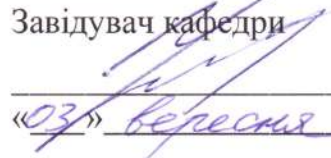


ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра інформаційних систем та технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 Юрій УТКІН
«03» вересня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(обов'язкова навчальна дисципліна)

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ

освітньо-професійна програма	Інформаційні управляючі системи
спеціальність	126 Інформаційні системи та технології
галузь знань	12 Інформаційні технології
освітній ступінь	бакалавр
навчально-науковий інститут економіки, управління, права та інформаційних технологій	

Полтава
2024 – 2025 н. р.

Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання систем» для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою Інформаційні управляючі системи спеціальності 126 Інформаційні системи та технології.

Мова викладання державна

Розробник: Надія ПРОТАС, доцент кафедри інформаційних систем та технологій, к.с.-г.н., доцент

«03» вересня 2024 року



Надія ПРОТАС

Схвалено на засіданні кафедри інформаційних систем та технологій
протокол від «03» вересня 2024 року № 2

Погоджено гарантом освітньої програми Інформаційні управляючі системи

«03» вересня 2024 року



Олена КОПШИНСЬКА

Схвалено головою ради з якості вищої освіти спеціальності «Інформаційні системи та технології»



Олена КОПШИНСЬКА

протокол від 03 вересня 2024 р. № 1

1. Опис навчальної дисципліни

Елементи характеристики	Денна форма навчання		Заочна форма навчання	
Загальна кількість годин	135		150	
Кількість кредитів	4,5		5,0	
Місце в індивідуальному навчальному плані здобувача вищої освіти	обов'язкова		обов'язкова	
Рік навчання (шифр курсу)	3 126ICT_бд_2022	2 126ICT_бд_2023[1] (стн (Зр.))	2, 3 126ICT_бз_2023	1, 2 126ICT_бз_2024[1](стн)
Семестр	5	3	4, 6	2, 4
Лекції (годин)	18		14 (8*+6**)	
Лабораторні заняття (годин)	28		10**	
Самостійна робота (годин)	89		126	
у т. ч. індивідуальні завдання (контрольна робота), годин	—		60	
Форма семестрового контролю	екзамен		екзамен	

* у 2024–2025 н. р.

** у 2025–2026 н. р.

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Формування у здобувачів вищої освіти системи знань щодо задач, принципів і методів моделювання; основ побудови, аналізу та використання математичних моделей систем і процесів для підвищення ефективності управління ними, у т.ч. в сфері аграрного виробництва; вивчення методології і технології математичного комп'ютерного моделювання складних систем.

3. Передумови для вивчення навчальної дисципліни

«Моделювання систем» – навчальна дисципліна професійної підготовки, що входить до переліку обов'язкових освітніх компонентів освітньої програми.. Перелік дисциплін, що передують її вивченню відповідно до структурно-логічної схеми освітньої програми, – «Математичний аналіз», «Теорія ймовірностей, ймовірнісні процеси», «Аналітична геометрія та лінійна алгебра», Навчальна практика «Вступ до інформаційних технологій».*

* - для здобувачів 126ICT_бд_2023[1](стн (Зр.)), 126ICT_бз_2023 передумовою для вивчення є навчальні дисципліни «Математичний аналіз», «Теорія ймовірностей, ймовірнісні процеси»;

- для здобувачів 126ICT_бз_2024[1](стн) передумовою для вивчення є навчальні дисципліни «Теорія ймовірностей, ймовірнісні процеси», «Системний аналіз»

4. Компетентності:

– *загальні:*

- КЗ 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- КЗ 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- КЗ 3. Здатність до розуміння предметної області та професійної діяльності.
- КЗ 5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- КЗ 6. Здатність до пошуку, оброблення та узагальнення інформації з різних джерел.

– *спеціальні:*

- КС 1. Здатність аналізувати об'єкт проектування або функціонування та його предметну область.
- КС 5. Здатність оцінювати та враховувати економічні, соціальні, технологічні та екологічні фактори на всіх етапах життєвого циклу інфокомунікаційних систем.
- КС 6. Здатність використовувати сучасні інформаційні системи та технології (виробничі, підтримки прийняття рішень, інтелектуального аналізу даних та інші), методики й техніки кібербезпеки під час виконання функціональних завдань та обов'язків.
- КС 7. Здатність застосовувати інформаційні технології у ході створення, впровадження та експлуатації системи менеджменту якості та оцінювати витрати на її розроблення та забезпечення.
- КС 11. Здатність до аналізу, синтезу і оптимізації інформаційних систем та технологій з використанням математичних моделей і методів.
- КС 13. Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень.

5. Результати навчання:

- ПР 2. Застосовувати знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання, стандартних алгоритмів та дискретного аналізу при розв'язанні задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.
- ПР 6. Демонструвати знання сучасного рівня технологій інформаційних систем, практичні навички програмування та використання прикладних і спеціалізованих комп'ютерних систем та середовищ з метою їх запровадження у професійній діяльності.
- ПР 11. Демонструвати вміння розробляти техніко-економічне обґрунтування розроблення інформаційних систем та технологій та вміти оцінювати економічну ефективність їх впровадження.
- ПР 13. Виявляти здатність до генерації нових ідей і варіантів розв'язання задач, до комбінування та експериментування, до оригінальності, конструктивності, економічності та простих рішень.

**Співвідношення програмних результатів навчання із очікуваними
результатами навчання**

Програмний результат навчання (визначений освітньою програмою)	Очікувані результати навчання навчальної дисципліни
1	2
ПР 2. Застосовувати знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання, стандартних алгоритмів та дискретного аналізу при розв'язанні задач проектування і використання інформаційних систем та технологій	– розуміти сутність поняття «система» та дослідження систем, знати її склад, структуру та функції; – знати ознаки та основні властивості систем; – знати класифікацію систем за різними класифікаційними ознаками; – розуміти суть поняття «моделі», загальний вид (структуру) моделі та основні функції моделей; – розрізняти різні типи моделей за різними критеріями; – знати загальні вимоги до моделей, загальні критерії якісної моделі; – усвідомлювати взаємодію між моделлю та системою, яка моделюється; – знати та розуміти поняття та основні задачі «моделювання»; розрізняти основні етапи моделювання; – розуміти суть системного підходу до моделювання; – розрізняти основні види процесів у складних системах: дискретні, неперервні, детерміновані та стохастичні; – обирати математичні схеми для побудови моделей неперервно-детермінованих, дискретно-детермінованих, дискретно-стохастичних і неперервно-стохастичних процесів; – вміти розрізняти класи задач та обирати відповідний підхід до моделювання; – розуміти поняття аналітичного моделювання основних видів процесів у складних системах; – здійснювати загальну постановку оптимізаційних задач; – знати методи та розуміти алгоритми розв'язання задач лінійного програмування для оптимального управління; – розуміти особливості та постановку розподільчих задач, володіти основними прийомами їх розв'язання; – знати постановку та підходи до розв'язання оптимізаційних задач нелінійного програмування; – застосовувати знання фундаментальних і природничих наук при реалізації алгоритмів розв'язання задач; – розуміти специфіку побудови моделей для розв'язання задач управління процесами у сільськогосподарському виробництві; – застосовувати інструменти моделювання для оптимізації ресурсів, транспортного обслуговування, виробничих процесів й управління запасами; – застосовувати знання технологій моделювання для розв'язання прикладних задач і дослідження систем різної природи; – знати призначення та особливості систем масового обслуговування; – розуміти основні поняття та постулати теорії масового обслуговування; – знати класифікацію та основні характеристики систем масового обслуговування; – розуміти показники, за якими оцінюється ефективність обслуговування заявок у системах масового обслуговування; – розуміти призначення економетричного моделювання та знати етапи побудови економетричних моделей; – використовувати математичний апарат для дослідження взаємного впливу факторів на результат, побудови економіко-статистичних моделей та їх верифікації, прогнозування; – визначати параметри парної лінійної регресії за методом найменших квадратів;

