


Київський столичний університет імені Бориса Грінченка
Факультет інформаційних технологій та математики
Кафедра інформаційної та кібернетичної безпеки
імені професора Володимира Бурячка

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Проректор з науково-педагогічної
та навчальної роботи


Олексій ЖИЛЬЦОВ
« » 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ»

для студентів

освітнього рівня
освітньої програми

першого (бакалаврського)
123.00.01 Комп'ютерна інженерія

КИЇВСЬКИЙ СТОЛИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ БОРИСА ГРІНЧЕНКА
Код ЄДРПОУ 45307985
Програма № 3352/24
Начальник відділу моніторингу якості освіти
Григорів
(підпис) (прізвище, ініціали)
« » 2024 р.

2023 – 2024 навчальний рік

Розробник:

Шевченко Світлана Миколаївна, кандидат педагогічних, доцент, доцент кафедри інформаційної та кібернетичної безпеки імені професора Володимира Бурячка Факультету інформаційних технологій та математики Київського столичного університету імені Бориса Грінченка.

Викладач:

Шевченко Світлана Миколаївна, кандидат педагогічних, доцент, доцент кафедри інформаційної та кібернетичної безпеки імені професора Володимира Бурячка Факультету інформаційних технологій та математики Київського столичного університету імені Бориса Грінченка.

Робочу програму розглянуто і затверджено на засіданні кафедри інформаційної та кібернетичної безпеки імені професора Володимира Бурячка

Протокол від 03.01.2024 р. № 1

Завідувач кафедри _____ Павло СКЛАДАННИЙ

(підпис)

Робочу програму перевірено

_____.____. 2024 р.

Заступник декана _____ Євген ІВАНІЧЕНКО

(підпис)

Пролонговано:

на 20__/20__ н.р. _____ (_____), «____»____ 20__ р., протокол № ____
(підпис) (ПБ)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____), «____»____ 20__ р., протокол № ____
(підпис) (ПБ)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____), «____»____ 20__ р., протокол № ____
(підпис) (ПБ)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____), «____»____ 20__ р., протокол № ____
(підпис) (ПБ)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Характеристика дисципліни за формами навчання	
	денна	заочна
Вид дисципліни	вибіркова	
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська	
Загальний обсяг кредитів / годин	5/150	
Курс	2	
Семестр	4	
Кількість змістових модулів з розподілом:	5	
Обсяг кредитів	5	
Обсяг годин, в тому числі:	150	
Аудиторні	70	
Модульний контроль	10	
Семестровий контроль	-	
Самостійна робота	70	
Форма семестрового контролю	залік	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Робоча навчальна програма дисципліни «Комп'ютерне моделювання» є нормативним документом Київського столичного університету імені Бориса Грінченка, яка розроблена кафедрою інформаційної та кібернетичної безпеки імені професора Володимира Бурячка на основі освітньо-професійної програми підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня відповідно до навчального плану спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія, освітньої програми 123.00.01.

Програма визначає обсяги знань, якими повинен опанувати здобувач першого (бакалаврського) рівня відповідно до вимог освітньо-кваліфікаційної характеристики, алгоритму вивчення навчального матеріалу дисципліни «Комп'ютерне моделювання» та необхідне методичне забезпечення, складові та технологію оцінювання навчальних досягнень студентів.

Метою вивчення навчальної дисципліни «Комп'ютерне моделювання» є формування системи знань та умінь для опанування та використання методів комп'ютерного моделювання з використанням сучасних комп'ютерних моделюючих пакетів та мов моделювання.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни є формування у студентів аналітично-дослідницьких компетентностей, які необхідні сучасному фахівцю комп'ютерної інженерії, та набуття **наступних загальних та фахових компетентностей**:

ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

ЗК 3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 7. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ФК 2. Здатність використовувати сучасні методи і мови програмування для розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення.

ФК 5. Здатність використовувати засоби і системи автоматизації проектування до розроблення компонентів комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем тощо.

ФК 11. Здатність оформляти отримані робочі результати у вигляді презентацій, науково-технічних звітів

ФК 12. Здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу програмно-технічних засобів, комп'ютерних та кіберфізичних систем, мереж та їхніх компонентів шляхом використання аналітичних методів і методів моделювання.

ФК 15. Здатність аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати, обґрунтувати та захищати прийняті рішення.

