменшення дисперсії, метод компенсації, метод стратифікованих вибірок.
44. Стратегічне планування факторних експериментів: однофакторні та багатфакторні плани. Навести приклад для двофакторного плану.
45. Регресійний аналіз впливу факторів: мета, матриця планування, рівняння регресії та визначення його коефіцієнтів.
46. Поняття дробового плану експерименту.
47. Статистична обробка результатів факторних експериментів: критерій Кохрена (Кочрена), критерієм Ст'юдента.
48. Дисперсійний аналіз впливу факторів.
49. Методи оптимізації імітаційних моделей.
50. Пошук оптимальних значень за допомогою серії факторних експериментів.
51. Методи групового урахування аргументів.
52. Еволюційні методи пошуку оптимальних значень.
53. Методи самоорганізації моделей.
54. Огляд спеціалізованих програмних продуктів, що використовуються при розробці імітаційних моделей: GPSS World, Arena і ін. Область та особливості застосування.

11.3 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

ДЕННА ФОРМА

Модуль	Критерії оцінювання знань	Кількість балів максимум
Змістовий модуль № 1		
Відвідування лекцій		10
Поточний модульний контроль у вигляді письмового контролю (контрольна робота за білетами або тестування за вибором студента)		20
Виконання та захист лабораторних робіт		30
Всього за змістовим модулем №1		60
Іспит		40
Разом		100

12 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. І.І. Обод, Г.Е. Заволодько, І.В. Свид. Математичне моделювання систем: навчальний посібник. / За редакцією І.І. Обода – Харків : НТУ «ХП», Друкарня МАДРИД, 2019. – 268 с.
2. Великодний С. С. Моделювання систем: конспект лекцій. Одеський державний екологічний університет, 2018. – 186 с.
3. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1 : навчальний посібник / Кветний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. Р., Софіна О. Ю., Шушура О.М.; за заг. ред. Р.Н. Кветного. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 193 с.
4. Стеценко, І.В. Моделювання систем: навч. посіб. [М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2010. – 399 с.

Додаткова

1. Жерновий Ю. В. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування : практикум / Ю. В. Жерновий. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 307 с.
2. Математическое моделирование систем связи : учебное пособие / К. К. Васильев, М. Н. Служивый. – 2-изд., перераб. и доп. – Ульяновск : УлГТУ, 2010. – 170 с.
3. Томашевский В. Н. Имитационное моделирование в среде GPSS / В. Н. Томашевский, Е. Г. Жданова. – М. : Бестселлер, 2003. – 416 с.
4. Томашевський В.М. Моделювання систем. – К. : Видавнича група BHV, 2005. – 352с.

5. Кравченко П. П. Имитационное моделирование вычислительных систем средствами GPSS/PC / П. П. Кравченко, Н. Ш. Хусаинов – Таганрог: ТРТУ, 2000. – 116 с.
6. Рыжиков Ю. И. Имитационное моделирование. Теория и технологии. – М.: Альтекс-А, 2004. – 384 с.
7. Тимченко А.А. Основи системного проектування та системного аналізу складних об'єктів: Підручник для студентів вищих закладів освіти /За ред..В.І.Бикова – К.:Либідь, 2000. – 270с.
5. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. / Гмурман В.Е. — М. : Высш. Школа, 1977. — 479 с.
6. Кравченко П. П. Имитационное моделирование вычислительных систем средствами GPSS/PC / П. П. Кравченко, Н. Ш. Хусаинов – Таганрог: ТРТУ, 2000. – 116 с.
7. Рыжиков Ю. И. Имитационное моделирование. Теория и техно- логии. – М.: Альтекс-А, 2004. – 384 с.
8. Тимченко А.А. Основи системного проектування та системного аналізу складних об'єктів: Підручник для студентів вищих закладів освіти /За ред..В.І.Бикова – К.:Либідь, 2000. – 270с.

13 ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Електронний курс «Методи моделювання систем і складних об'єктів». URL: <http://fitis.moodle.chdtu.edu.ua/course/view.php?id=709>
2. Веб-ресурс. URL: www.simulation.org
3. Форум GPSS «Имитационное моделирование систем». URL: www.gpss.ru

15 ПОЛІТИКА ДИСЦИПЛІНИ

Політика навчальної дисципліни визначається системою вимог, які викладач пред'являє до студента при вивченні дисципліни та ґрунтується на засадах академічної доброчесності.

Вимоги стосуються:

- відвідування занять: неприпустимість пропусків, запізень і т.п.; правил - поведінки на заняттях (активну участь, виконання необхідного мінімуму навчальної роботи, відключення телефонів та ін.);
- заохочень та стягнень (за що можуть нараховуватися або відніматися бали і т.п.).