1	2
	– проводити регресійний аналіз і використовувати отримані результати для прогнозування, аналізу та прийняття рішень; – застосовувати економетричні методи й моделі для оцінювання й аналізу складних соціально-економічних процесів і явищ та підтримки прийняття рішень; – розуміти суть та форми здійснення імітаційного моделювання; – знати теоретичні основи застосування методу Монте-Карло для моделювання випадкових процесів; – розуміти методи генерації випадкових чисел та застосовувати їх при імітації випадкових подій; – розв'язувати прикладні задачі з використанням системного аналізу, технологій моделювання та математичних методів.
ПР 6. Демонструвати знання сучасного рівня технологій інформаційних систем, практичні навички програмування та використання прикладних і спеціалізованих комп'ютерних систем та середовищ з метою їх запровадження у професійній діяльності	– вміти обирати технічне та сучасне програмне забезпечення комп'ютерних систем для ефективного планування й здійснення професійної діяльності, вирішення конкретних технічних і технологічних завдань; – використовувати інформаційні та комунікаційні технології для інформаційного забезпечення професійної діяльності; організації пошуку та обробки науково-технічної інформації; – уміти знаходити оприлюднену статистичну інформацію від Державної служби статистики України для подальшого узагальнення, аналізу, обробки, прогнозування та прийняття рішень; – знати інструментарій Excel для здійснення імітаційного моделювання та вміти його використовувати для розв'язання задач професійної діяльності; – вміти створювати табличні документи та розв'язувати фахові задачі у середовищі процесора Excel; – здійснювати аналіз та обробку даних із фаху, з використанням можливостей табличних процесорів; – володіти технологією розв'язування задач лінійного програмування за відповідними алгоритмами з використанням формул і вбудованих функцій табличного процесора Excel; візуалізувати результати опрацювання даних; – вміти використовувати можливості електронних таблиць для проведення розрахунків із галузі фізико-математичних, природничих, соціально-економічних, інженерних наук; реалізовувати математичні і статистичні методи; – знати технологію використання надбудови Пошук рішення табличного процесора Excel для розв'язання оптимізаційних задач; – вміти розв'язувати оптимізаційні задачі з використанням засобу Пошук рішення, у т.ч., задачі оптимізації виробничих процесів, використання та розподілу ресурсів, транспортного обслуговування й управління запасами; – володіти основними прийомами економетричного моделювання та прогнозування з використанням можливостей Excel для вирішення конкретних завдань для ефективного прийняття рішень; – вміти застосовувати інструментарій надбудови Пакети аналізу табличного процесора Excel для статистичного аналізу; – застосовувати сучасні програмні середовища (зокрема Excel, спеціалізовані програми та інтернет-ресурси) для побудови моделей, аналізу та оптимізації систем; – демонструвати знання програмування для проведення розрахунків та реалізації алгоритмів методів розв'язання задач лінійного програмування; – знати можливості математичних пакетів, мов і систем моделювання для побудови моделей, аналізу та оптимізації систем.

1	2
ПР 11. Демонструвати вміння розробляти техніко-економічне обґрунтування розроблення інформаційних систем та технологій та вміти оцінювати економічну ефективність їх впровадження.	– розуміти основи техніко-економічного обґрунтування розроблення інформаційних систем та технологій; – розуміти сутність поняття «економічна ефективність»; – розуміти підходи до оцінки ефективності впровадження інформаційних систем; – знати основні показники для оцінки ефективності впровадження інформаційних систем і технологій; – вміти оцінювати економічну ефективність впровадження інформаційних систем; – вміти обчислювати показники економічної ефективності автоматизації роботи апарату управління; – вміти виконувати розрахунки базових показників ефективності комп'ютеризації обліку; – вміти оцінювати сукупну вартість володіння інформаційною системою; – аналізувати ефективність впровадження інформаційної системи для прийняття управлінських рішень; – здійснювати розрахунки чистої приведеної вартості інвестицій в інформаційну систему та обґрунтовувати доцільність її впровадження. – оцінювати та враховувати економічні, соціальні, технологічні та екологічні фактори на всіх етапах життєвого циклу інфокомунікаційних систем.
ПР 13. Виявляти здатність до генерації нових ідей і варіантів розв'язання задач, до комбінування та експериментування, до оригінальності, конструктивності, економічності та простих рішень	– вміти аналізувати об'єкт проектування або функціонування та його предметну область; – ефективно використовувати технології моделювання в професійній діяльності; – застосовувати системний підхід при побудові математичних моделей, комбінуючи різні методи аналізу та синтезу; – генерувати нові ідеї при поглибленому аналізі функціонування систем, постановці задач для прийняття ефективних управлінських рішень; – вміти здійснювати оригінальну постановку оптимізаційних задач і будувати їх моделі за обґрунтованими критеріями ефективності, враховуючи економічні, екологічні та технічні аспекти; – вміти обирати відповідні варіанти та методи розв'язання задач; – генерувати ідеї щодо вибору факторів, що здійснюють вплив на показник, при дослідженні зв'язків між ними, побудові економіко-статистичних моделей, аналізі їх адекватності та прогнозуванні; – вміти обирати та обґрунтовувати функціональні залежності для здійснення аналізу «що якщо»; – аналізувати чуттєвість бізнес-ситуації, оцінюючи ефективність запропонованих рішень за допомогою сценаріїв Excel; – розуміти та висувати ідеї щодо етапів планування та проведення імітаційних експериментів для дослідження поведінки складних систем і оцінки варіантів розвитку подій; – інтерпретувати результати моделювання для оцінки ефективності запропонованих рішень у реальних умовах управління системами; – приймати обґрунтовані рішення за результатами моделювання. – вміти обирати технічне та сучасне програмне забезпечення комп'ютерних систем для ефективного розв'язання задач при плануванні й здійсненні професійної діяльності.