3. Результати навчання за дисципліною

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- методи математичного моделювання систем перетворення інформації;
- способи моделювання динамічних процесів по експериментальним даним;
- алгоритми моделювання динамічних процесів;
- принципи логічного моделювання;
- методики імітаційного моделювання;
- особливості різноманітних підходів до моделювання цифрових пристроїв;

уміти:

- вибирати та використовувати методи математичного моделювання при проектуванні інформаційних систем;
- створювати власні програми за допомогою системи моделювання загальноцільового призначення GPSS та інтерактивного пакету для моделювання Matlab/Simulink.

та досягти наступних **програмних результатів навчання:**

PH 2. Мати навички проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп'ютерних системах.

PH 7. Вміти розв'язувати задачі аналізу та синтезу засобів, характерних для спеціальності.

PH 11. Вміти здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання задач комп'ютерної інженерії.

PH 16. Вміти оцінювати отримані результати та аргументовано захищати прийняті рішення.

4. Структура навчальної дисципліни

Тематичний план для денної форми навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	Усього	у тому числі			
л.		пр.	м.к.	с.р.	
Змістовий модуль 1. Сутність та задачі комп'ютерного моделювання					
Тема 1. Моделювання як метод наукового пізнання	14	2	2		10
Тема 2. Комп'ютерні моделі та їх види	18	2	6		10
Модульний контроль 1.	2			2	
Разом за змістовим модулем 1	34	4	8	2	20
Змістовий модуль 2. Моделювання на графах					
Тема 3. Алгоритми на графах	14	2	6		6
Тема 4. Мережа Петрі	12	2	4		6
Модульний контроль 2.	2			2	
Разом за змістовим модулем 2	28	4	10	2	12
Змістовий модуль 3. Аналітичні методи моделювання					
Тема 5. Аналітичні моделі	24	2	10		12
Модульний контроль 3.	2			2	
Разом за змістовим модулем 3	26	2	10	2	12
Змістовий модуль 4. Ймовірнісне моделювання					
Тема 6. Методи ймовірнісного моделювання	25	2	10		13
Модульний контроль 4.	2			2	
Разом за змістовим модулем 4	27	2	10	2	13
Змістовий модуль 5. Імітаційне моделювання					

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	Усього	у тому числі			
л.		пр.	м.к.	с.р.	
Тема 7. Методи проектування імітаційних моделей	4	2	2		
Тема 8. Системи та моделі систем масового обслуговування	29	2	14		13
Модульний контроль 5.	2			2	
Разом за змістовим модулем 5	35	4	16	2	13
Усього годин	150	16	54	10	70

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Сутність та задачі комп'ютерного моделювання

Тема 1. Моделювання як метод наукового пізнання

Предмет та мета моделювання. Моделювання та системний підхід. Поняття моделі. Різні види моделей.

Тема 2. Комп'ютерні моделі та їх види

Поняття комп'ютерного моделювання та комп'ютерної моделі. Вимоги до побудови комп'ютерної моделі. Види комп'ютерних моделей. Математичні схеми у комп'ютерних моделях. Етапи комп'ютерного моделювання. Принципи комп'ютерного моделювання та його зв'язок з другими методами наукового пізнання. Області застосування комп'ютерного моделювання. Інструментарій для комп'ютерного моделювання.

Змістовий модуль 2. Моделювання на графах

Тема 3. Алгоритми на графах

Основні поняття теорії графів. Способи задання графів. Маршрути в графі. Зважені графи. Поняття мережі. Планування та управління в мережах. Проектування комплексів робіт за допомогою мереж.

Алгоритм Форда. Критичний шлях. Алгоритм Беллмана–Коллаба. Інструментарій для моделювання на графах.

Тема 4. Мережа Петрі

Основні поняття. Прості мережі Петрі. Розмітка мережі Петрі. Формальне означення мережі Петрі.

Розширення простих мереж Петрі. Формалізоване зображення моделі за допомогою мережі Петрі. Розширення можливостей переходів під час моделювання. Розширення можливостей дуг під час моделювання. Розширення можливостей переходів під час моделювання. Інструментарій для моделювання мереж Петрі.

Змістовий модуль 3. Аналітичні методи моделювання

Тема 5. Аналітичні моделі.

Класифікація груп аналітичних методів моделювання. Послідовність етапів моделювання систем на основі груп аналітичних методів. Інструментарій для аналітичного моделювання.