6. Методи навчання і викладання

1. Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності:
 - словесні методи: лекція, розповідь, пояснення, інструктаж;
 - наочні методи: ілюстрування, демонстрування;
 - практичні методи: лабораторні роботи, робота з навчально-методичною літературою та джерелами Інтернет: конспектування.
2. Методи стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності
 - методи формування пізнавальних інтересів (метод створення ситуації інтересу, метод використання життєвого досвіду, метод відповідей на запитання і опитування думок здобувачів вищої освіти);
 - методи стимулювання і мотивації обов'язку й відповідальності (роз'яснення мети вивчення навчальної дисципліни; висування вимог до вивчення дисципліни; заохочення).
3. Інноваційні методи навчання:
 - комп'ютерні і мультимедійні методи: використання мультимедійних презентацій.
4. Методи контролю і самоконтролю за ефективністю навчально-пізнавальної діяльності
 - методи усного контролю: опитування;
 - методи лабораторно-практичного контролю: навчально-контрольні комп'ютерні програми (тести на ПК); захист лабораторних робіт, завдання самостійної роботи; контрольна робота;
 - методи самоконтролю: самостійний пошук помилок.

7. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. Теоретичні основи моделювання систем

Предмет, зміст і завдання дисципліни «Моделювання систем». Поняття про моделі. Класифікація моделей. Функції та способи побудови моделей. Загальні вимоги до математичних моделей. Поняття про моделювання. Задачі моделювання. Суть, етапи та принципи математичного моделювання. Методи та прийоми складання моделей.

Тема 2. Сутність поняття системи та дослідження систем. Системний підхід до побудови моделей

Системність в методології пізнання. Основні поняття загальної теорії систем: система та її властивості. Загальна класифікація систем. Суть і завдання системного аналізу. Основні принципи, етапи та послідовність системного аналізу. Основні методи системного аналізу. Системний підхід до моделювання.

Тема 3. Аналітичні і чисельні методи моделювання. Лінійне та нелінійне програмування

Загальна постановка задач у детермінованому та недетермінованому випадках. Введення в лінійне програмування. Методи розв'язування задач лінійного програмування. Використання можливостей табличного процесора Excel, комп'ютерних систем та інтернет-ресурсів для розв'язання оптимізаційних задач. Аналіз результатів розв'язків за лінійними економіко-математичними моделями та оцінка економічної ефективності запропонованих заходів. Приклади формалізації та розв'язання задач лінійного програмування.

Математична модель задачі нелінійного програмування. Основні підходи до пошуку оптимальних рішень в нелінійних задачах.

Тема 4. Моделювання систем галузей рослинництва та тваринництва. Оптимальне поєднання галузей в аграрному підприємстві

Моделювання в аграрному виробництві. Постановка та математична модель задачі з оптимізації структури посівних площ у рослинництві. Приклади задач з оптимізації структури посівних площ та їх розв'язування. Оптимізаційні моделі галузі тваринництва. Постановка та математична модель задачі з оптимізації раціонів годівлі тварин.

Постановка та математична модель задачі з оптимізації поєднання галузей в аграрному підприємстві. Приклад задачі з оптимізації поєднання галузей та її розв'язування.

Тема 5. Моделювання системи транспортного обслуговування, оптимального складу МТП та його використання

Транспортна задача: постановка, математична модель та методи розв'язування. Закриті й відкриті транспортні задачі. Розв'язування задач з транспортного обслуговування виробництва.

Моделювання оптимального складу машино-тракторного парку та його використання. Побудова моделі та розв'язування задачі з оптимізації складу МТП. Планування оптимального використання МТП

Тема 6. Моделювання оптимального розподілу ресурсів

Сутність оптимального розподілу ресурсів. Різновиди задач з розподілу ресурсів. Приклади задач з оптимізації розподілу ресурсів.

Тема 7. Моделювання систем і задач управління

Про системи управління. Управління виробничими процесами. Процеси обслуговування. Поняття запасів і сутність проблеми оптимального управління запасами. Основи теорії управління запасами. Постановка та математична модель задачі управління запасами в аграрному виробництві, приклад розв'язування такої задачі. Задача про призначення.

Тема 8. Моделювання систем масового обслуговування

Про системи масового обслуговування. Поняття елементів системи масового обслуговування: вимоги, вхідний потік вимог, черга вимог, канали обслуговування, вихідний потік вимог. Аналіз витрат, які виникають у системі масового обслуговування. Характеристика найпростішого потоку вимог. Класифікація систем масового обслуговування: системи з відмовленнями, з очікуваннями. Розрахунок параметрів системи масового обслуговування: коефіцієнтів простою вимог у черзі та в системі, простою каналів обслуговування, середнього часу очікування вимог у черзі.

Моделювання системи збирально-транспортного комплексу «зернові комбайни – автомобілі». Аналіз забезпеченості виробничих процесів транспортними засобами.

Тема 9. Економетричне моделювання

Економетричні моделі. Етапи побудови економетричної моделі. Класи економетричних моделей. Основні завдання, які виконуються за допомогою економетричних досліджень.

Парна лінійна регресія. Визначення параметрів парної лінійної регресії за допомогою методу найменших квадратів. Властивості парної лінійної регресії. Коефіцієнти кореляції та детермінації. Простий ANOVA-аналіз у парній лінійній регресії та перевірка парної лінійної регресії на адекватність за критерієм Фішера. Множинна лінійна регресія.

Тема 10. Основи імітаційного моделювання. Прийняття рішень за результатами моделювання.

Імітаційне моделювання як експериментальний метод дослідження складних систем на ЕОМ. Переваги і недоліки імітаційного моделювання. Суть процесу імітації. Машинна імітація випадкових параметрів. Генератори випадкових величин. Метод Монте-Карло в побудові імітаційних моделей. Використання інструментів Excel при побудові імітаційних моделей.

Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин							
	денна форма 126ICT_бд_2022, 126ICT_бд_2023[1](стн (Зр.))				заочна форма 126ICT_бз_2023, 126ICT_бз_2024[1](стн)			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		л	лаб	с.р.		л	лаб	с.р.
Тема 1. Теоретичні основи моделювання систем	9	2	2	5	12	2	0	10
Тема 2. Сутність поняття системи та дослідження систем. Системний підхід до побудови моделей.	9	2	0	7	12	0	0	12
Тема 3. Аналітичні і чисельні методи моделювання. Лінійне та нелінійне програмування.	18	2	4	12	18	2	2	14
Тема 4. Моделювання систем галузей рослинництва та тваринництва. Оптимальне поєднання галузей в аграрному підприємстві.	15	2	4	9	15	2	2	11
Тема 5. Моделювання системи транспортного обслуговування, оптимального складу МТП та його використання.	12	2	2	8	12	0	0	12
Тема 6. Моделювання оптимального розподілу ресурсів.	12	2	2	8	15	2	0	13
Тема 7. Моделювання систем і задач управління.	12	0	2	10	12	0	2	10
Тема 8. Моделювання систем масового обслуговування.	15	2	2	11	18	2	0	16
Тема 9. Економетричне моделювання.	15	2	4	9	18	2	2	14
Тема 10. Основи імітаційного моделювання. Прийняття рішень за результатами моделювання.	18	2	6	10	18	2	2	14
у т. ч. індивідуальні завдання: контрольна робота					60	—	—	60
Усього годин	135	18	28	89	150	14	10	126

8. Теми семінарських занять

Не передбачено навчальним планом

Теми практичних занять

Не передбачено навчальним планом

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
		126ICT_6д_2022, 126ICT_6д_2023[1](стн (Зр.))	126ICT_6з_2023, 126ICT_6з_2024[1] (стн)
1	Основи моделювання систем	2	0
2	Побудова моделей оптимізаційних задач та розв'язання задач лінійного й нелінійного програмування	2	0
3	Розрахунки базових показників для оцінки ефективності комп'ютеризації обліку та аналізу ефективності впровадження інформаційної системи	2	2
4	Моделювання підсистеми рослинництва та тваринництва аграрного підприємства: оптимізація структури посівних площ та оптимізація раціонів годівлі с.-г. тварин	2	2
5	Розв'язання задачі з оптимізації поєднання галузей у фермерському господарстві як системи	2	0
6	Моделювання системи транспортного обслуговування підприємства: оптимізація складу та використання МТП. Розв'язування транспортних задач у середовищі Microsoft Excel	2	0
7	Оптимізація системи розподілу ресурсів: розв'язання закритих і відкритих розподільчих задач. Задачі розкрою матеріалів	2	0
8	Моделювання систем і задач управління. Оптимізація системи управління запасами та управління виробничим потенціалом	2	2
9	Моделювання систем масового обслуговування на прикладі системи “зернові комбайни – автомобілі”	2	0
10	Парна лінійна регресія. Визначення параметрів парної лінійної регресії за допомогою методу найменших квадратів	2	0
11	Тенденції розвитку систем: моделі тренду для аналізу процесів і явищ та прогнозування засобами Excel. Парна лінійна регресія. Кореляційний аналіз	2	2
12	Розв'язання управлінських задач на основі імітаційного моделювання засобом Підбір Параметра табличного процесора Excel	2	0
13	Проведення імітаційного моделювання з використанням Диспетчера сценаріїв Excel	2	0
14	Розв'язання задач моделювання на основі алгоритмів імітації випадкових величин	2	2
Разом		28	10

9. Теми самостійної роботи

Назва теми	Кількість годин	
	денна форма	заочна форма
	126ICT_бд_2022, 126ICT_бд_2023[1] (стн (3р.))	126ICT_бз_2023, 126ICT_бз_2024[1](стн)
Тема 1. Теоретичні основи моделювання систем	5	10
Тема 2. Сутність поняття системи та дослідження систем. Системний підхід до побудови моделей.	7	12
Тема 3. Аналітичні і чисельні методи моделювання. Лінійне та нелінійне програмування.	12	14
Тема 4. Моделювання систем галузей рослинництва та тваринництва. Оптимальне поєднання галузей в аграрному підприємстві.	9	11
Тема 5. Моделювання системи транспортного обслуговування, оптимального складу МТП та його використання.	8	12
Тема 6. Моделювання оптимального розподілу ресурсів.	8	13
Тема 7. Моделювання систем і задач управління.	10	10
Тема 8. Моделювання систем масового обслуговування.	11	16
Тема 9. Економетричне моделювання.	9	14
Тема 10. Основи імітаційного моделювання. Прийняття рішень за результатами моделювання.	10	14
у т. ч. індивідуальні завдання: <i>контрольна робота</i>		60
Разом	89	126

10. Індивідуальні завдання

Індивідуальна робота здобувача вищої освіти направлена на закріплення теоретичного матеріалу та практичних навичок. Цей вид роботи реалізується шляхом самостійного виконання здобувачем вищої освіти індивідуального завдання в позааудиторний час: здобувачі заочної форми навчання виконують контрольну роботу.

11. Оцінювання результатів навчання

Результати навчання	Форми контролю результатів навчання
ПР 2. Застосовувати знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання, стандартних алгоритмів та дискретного аналізу при розв'язанні задач проектування і використання інформаційних систем та технологій. ПР 6. Демонструвати знання сучасного рівня технологій інформаційних систем, практичні навички програмування та використання прикладних і спеціалізованих комп'ютерних систем та середовищ з метою їх запровадження у професійній діяльності. ПР 11. Демонструвати вміння розробляти техніко-економічне обґрунтування розроблення інформаційних систем та технологій та вміти оцінювати економічну ефективність їх впровадження. ПР 13. Виявляти здатність до генерації нових ідей і варіантів розв'язання задач, до комбінування та експериментування, до оригінальності, конструктивності, економічності та простих рішень.	Форми поточного контролю знань: – опитування та робота на лекціях; – виконання завдань лабораторних робіт; – захист лабораторних робіт*; – виконання завдань самостійної роботи; – контрольна робота; – розв'язування тестів на ПК. Форма семестрового контролю знань: – екзамен.

* лише для здобувачів денної форми навчання

Критерієм успішного навчання є досягнення здобувачем вищої освіти мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним результатом навчання. Одним із обов'язкових елементів освітнього процесу є систематичний поточний контроль і підсумкова оцінка рівня досягнення результатів навчання.

Схема нарахування балів із навчальної дисципліни

Денна форма 126ICT_бд_2022, 126ICT_бд_2023[1](стн (3р.))

Назва теми	Форми контролю результатів навчання здобувачів вищої освіти							Разом
	опитування та робота на лекціях	виконання лабораторних робіт	захист лабораторних робіт	виконання завдань самостійної роботи	контрольна робота	розв'язування тесту на ПК	екзамен	
Тема 1. Теоретичні основи моделювання систем.	2	2	1	1	4	3		9
Тема 2. Сутність поняття системи та дослідження систем. Системний підхід до побудови моделей.	2	0	0	1				3
Тема 3. Аналітичні і чисельні методи моделювання. Лінійне та нелінійне програмування.	2	4	2	1				9
Тема 4. Моделювання систем галузей рослинництва та тваринництва. Оптимальне поєднання галузей в аграрному підприємстві.	2	4	2	1	4			9
Тема 5. Моделювання системи транспортного обслуговування, оптимального складу МТП та його використання.	2	2	1	1				6
Тема 6. Моделювання оптимального розподілу ресурсів.	2	2	1	1				6
Тема 7. Моделювання систем і задач управління.	0	2	1	1	4			8
Тема 8. Моделювання систем масового обслуговування	2	2	1	1	4			6
Тема 9. Економетричне моделювання	2	4	2	1				9
Тема 10. Основи імітаційного моделювання. Прийняття рішень за результатами моделювання	2	6	3	1		3		15
Екзамен							20	20
Разом	18	28	14	10	4	6	20	100

Заочна форма 126ICT_бз_2023, 126ICT_бз_2024[1](стн)

Назва теми	Форми контролю результатів навчання здобувачів вищої освіти						Разом
	опитування та робота на лекціях	виконання лабораторних робіт	виконання завдань самостійної роботи	контрольна робота	розв'язування тесту на ПК	екзамен	
Тема 1. Теоретичні основи моделювання систем.	2	0	1	40	6		3
Тема 2. Сутність поняття системи та дослідження систем. Системний підхід до побудови моделей.	0	0	1				1
Тема 3. Аналітичні і чисельні методи моделювання. Лінійне та нелінійне програмування.	2	2	1				5
Тема 4. Моделювання систем галузей рослинництва та тваринництва. Оптимальне поєднання галузей в аграрному підприємстві.	2	2	1				5
Тема 5. Моделювання системи транспортного обслуговування, оптимального складу МТП та його використання.	0	0	1				1
Тема 6. Моделювання оптимального розподілу ресурсів.	2	0	1				3
Тема 7. Моделювання систем і задач управління.	0	2	1				3
Тема 8. Моделювання систем масового обслуговування	2	0	1				3
Тема 9. Економетричне моделювання	2	2	1				5
Тема 10. Основи імітаційного моделювання. Прийняття рішень за результатами моделювання	2	2	1				11
Індивідуальні завдання: <i>контрольна робота</i>				40			40
Екзамен						20	20
Разом	14	10	10	40	6	20	100

Шкала та критерії оцінювання

Денна форма 126ICT_бд_2022, 126ICT_бд_2023[1](стн (Зр.))