Змістовий модуль 4. Ймовірнісне моделювання.

Тема 6. Методи ймовірнісного моделювання

Метод статистичних випробувань. Генератори випадкових чисел. Лінійні конгруентні генератори. Перевірка послідовностей випадкових чисел.

Моделювання незалежних випадкових подій. Моделювання групи несумісних подій. Моделювання умовної події.

Моделювання дискретної випадкової величини. Моделювання дискретної випадкової величини з геометричним розподілом. Моделювання дискретної випадкової величини з біноміальним розподілом. Моделювання дискретної випадкової величини з розподілом Пуассона.

Метод оберненої функції. Моделювання неперервної випадкової величини з рівномірним розподілом. Моделювання неперервної випадкової величини з експоненціальним законом розподілу. Моделювання неперервної випадкової величини з нормальним законом розподілу. Моделювання випадкових процесів. Інструментарій для ймовірнісного моделювання.

Змістовий модуль 5. Імітаційне моделювання.

Тема 7. Методи проектування імітаційних моделей

Поняття імітаційного моделювання та машинної імітації. Переваги методу машинної імітації. Головні вади методу. Умови доцільності використання машинної імітації. Цілі машинної імітації: вивчення діючої системи; аналіз гіпотетичної системи; проектування більш досконалої системи. Встановлення адекватності імітаційної моделі еволюційних процесів; однорідне градування модельного (системного) часу — принцип часового приросту; неоднорідне градування модельного часу — принцип особливих станів. Програма реалізації імітаційної моделі. Мови машинного моделювання: мови моделювання неперервних процесів; мови моделювання неперервно-дискретних процесів, мови моделювання дискретних процесів. Відмінності мов імітаційного моделювання. Переваги та вади використання мов імітаційного моделювання в практичній роботі. Інструментарій імітаційного моделювання GPSS.

Тема 8. Системи та моделі систем масового обслуговування

Основні поняття та предмет теорії масового обслуговування. Випадковий процес зі скінченною множиною станів. Потік подій. Простий потік та його властивості. Нестационарний пуассонівський потік. Потік з обмеженим наслідком (потік Пальма). Потік Ерланга.

Система масового обслуговування з відмовами. Рівняння Ерланга. Режим роботи, що встановився. Формули Ерланга. Системи масового обслуговування з очікуванням. Системи змішаного типу з обмеженнями за довжиною черги.

Моделі систем масового обслуговування.

6. Контроль навчальних досягнень

Навчальні досягнення студентів з дисципліни оцінюються за модульно-рейтинговою системою, в основу якої покладено принцип поопераційної звітності, обов'язковості модульних контролів, накопичувальної системи оцінювання рівня знань, умінь та навичок, розширення кількості підсумкових балів до 100.

Оцінка за кожний змістовий модуль включає бали за поточну роботу студента на практичних заняттях, за виконання домашніх завдань, за модульну контрольну та самостійну індивідуальну роботу. Модульний контроль знань студентів здійснюється після завершення вивчення навчального матеріалу змістового модуля.

У процесі оцінювання навчальних досягнень студентів застосовуються такі методи:

- *Методи усного контролю:* індивідуальне опитування, фронтальне опитування, співбесіда.
- *Методи письмового контролю:* модульне письмове тестування, домашні завдання, екзамен.
- *Комп'ютерного контролю:* тестові програми.
- *Методи самоконтролю:* самостійне оцінювання своїх знань з дисципліни, отриманих результатів за домашні завдання, постановка питань.

Кількість балів за роботу з теоретичним матеріалом, на практичних заняттях, під час виконання самостійної роботи залежить від дотримання таких вимог:

- систематичність відвідування занять;
- своєчасність виконання навчальних і домашніх завдань;
- повний обсяг їх виконання;
- якість виконання навчальних і домашніх завдань;
- самостійність виконання;

- виконання тестових завдань.

Контроль успішності студентів з урахуванням поточного і підсумкового оцінювання здійснюється відповідно до навчально-методичної карти дисципліни (п. 7), де зазначено види контролю і кількість балів за видами.