Кількість балів	Критерії оцінювання
<i>опитування та робота на лекціях</i>	
2	повна відповідь на питання; зосередженість і уважність, повне ведення конспекту всього теоретичного матеріалу, активна робота на лекції, здатність до абстрактного мислення, здатність вчитися і оволодівати знаннями щодо технологій моделювання та застосування комп'ютерних систем і середовищ з метою їх запровадження у професійній діяльності
1	неточна або неповна відповідь на питання; посередня зосередженість та сконцентрованість, ведення скороченого конспекту теоретичного матеріалу (або відсутність на лекції з написаним конспектом), посередня здатність до абстрактного мислення, посередня здатність вчитися і оволодівати знаннями щодо технологій моделювання та застосування комп'ютерних систем і середовищ з метою їх запровадження у професійній діяльності
0	відсутність на лекції, що не дає можливість оцінити рівень володіння знаннями щодо технологій моделювання
<i>виконання завдань лабораторних робіт</i>	
2	завдання лабораторної роботи самостійно та правильно виконано в повному обсязі, здобувач продемонстрував здатність застосовувати знання фундаментальних і природничих наук, технологій моделювання, генерувати варіанти розв'язання задач, вміння використовувати прикладні і спеціалізовані комп'ютерні системи та середовища для розв'язання практичних завдань
1	завдання лабораторної роботи виконано не в повному обсязі, або виконано повністю з помилками, здобувач продемонстрував здатність застосовувати знання технологій моделювання в окремих практичних ситуаціях
0	завдання лабораторної роботи не виконано чи введено лише вхідні дані, або ж здобувач відсутній на лабораторному занятті, що не дає можливість оцінити рівень умінь та навичок застосування технологій моделювання для розв'язання фахових завдань
<i>захист лабораторних робіт</i>	
1	результати роботи (звіт) оформлено згідно вимог, здобувач навів правильні розв'язки та відповіді до всіх задач і контрольних запитань, продемонстрував знання технологій моделювання та при потребі вміння використовувати прикладні і спеціалізовані комп'ютерні системи та середовища для розв'язання практичних завдань
0	результати роботи (звіт) оформлено з недоліками, здобувач не навів розв'язку задачі та не засвоїв основи моделювання
<i>виконання завдань самостійної роботи</i>	
1	завдання виконано в повному обсязі і без помилок, продемонстровано здатність застосовувати знання технологій моделювання, вміння при потребі використовувати прикладні комп'ютерні системи для розв'язання практичних завдань, генерувати нові ідеї і варіанти розв'язання задач
0	завдання самостійної роботи не виконано, або на ПК введено лише вхідні дані, що не дає можливість оцінити рівень знань із технологій моделювання
<i>контрольна робота</i>	
4	здобувач правильно і самостійно побудував модель задачі, виявив здатність до генерації ідей при побудові моделі задачі; здобувач правильно і самостійно обрав метод і розв'язав завдання, демонструючи знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання; здобувач правильно застосував прикладні комп'ютерні системи для розв'язання завдання і отримав правильний результат, сформував висновок

Кількість балів	Критерії оцінювання
3	здобувач правильно і самостійно побудував модель задачі, виявив здатність до генерації ідей при побудові моделі задачі; здобувач правильно і самостійно обрав метод і розв'язав завдання, демонструючи знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання; здобувач правильно застосував прикладні комп'ютерні системи для розв'язання завдання, але припустився незначних помилок при розв'язанні задачі
2	здобувач правильно і самостійно побудував модель задачі, виявив здатність до генерації ідей при побудові моделі задачі; здобувач правильно і самостійно обрав метод і розв'язав завдання, демонструючи знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання
1	здобувач правильно і самостійно побудував модель задачі, виявив здатність до генерації ідей при побудові моделі задачі
0	здобувач не виконав жодного завдання з контрольної роботи, не зміг організувати введення даних, що не дає можливість оцінити рівень навичків використання інформаційних технологій
<i>розв'язування тесту на ПК</i>	
3	здобувач навів правильні відповіді більш ніж на 90 % питань тесту, продемонстрував знання фундаментальних і природничих наук, технологій моделювання, або знання використання прикладних комп'ютерних систем для проведення досліджень
2	здобувач навів правильні відповіді від 60 % до 89 % питань тесту та продемонстрував належні знання фундаментальних і природничих наук, технологій моделювання, або належні знання використання прикладних комп'ютерних систем для проведення досліджень
1	здобувач навів правильні відповіді від 35 % до 59 % питань тесту і продемонстрував низький рівень знань технологій моделювання
0	здобувач навів правильні відповіді менше ніж на 35 % питань тесту, що не дає можливості встановити рівень знань фундаментальних і природничих наук, технологій моделювання

Заочна форма
126ICT_бз_2023, 126ICT_бз_2024[1](стн)

Кількість балів	Критерії оцінювання
<i>опитування та робота на лекціях</i>	
2	повна відповідь на питання; зосередженість і уважність, повне ведення конспекту всього теоретичного матеріалу, активна робота на лекції, здатність до абстрактного мислення, здатність вчитися і оволодівати знаннями щодо технологій моделювання та застосування комп'ютерних систем і середовищ з метою їх запровадження у професійній діяльності
1	неточна або неповна відповідь на питання; посередня зосередженість та сконцентрованість, ведення скороченого конспекту теоретичного матеріалу (або відсутність на лекції з написаним конспектом), посередня здатність до абстрактного мислення, посередня здатність вчитися і оволодівати знаннями щодо технологій моделювання та застосування комп'ютерних систем і середовищ з метою їх запровадження у професійній діяльності
0	відсутність на лекції, що не дає можливість оцінити рівень володіння знаннями щодо технологій моделювання

Кількість балів	Критерії оцінювання
<i>виконання завдань лабораторних робіт</i>	
2	завдання лабораторної роботи самостійно та правильно виконано в повному обсязі, здобувач продемонстрував здатність застосовувати знання фундаментальних і природничих наук, технологій моделювання, генерувати варіанти розв'язання задач, вміння використовувати прикладні і спеціалізовані комп'ютерні системи та середовища для розв'язання практичних завдань
1	завдання лабораторної роботи виконано не в повному обсязі, або виконано повністю з помилками, здобувач продемонстрував здатність застосовувати знання технологій моделювання в окремих практичних ситуаціях
0	завдання лабораторної роботи не виконано чи введено лише вхідні дані, або ж здобувач відсутній на лабораторному занятті, що не дає можливість оцінити рівень умінь та навичків застосування технологій моделювання для розв'язання фахових завдань
<i>виконання завдань самостійної роботи</i>	
1	завдання виконано в повному обсязі і без помилок, продемонстровано здатність застосовувати знання технологій моделювання, вміння при потребі використовувати прикладні комп'ютерні системи для розв'язання практичних завдань, генерувати нові ідеї і варіанти розв'язання задач
0	завдання самостійної роботи не виконано, або на ПК введено лише вхідні дані, що не дає можливість оцінити рівень знань із технологій моделювання
<i>контрольна робота</i> Контрольна робота містить 4 завдання. Всі завдання контрольної роботи з дисципліни «Моделювання систем» рівнозначної складності. Тому виконання (5 балів) із захистом (5 балів) кожного завдання контрольної роботи оцінюється в 10 балів. Відповідно загальна максимальна сума балів за контрольну роботу з чотирьох завдань – 40 балів. <i>Оцінювання виконання і захисту кожного завдання контрольної роботи:</i>	
5 + 5	здобувач виконав завдання контрольної роботи повністю і не припустився помилок, продемонстрував вміння використовувати знання з основних фундаментальних, природничих та загально-інженерних дисциплін, а також системного аналізу, моделювання систем для практичного розв'язання задач; здатність до генерації ідей, варіантів розв'язання задач, економічності та простих рішень, оцінювання економічної ефективності рішень; вміння застосовувати комп'ютерні системи для розв'язання практичних завдань; при захисті здобувач навів правильні відповіді на задані питання, продемонстрував знання фундаментальних і природничих наук, технологій моделювання, знання сучасного рівня технологій інформаційних систем для вирішення практичних завдань;
4 + 4	здобувач у цілому виконав завдання контрольної роботи, але припустився незначних помилок, продемонстрував належні вміння використовувати знання з основних фундаментальних, природничих та загально-інженерних дисциплін, а також системного аналізу, моделювання систем для практичного розв'язання задач; здатність до генерації ідей, варіантів розв'язання задач, економічності та простих рішень; належні вміння застосовувати комп'ютерні системи для розв'язання практичних завдань; при захисті здобувач навів правильні відповіді на більшість заданих питань і продемонстрував належні знання фундаментальних і природничих наук, технологій моделювання, знання сучасного рівня технологій інформаційних систем для вирішення практичних завдань;
3 +	здобувач допустив суттєві неточності у викладенні суті теоретичного питання чи то при побудові моделей, демонструючи посередні знання з основних фундаментальних, природничих та загально-інженерних дисциплін, посередні вміння виконання практичних завдань на ПК);

Кількість балів	Критерії оцінювання
3	здобувач навів правильні відповіді на половину заданих питань і продемонстрував належні знання фундаментальних і природничих наук, технологій моделювання, належні знання сучасного рівня технологій інформаційних систем для вирішення практичних завдань;
2 + 2	здобувач допустив значні неточності при викладенні теоретичного матеріалу чи то практичних завдань за браком належних знань моделювання, не зміг виконати правильне розв'язання задачі; здобувач навів правильні відповіді менш ніж на половину питань і продемонстрував посередні знання фундаментальних і природничих наук, технологій моделювання, низькі знання сучасного рівня технологій інформаційних систем для вирішення практичних завдань;
1 + 1	здобувач лише ввів умову (вхідні дані) завдання контрольної роботи, точної відповіді не знайшов і, відповідно, суть питання – не розкрив, демонструючи низький рівень знань моделювання; здобувач не навів жодної правильної відповіді на контрольні питання, продемонстрував слабкі знання фундаментальних і природничих наук, технологій моделювання; слабкі знання сучасного рівня технологій інформаційних систем для вирішення практичних завдань;
0	здобувач не виконав завдання з контрольної роботи, не навів жодної правильної відповіді на контрольні питання, що не дає змогу оцінити формування компетентностей та отримання програмних результатів навчання у здобувача вищої освіти
<i>розв'язування тесту на ПК</i>	
6	здобувач навів правильні відповіді більш ніж на 90 % питань тесту, продемонстрував відмінні знання фундаментальних і природничих наук, технологій моделювання, або знання використання прикладних комп'ютерних систем для проведення досліджень
5	здобувач навів правильні відповіді від 80 % до 89 % питань тесту та продемонстрував високий рівень знань фундаментальних і природничих наук, технологій моделювання, або використання прикладних комп'ютерних систем для проведення досліджень
4	здобувач навів правильні відповіді від 65 % до 79 % питань тесту та продемонстрував середній рівень знань фундаментальних і природничих наук, технологій моделювання, або використання прикладних комп'ютерних систем для проведення досліджень
3	здобувач навів правильні відповіді від 50 % до 64 % питань тесту та продемонстрував належні знання фундаментальних і природничих наук, технологій моделювання, або використання прикладних комп'ютерних систем для проведення досліджень
2	здобувач навів правильні відповіді від 35 % до 49 % питань тесту і продемонстрував низький рівень знань технологій моделювання
1	здобувач навів правильні відповіді від 20 % до 34 % питань тесту і продемонстрував дуже низький рівень знань технологій моделювання
0	здобувач навів правильні відповіді менше ніж на 20 % питань тесту, що не дає можливості встановити рівень знань фундаментальних і природничих наук, технологій моделювання

*Шкала та критерії оцінювання знань
здобувачів вищої освіти денної та заочної форм навчання на екзамені*