6.1 Система оцінювання навчальних досягнень студентів

№ з/п	Вид діяльності студента	Макс. кількість балів за одиницю	Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3		Модуль 4		Модуль 5	
			Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид	Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид	Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид	Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид	Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид
1	Відвідування лекцій	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2
2	Відвідування практичних занять	1	4	4	5	5	5	5	5	5	8	8
3	Виконання завдань для самостійної роботи	5	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10
4	Робота на практичних заняттях	10	4	40	5	50	5	50	5	50	8	80
5	Виконання модульної контрольної роботи	25	1	25	1	25	1	25	1	25	1	25
	Разом			81		92		91		91		125
	Макс. кількість балів за видами поточного контролю		480									
	Розрахунок коефіцієнта		480/100=4,8									

6.2. Завдання для самостійної роботи та критерії її оцінювання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	Бали
Змістовий модуль 1. Сутність та задачі комп'ютерного моделювання		20	
1	Моделі та їх класифікація	10	5
2	Сфери застосування комп'ютерного моделювання	10	5
Змістовий модуль 2. Моделювання на графах		12	
3	Засоби моделювання на графах	6	5
4	Застосування мережі Петрі у різних сферах	6	5
Змістовий модуль 3. Аналітичні методи моделювання (елементи неформальної освіти)		12	
5	Основи кількісного моделювання https://www.coursera.org/learn/wharton-quantitative-modeling?specialization=wharton-business-financial-modeling	7	5
6	Вступ до електронних таблиць та моделей https://www.coursera.org/learn/wharton-introduction-spreadsheets-models?specialization=wharton-business-financial-modeling	5	5
Змістовий модуль 4. Ймовірнісне моделювання (елементи неформальної освіти)		13	
7	Моделювання ризиків та реалій https://www.coursera.org/learn/wharton-risk-models?specialization=wharton-business-financial-modeling	7	5

8	Прийняття рішень та сценарії https://www.coursera.org/learn/wharton-decision-making-scenarios?specialization=wharton-business-financial-modeling	6	5
Змістовий модуль 5. Імітаційне моделювання (елементи неформальної освіти)		13	
9	Наука про дані без коду	6	5
10	https://www.coursera.org/learn/code-free-data-science	7	5
Разом		70	40

Критерії оцінювання самостійної роботи 1 – 2 модулів

Критерії	Обґрунтування критеріїв	Бали
Розуміння завдання	- робота демонструє точне розуміння завдання	1
	- включені матеріали, що безпосередньо розкривають теми або опосередковані до неї	0,5
	- включені матеріали, що не мають безпосереднього відношення до теми, зібрана інформація не аналізується і не оцінюється	0
Повнота розкриття теми	- тема розкрита повністю	1
	- часткове розкриття теми	0,5
	- виконане завдання не відповідає темі	0
Логіка викладу інформації	- логічне й структуроване викладення матеріалу	1
	- порушення логіки й структури викладу	0,5
Креативність	- унікальність роботи, велика кількість оригінальних прикладів, у роботі присутні авторські знахідки	1
	- стандартна робота, не містить авторської індивідуальності	0,5
Культура змістового наповнення відповідей	- орфографічно правильно оформлена робота з точки зору граматики, стилістики	1
	- присутні не грубі помилки з точки зору граматики, стилістики, орфографії	0,5
	- грубі помилки з точки зору граматики, стилістики, орфографії	0
Разом		5 балів

Критерії оцінювання самостійної роботи 3-5 модулів

Отримання сертифікату із зазначеного курсу підтверджує 5 балів за самостійну роботу.

6.3. Форми проведення модульного контролю та критерії оцінювання

Оцінка за кожний змістовий модуль включає бали за поточну роботу студента на практичних заняттях, за виконання домашніх завдань, за модульну контрольну роботу. Модульний контроль знань студентів здійснюється після завершення вивчення навчального матеріалу модуля. Форма проведення – письмова контрольна робота, що містить теоретичні тестові завдання з відкритою та закритою відповіддю та практичні завдання. Модульна контрольна робота оцінюється у 25 балів.

Сума балів	Значення оцінки
22-25	студент виявив повне знання програмного матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу рекомендовану програмою, виявив систематичний характер знань з дисциплін і здатний до самостійного доповнення

13-21	студент виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, вмів виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий з основною рекомендованою літературою
0-13	студент, що виявив часткове знання основного програмного матеріалу, не завжди вмів виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий лише частково з основною рекомендованою літературою

6.4. Форми проведення семестрового контролю та критерії оцінювання

Семестровий контроль – залік на основі поточних оцінок.

6.5. Орієнтовний перелік питань та задач для самоконтролю

1. Поняття системи, моделі, класифікація моделей, вимоги до моделей.
2. Основні види моделювання.
3. Технологія моделювання.
4. Вимоги до побудови комп'ютерної моделі.
5. Види комп'ютерних моделей.
6. Математичні схеми у комп'ютерних моделях.
7. Етапи комп'ютерного моделювання.
8. Принципи комп'ютерного моделювання та його зв'язок з другими методами наукового пізнання.
9. Області застосування комп'ютерного моделювання. Інструментарій для комп'ютерного моделювання.
10. Поняття мережі. Планування та управління в мережах. Проектування комплексів робіт за допомогою мереж.
11. Алгоритм Форда.
12. Алгоритм Беллмана–Коллаба.
13. Інструментарій для моделювання на графах.
14. Основні елементи мережі Петрі.
15. Основні області застосування мереж Петрі.
16. Процес функціонування мережі Петрі.
17. Класифікація груп аналітичних методів моделювання.
18. Послідовність етапів моделювання систем на основі груп аналітичних методів.
19. Інструментарій для аналітичного моделювання.
20. Метод статистичних випробувань.
21. Генератори випадкових чисел.
22. Моделювання дискретної випадкової величини.
23. Моделювання неперервної випадкової величини.
24. Моделювання випадкових процесів.
25. Поняття імітаційного моделювання та машинної імітації.
26. Характеристики систем масового обслуговування: вхідний потік вимог, організація черги, правила обслуговування вимог, вихідний потік вимог, режими роботи.
27. Типи моделей систем масового обслуговування.
28. Загальні відомості про мову GPSS, об'єкти системи GPSS WORLD.
29. Блок–діаграма, структура моделі мовою GPSS.
30. Константи, системні числові атрибути, арифметичні, умовні та логічні оператори.
31. Бібліотечні математичні функції.
32. Бібліотечні генератори випадкових чисел.

33. Змінні користувача. Вирази в операторах GPSS.
34. Комірки зберігання. Арифметичні змінні.
35. Булеві змінні.
36. Структура і запуск GPSS WORLD. Головне меню. Вікно початкової моделі.
37. Панель інструментів. Введення та редагування.
38. Налаштування параметрів середовища та моделі.
39. Основні етапи моделювання: постановка задачі, виявлення особливостей, створення імітаційної моделі, моделювання, модернізація моделі, динамічні вікна.
40. Моделювання в інтерактивному режимі.

6.6. Шкала відповідності оцінок

Контроль успішності студентів з урахуванням поточного і підсумкового оцінювання здійснюється відповідно до навчально-методичної карти дисципліни (п. 7), де зазначено види контролю і кількість балів за видами.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за сто-бальною шкалою	Значення оцінки
90-100	A	Відмінно — відмінний рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу з, можливими, незначними недоліками
82-89	B	Дуже добре – достатньо високий рівень знань (умінь) в межах обов'язкового матеріалу без суттєвих (грубих) помилок
75-81	C	Добре – в цілому добрий рівень знань (умінь) з незначною кількістю помилок
69-74	D	Задовільно – посередній рівень знань (умінь) із значною кількістю недоліків, достатній для подальшого навчання або професійної діяльності
60-68	E	Достатньо – мінімально можливий допустимий рівень знань (умінь)
35-59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання – незадовільний рівень знань, з можливістю повторного перескладання за умови належного самостійного доопрацювання
1-34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням курсу – досить низький рівень знань (умінь), що вимагає повторного вивчення дисципліни

7. Навчально-методична картка дисципліни

Разом: 150 год., із них: лекції – 16 год., практичні заняття – 54 год., модульний контроль – 10 год., самостійна робота – 70 год.