Завдання в білеті	Кількість балів	Критерії оцінювання
Завдання 1 (тест на ПК)	6	від 90 % правильних відповідей – відмінні знання фундаментальних і природничих наук, технологій моделювання, підходів до техніко-економічного обґрунтування рішень
	5	від 75 % до 89 % правильних відповідей – належні знання фундаментальних і природничих наук, технологій моделювання, підходів до техніко-економічного обґрунтування рішень
	4	від 60 % до 74 % правильних відповідей – середні знання фундаментальних і природничих наук, технологій моделювання, підходів до техніко-економічного обґрунтування рішень
	3	від 45 % до 59 % правильних відповідей – посередні знання фундаментальних і природничих наук, технологій моделювання, підходів до техніко-економічного обґрунтування рішень
	2	від 30 % до 44 % правильних відповідей – слабкі знання фундаментальних і природничих наук, технологій моделювання, підходів до техніко-економічного обґрунтування рішень
	1	від 15 % до 29 % правильних відповідей – дуже слабкі знання фундаментальних і природничих наук, технологій моделювання, підходів до техніко-економічного обґрунтування рішень
	0	менше 15 % правильних відповідей – відсутність базових знань фундаментальних і природничих наук, технологій моделювання, підходів до техніко-економічного обґрунтування рішень
Завдання 2, 3 (практичні завдання)	7	здобувач правильно здійснив формалізацію задачі, побудував модель та обрав метод розв'язання, демонструючи здатність до генерації нових ідей і варіантів розв'язання задач; здобувач без помилок використав формули для розрахунків і продемонстрував відмінні знання фундаментальних і природничих наук, технологій моделювання та можливості прикладних комп'ютерних при розв'язанні задачі
	6	здобувач правильно здійснив формалізацію задачі, побудував модель та обрав метод розв'язання, демонструючи здатність до генерації нових ідей і варіантів розв'язання задач; здобувач правильно з незначними помилками використав формули для розрахунків і продемонстрував високі знання фундаментальних і природничих наук, технологій моделювання та можливості прикладних комп'ютерних при розв'язанні задачі
	5	здобувач правильно здійснив формалізацію задачі, побудував модель та обрав метод розв'язання, демонструючи здатність до генерації нових ідей і варіантів розв'язання задач; здобувач зі значними помилками використав формули для розрахунків і продемонстрував достатні знання фундаментальних і природничих наук, технологій моделювання та можливості прикладних комп'ютерних при розв'язанні задачі
	4	здобувач правильно здійснив формалізацію задачі, побудував модель та обрав метод розв'язання, демонструючи здатність до генерації нових ідей і варіантів розв'язання задач
	3	здобувач з незначними помилками здійснив формалізацію задачі, побудував модель та безпомилково обрав метод розв'язання, демонструючи здатність до генерації нових ідей і варіантів розв'язання задач
	2	здобувач з помилками здійснив формалізацію задачі, побудував модель та/чи обрав метод розв'язання, демонструючи здатність до генерації нових ідей і варіантів розв'язання задач
	1	здобувач опанував умову задачі і правильно організував введення вхідних даних задачі
	0	завдання не виконано, що не дає можливість оцінити формування компетентностей і досягнення програмних результатів
Всього (максимум)	20	–

12. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачено під час реалізації навчальної дисципліни

Засоби навчання: комп'ютери, під'єднані до мережі Internet, програмне забезпечення MS Windows, MS Office, Google Chrome, мультимедійне обладнання (проектор), проєкційний екран.

Перелік інструментів, обладнання та програмного забезпечення потрібного для вивчення навчальної дисципліни забезпечує навчально-наукова лабораторія «Центр підготовки користувачів інформаційної системи Soft.Farm» кафедри інформаційних систем та технологій.*

13. Політика навчальної дисципліни

– щодо термінів виконання та перескладання.

Дедлайни та перескладання: завдання лабораторних робіт, звіти з лабораторних робіт, завдання з самостійної роботи, які здаються з порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (-25%). Перескладання поточного та підсумкового контролю відбуваються за наявності поважних причин з дозволу директорату;

– щодо академічної доброчесності.

Академічна доброчесність. Учасники освітнього процесу повинні дотримуватись Кодексу академічної доброчесності <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/9854/kodeksdobrochesnostinasayt.pdf> та Кодексу про етику викладача та здобувача вищої освіти <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/4518/etykaetyka.pdf> Полтавського державного аграрного університету. Інші документи стосовно академічної доброчесності наведені на сторінці АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ ПДАУ: <https://www.pdau.edu.ua/content/akademichna-dobrochesnist>.

Дотримання академічної доброчесності здобувачами освіти передбачає: самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей); посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права; надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації;

* Обладнання та програмне забезпечення навчально-наукової лабораторії:

Персональний комп'ютер (15 шт. – 2023 р.), платформа MS Windows 10 Pro (15 ліцензій), Windows 10 Edu (15 ліцензій), MS Office 365 (15 ліцензій) або Libre Office, Google Docs, Internet-браузери, інформаційна система Soft.Farm, інформаційна система Кадастр.UA (<https://www.kadastr-ua.com/>), мережа Wi-fi, мультимедійне забезпечення (проектор), проєкційний екран, презентації, дошка аудиторна, Електронна бібліотека ПДАУ (<https://lib.pdau.edu.ua/>), Електронний репозитарій ПДАУ (<https://dspace.pdau.edu.ua>)

- щодо відвідування занять.

Навчання здобувачів вищої освіти, що передбачає проведення навчальних занять згідно розкладу упродовж навчального року передбачає їх безпосередню участь в освітньому процесі. Відвідування здобувачами вищої освіти всіх видів навчальних занять є обов'язковим;

- щодо зарахування результатів неформальної / інформальної освіти.

На здобувачів вищої освіти поширюється право про визнання результатів навчання, набутих у неформальній / інформальній освіті перед / під час опануванням даної освітньої компоненти (розповсюджується на частини освітньої компоненти освітньої програми).

Набуття відповідних результатів навчання можливе після успішного опанування курсів (з документальним підтвердженням) на різноманітних навчальних платформах, зокрема: Prometheus, Coursera тощо. Особливості неформального / інформального навчання регламентовані Положенням про порядок визнання результатів навчання, набутих у неформальній та інформальній освіті, здобувачами вищої освіти Полтавського державного аграрного університету <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/5555/polozhennyaproporyadok22.pdf>

Приклади доступних курсів

Назва теми	Навчальна платформа	Назва курсу	Посилання на курс
Тема 9. Економетричне моделювання	Prometheus	Аналіз даних та статистичне виведення на мові R	https://prometheus.org.ua/course/course-v1:IRF+Stat101+2016_T3
	Prometheus	Візуалізація даних	https://prometheus.org.ua/course/course-v1:IRF+DV101+2016_T3

- щодо оскарження результатів оцінювання.

Після оголошення результатів поточного або семестрового контролю здобувач освіти має право звернутися до викладача з проханням надати роз'яснення щодо отриманої оцінки (Порядок оскарження результатів контрольних заходів у ПДАУ викладений у розділі 5 Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти в Полтавському державному аграрному університеті) <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/5555/polozhennyaproocinyuvannya2023.pdf>

14. Рекомендовані джерела інформації

Основні

1. Гамаюн І. П., Чередніченко О. Ю. Моделювання систем: навч. посіб. для студентів спеціальностей 6.050103 «Програмна інженерія», 6.050101 «Комп'ютерні науки». Харків : Факт, 2015. 228 с. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/18893> (дата звернення 26.08.2024).

2. Дубовой В. М., Кветний Р. Н., Михальов О. І., Усов А. В. Моделювання та оптимізація систем: підручник. Вінниця : ПП «ТД«Еднльвейс», 2017. 804 с. URL: <https://nmetau.edu.ua/ua/mdiv/i2001/p2455> (дата звернення 26.08.2024).
3. Економіко-математичні методи та моделі: навч. посіб. / К. Д. Костоглод та ін. Полтава : ПДАА, 2018. 232 с.
4. Литвинов А. Л. Теорія систем масового обслуговування : навч. посіб. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 141 с.
5. Махней О. В. Математичне моделювання: навч. посіб. Івано-Франківськ : Супрун В. П., 2015. 372 с. URL: <http://194.44.152.155/elib/local/1962.pdf> (дата звернення 30.08.2024).
6. Ніколюк П. К. Моделювання систем: навч. посіб. для здобувачів вищої освіти спеціальності 122 Комп'ютерні науки. Вінниця: ДонНУ, 2023. 228 с. URL: <https://r2.donnu.edu.ua/handle/123456789/3259> (дата звернення 26.08.2024).
7. Обод І. І., Заволодько Г. Е., Свид І. В. Математичне моделювання систем: навч. посіб. для студентів спеціальностей «Комп'ютерна інженерія», «Комп'ютерні науки та інформаційні технології». Харків : Друкарня МАДРИД, 2019. 268 с. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/42912> (дата звернення 27.08.2024)
8. Сибаль Я. І., Кадюк З. С., Іваницький І. Є. Економіко-математичне моделювання в АПК: навч. посіб. Львів: Магнолія-2006, 2013. 277 с.
9. Стеценко І. В. Моделювання систем: навч. посіб. Черкаси : ЧДТУ, 2010. 399 с. URL: http://web.kpi.kharkov.ua/auts/wp-content/uploads/sites/67/2017/02/MOCS_Kachanov_posobie.pdf (дата звернення 28.08.2024)
10. Томашевський В. М. Моделювання систем: підручник. Київ : Видавнича група BHV, 2005. 352 с.