Модулі (назви, бали)	1.Сутність та задачі комп'ютерного моделювання (81 бал)		2.Моделювання на графах (92 бали)		3. Аналітичні методи моделювання (91 бал)	4. Ймовірнісне моделювання (91 бал)		5. Імітаційне моделювання (125 балів)		
	1	2	3	4	5	6		7	8	
Лекції (теми, бали)	Моделювання як метод наукового пізнання (1 бал)	Комп'ютерні моделі та їх види (1 бал)	Алгоритми на графах (1 бал)	Мережа Петрі (1 бал)	Аналітичні моделі (1 бал)	Методи ймовірнісного моделювання (1 бал)		Методи проєктування імітаційних моделей (1 бал)	Системи та моделі систем масового обслуговування (1 бал)	
Практичні заняття (теми, бали)	Моделювання як метод наукового пізнання (11 бал)	Вивчення основ роботи з системою MatLab для моделювання (33 бал)	Побудова моделей за допомогою графів (33 бали)	Побудова мережі Петрі в CPN Tools (22 бали)	Вивчення основ роботи з системою STATISTICA для моделювання (55 балів)	Метод статистичних випробувань. Генератори випадкових чисел (22 бали)	Моделювання випадкових величин (33 бали)	Імітаційне моделювання у середовищі GPSS (88 балів)		
Самостійна робота	Самостійна робота (10 балів)		Самостійна робота (10 балів)		Самостійна робота (10 балів)	Самостійна робота (10 балів)		Самостійна робота (10 балів)		
Поточний контроль (вид, бали)	Модульна контрольна робота 1 (25 балів)		Модульна контрольна робота 2 (25 балів)		Модульна контрольна робота 3 (25 балів)	Модульна контрольна робота 4 (25 балів)		Модульна контрольна робота 5 (25 балів)		
Підсумковий контроль (вид, бали)	Залік (на основі поточних оцінок)									

8. Рекомендовані джерела

Основна (базова)

1. Зеленський К.Х., Кіт Г.В., Чумаченко О.І. Комп'ютерне моделювання систем. – К.: Університет «Україна», 2014. – 315 с.
2. Стеценко І.В. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс, текст] / І.В. Стеценко; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси: ЧДТУ, 2010. – 399 с.
3. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування: навч. посіб. [для студентів техн. спец. вищ. навч. закл.] / В. Б. Толубко, А.Д. Кожухівський, В.В. Вишнівський, Г.І. Гайдур, О.А. Кожухівська. – Київ, 2018. – 175 с.
4. Калініна І.О., Гожий О.П. Моделювання складних систем на основі кольорових мереж Петрі: Навчальний посібник [Текст] / І.О. Калініна, О.П. Гожий. Херсон, вид-во ФОП Вишемирський В.С., 2021. – 58 с.
5. Маханець Л.Л., Вінничук О.Ю., Григорків М.В. Статистика: лабораторний практикум у STATISTICA 12: навч. посіб. Чернівці: Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2023. – 161 с.

Додаткова

1. Балтовський О.О., Форос Г.В, Сіфоров О.І. Основи математичного моделювання/ За заг. ред. д.т.н., доц. О.А. Балтовського. Одеський держ. унівт внутр. довідок, 2023. – 125 с.
2. Великодний С. С. Моделювання систем: конспект лекцій. Одеський державний екологічний університет, 2018. – 186 с.
3. Лазарев Ю. Ф. Довідник з MATLAB / Електронний навчальний посібник з курсового і дипломного проектування. – К.: НТУУ "КПІ", 2013. – 132 с.
4. Махней О. В. Лабораторний практикум з імітаційного моделювання у GPSS. [Текст]: Методичні рекомендації до проведення лабораторних занять / Махней О. В. – Івано-Франківськ: Видавничо-дизайнерський відділ Центру інформаційних технологій Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, 2010. – 36 с.
5. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Теорія автоматичного керування" для студентів спеціальності 123 "Комп'ютерна інженерія" денної форми навчання / Укл. М.В. Єфименко, Н.В. Луценко. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 42 с.

9. Додаткові ресурси

1. Спеціалізація Бізнес та фінансове моделювання
<https://www.coursera.org/specializations/wharton-business-financial-modeling?>
 1) Основи кількісного моделювання
<https://www.coursera.org/learn/wharton-quantitative-modeling?specialization=wharton-business-financial-modeling>
 2) Вступ до електронних таблиць та моделей
<https://www.coursera.org/learn/wharton-introduction-spreadsheets-models?specialization=wharton-business-financial-modeling>
 3) Моделювання ризиків та реалій
<https://www.coursera.org/learn/wharton-risk-models?specialization=wharton-business-financial-modeling>
 4) Прийняття рішень та сценарії
<https://www.coursera.org/learn/wharton-decision-making-scenarios?specialization=wharton-business-financial-modeling>
2. Наука про дані без коду
<https://www.coursera.org/learn/code-free-data-science>
3. Середовище імітаційного моделювання <https://www.anylogic.com/>

4. Середовище імітаційного моделювання <https://gps-world-student-version.software.informer.com/5.2/>