Допоміжні

1. Бескровний О. І., Павленко В. І., Тимошенко А. Г. Дослідження операцій і методи прийняття технічних рішень. Київ : Університет «Україна», 2019. 420 с.
2. Булига К. Б., Михайленко В.М. Комп'ютерний практикум із застосуванням математичних методів в економіці. Київ : Європейський університет фінансів, інформаційних систем, менеджменту і бізнесу, 2000. 67 с.
3. Гаценко С.С., Салієв А.Ю., Протас Н.М. Аналіз існуючого математичного апарату оцінки альтернатив рішень. Інтеграція інформаційних систем і інтелектуальних технологій в умовах трансформації інформаційного суспільства: тези доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції, що присвячена 50-ій річниці кафедри інформаційних систем та технологій. Полтава: ПДАУ, 2021. С. 137-140.
4. Диха М. В., Мороз В. С. Економетрія: навч. посіб. Київ : «Центр учбової літератури», 2019-2021. 206 с. URL: <https://elar.khmnu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/133f29a8-f609-4338-848a-0fe2ef869be2/content> (дата звернення 30.08.2024).
5. Дудник І. М. Вступ до загальної теорії систем: навч. посіб. Київ : Кондор, 2009. 205 с.

6. Економетрика в електронних таблицях: навч. посіб. / Васильєва Н. К., Мироненко О. А., Самарець Н. М., Чорна Н. О.; за заг. ред. Н. К. Васильєвої. Дніпро : Біла К. О., 2017. 149 с. URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/713/1/Posibnyk.pdf> (дата звернення 30.08.2024).
7. Імітаційне моделювання в задачах машинобудівного виробництва: навч. посіб. / за ред. О. М. Шелкового. Харків : НТУ «ХПІ», 2019. 500 с. URL: http://library.kpi.kharkov.ua/files/imitaciyne_modelyuvannya.pdf (дата звернення 30.08.2024).
8. Копішинська О. П., Тютюнник Л. М. Імітаційне моделювання : Лабораторний практикум. Полтава: ПДАА, 2013.
9. Мазаракі А. А., Толбатов Ю. А. Математичне програмування в Excel. Київ : Четверта хвиля, 1998. 208 с.
10. Машина Н. І. Математичні методи в економіці: навч. посіб. Київ : Центр навчальної літератури, 2003. 148 с.
11. Моделювання систем в середовищі GPSS World: навч. посіб. / Я. І. Соколовський, Ю. В. Шабатура, Я. І. Виклюк [та ін.]; за ред. В. В. Пасічника. Львів : «Новий Світ – 2000», 2020. 288 с.
12. Павленко П. М., Філоненко С. Ф., Чередніков О. М., Трейтяк В. В. Математичне моделювання систем і процесів: навч. посіб. Київ : НАУ, 2017. 392 с.
13. Ситник В. Ф., Орленко Н. С. Імітаційне моделювання: навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. Київ : КНЕУ, 1999. 208 с.
14. Уривський Л. О., Мошинська А. В., Осипчук С. О. Імітаційне моделювання систем і процесів у телекомунікаціях: навч. посіб. [Електронне мережне навчальне видання]. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 202 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/de7cd488-c9a3-433a-b6ce-a5dacff9e9dd/content> (дата звернення 30.08.2024).
15. Флегантов Л. О. Математичні моделі масового обслуговування у практиці інженерів сільського господарства. Навч. посіб. / Л. О. Флегантов. Полтава: Інтерграфіка, 2006-2021. 124 с.
16. Чемерис А., Юринець Р., Мишишин О. Методи оптимізації в економіці: навч. посіб. Київ : Центр навчальної літератури, 2006. 152 с.
17. Ясковець І. І., Протас Н. М., Осипова Т. Ю., Касаткін Д. Ю. Моделювання та прогнозування стану довкілля: [підручник]. Київ : ЦП «Компринт», 2018. 556 с.
18. Abed, A. A., Repilo, I., Zhyvotovskiy, R., Shyshatskyi, A., Hohoniants, S., Kravchenko, S., Zhyvylo, I., Dieniezhkin, M., Protas, N., & Shcheptsov, O. (2021). Improvement of the method of estimation and forecasting of the state of the monitoring object in intelligent decision support systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(3(112)), 43–55. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.237996>
19. Mahdi, Q. A., Shyshatskyi, A., Prokopenko, Y., Ivakhnenko, T., Kupriyenko, D., Golian, V., Lazuta, R., Kravchenko, S., Protas, N., & Momit, A. (2021). Development of estimation and forecasting method in intelligent decision support systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(9(111)), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.232718>

20. Yasnolob I., Chayka T., Gorb O., Demianenko N., Protas N., Halinska T. (2018). The Innovative Model of Energy Efficient Village under the Conditions of Sustainable Development of Ecological Territories, *Journal of Environmental Management and Tourism*, (Volume IX, Summer), 3(27): 648-658. DOI:10.14505/jemt.v9.3(27).25.

Інформаційні ресурси

1. Бібліотека Полтавського державного аграрного університету. URL: <https://www.pdau.edu.ua/content/biblioteka>
2. Державна служба статистики України: *Офіційний сайт*. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
3. ExcelTABLE Working with Tables. URL: <https://exceltable.com/>
4. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського: *Офіційний сайт*. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>
5. Підвищення цифрової компетентності: інструменти для онлайн-навчання. URL: <http://cikt.kubg.edu.ua/>
6. Українські підручники он-лайн (комп'ютерний цикл). URL: <https://pidru4niki.com/informatika/>
7. Сайти наукових журналів:
Кібернетика та системний аналіз. URL: <http://www.kibernetika.org/ContentsUA.html>,
Комп'ютерне моделювання: аналіз, управління, оптимізація.
URL: <http://kmauo.org/> ,
Mathematical Modeling and Computing. URL: <http://science.lpnu.ua/uk/mmc/vsi-vypusky>
8. Microsoft 365: допомога та навчання. URL: <https://support.microsoft.com/uk-UA/microsoft-365>
9. Prometheus: Каталог курсів. URL: <https://prometheus.org.ua/courses-catalog/>