

	<p style="text-align: center;">Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка Фізико-математичний факультет Кафедра комп'ютерних наук</p> <p style="text-align: center;"><b>СИЛАБУС</b> навчальної дисципліни <b>«СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ»</b></p>
---	---

### 1. Загальна інформація про курс

<b>Назва курсу, мова викладання</b>	<b>СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ</b> Мова викладання – українська.
<b>Викладачі</b>	Федорчук Володимир Анатолійович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерних наук
<b>Профайл викладачів</b>	<a href="https://cs.kpnu.edu.ua/2019/11/04/fedorchuk-volodymyr-anatoliyovych/#more-406">https://cs.kpnu.edu.ua/2019/11/04/fedorchuk-volodymyr-anatoliyovych/#more-406</a>
<b>E-mail</b>	<a href="mailto:fedvolod@kpnu.edu.ua">fedvolod@kpnu.edu.ua</a>
<b>Сторінка курсу в MOODLE</b>	<a href="https://moodle.kpnu.edu.ua/course/view.php?id=2205">https://moodle.kpnu.edu.ua/course/view.php?id=2205</a>
<b>Консультації</b>	Розклад проведення консультацій: щосереда 15 <sup>00</sup> – 16 <sup>00</sup> в аудиторії 29 корпусу №4; формат консультацій – групові та індивідуальні у вигляді співбесіди.

### 2. Анотація до курсу

Навчальна дисципліна належить до переліку обов'язкових освітніх компонентів, освітніх компонентів професійної підготовки.

Впродовж навчальних занять здобувачі вищої освіти знайомляться з основами розв'язування прикладних задач методами математичного та комп'ютерного моделювання; з основними методами математичного опису динамічних систем; розглядають питання про обчислювальну складність алгоритмів комп'ютерної реалізації моделей; досліджують і реалізують різні прийоми еквівалентних та апроксимаційних перетворень моделей, розробляють програмні засоби комп'ютерного моделювання.

### 3. Мета і цілі курсу

**Мета дисципліни:** формування у здобувачів вищої освіти основних понять фундаментальних основ теорії комп'ютерного моделювання та вироблення відповідних умінь і навичок застосування теорії комп'ютерного моделювання та інформаційних технологій для розв'язування прикладних задач.

**Завдання:**

- формувати теоретичні знання здобувачів вищої освіти про методи, засоби, технології комп'ютерного моделювання;
- розвивати практичні вміння й навички планування й організації обчислювальних експериментів, здійснення обробки отриманих результатів, застосування методів аналізу, контролю, та діагностування у розв'язуванні різноманітних прикладних задач.

Вивчення дисципліни спрямоване на вироблення наступних **компетентностей**.

**Інтегральна компетентність:**

Здатність розв'язувати задачі дослідницького та/або інноваційного характеру у сфері комп'ютерних наук.

**Загальні компетентності:**

ЗК 01	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
ЗК 02	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК 05	Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.
ЗК 07	Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
СК 01	Усвідомлення теоретичних засад комп'ютерних наук.
СК 02	Здатність формалізувати предметну область певного проекту у вигляді відповідної інформаційної моделі.
СК 03	Здатність використовувати математичні методи для аналізу формалізованих моделей предметної області.
СК 05	Здатність розробляти, описувати, аналізувати та оптимізувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення.
СК 06	Здатність застосовувати існуючі і розробляти нові алгоритми розв'язування задач у галузі комп'ютерних наук.
СК 07	Здатність розробляти програмне забезпечення відповідно до сформульованих вимог з урахуванням наявних ресурсів та обмежень.
СК 12	Здатність використовувати сучасні технології комп'ютерного моделювання у наукових дослідженнях для різних галузей діяльності людини.

**4. Формат курсу**

Стандартний курс (очний). Можливе застосування об'єктно-модульного динамічного середовища навчання Moodle.

**5. Результати навчання**

ПРН 01	Мати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерних наук і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у сфері комп'ютерних наук та на межі галузей знань.
ПРН 02	Мати спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем комп'ютерних наук, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань і процедур.
ПРН 06	Розробляти концептуальну модель інформаційної або комп'ютерної системи.
ПРН 07	Розробляти та застосовувати математичні методи для аналізу інформаційних моделей.
ПРН 10	Проектувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення.
ПРН 16	Виконувати дослідження у сфері комп'ютерних наук.
ПРН 19	Аналізувати сучасний стан і світові тенденції розвитку комп'ютерних наук та інформаційних технологій.
ПРН 20	Досліджувати та використовувати методи і засоби комп'ютерного моделювання для аналізу складних динамічних систем, в тому числі вбудованих.

## 6. Обсяг і ознаки курсу

Найменування показників	Характеристика навчального курсу
	денна форма навчання
Освітньо-професійна програма	Комп'ютерні науки та інформаційні технології
Рік навчання / рік викладання	Перший, другий
Семестр вивчення	2, 3
Кількість кредитів ЄКТС	5,5
Загальний обсяг годин	165
Кількість годин навчальних занять	64
Лекційні заняття	20
Практичні заняття	8
Лабораторні заняття	36
Самостійна та індивідуальна робота	101
Форма підсумкового контролю	екзамен

## 7. Пререквізити курсу

*Дисципліни-пререквізити:* методологія та організація наукових досліджень, технології обчислювального інтелекту, аналіз великих наборів даних.

## 8. Технічне й програмне забезпечення, обладнання

Під час лекційних, практичних занять передбачається використання мультимедійного проектора для демонстрації презентацій.

Під час лабораторних занять використовується обладнання та програмне забезпечення навчальних лабораторій обчислювальної техніки, закріплених за кафедрою комп'ютерних наук. Передбачається використання програмного забезпечення: SciLab, GNU Octave (Local) (GUI) та компілятори мов програмування (за вибором здобувачів). Здобувачі вищої освіти використовують підручники, посібники, зокрема електронні.

Передбачається застосування об'єктно-модульного динамічного середовища навчання MOODLE.

## 9. Політика курсу

**Відвідування занять.** Очікується, що здобувачі відвідуватимуть лекційні та лабораторні заняття. Під час відвідування всіх видів занять і консультацій очікується дотримання правил внутрішнього розпорядку Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка (<http://kpmu.edu.ua/pravy-la-vnutrishnoho-rozporyadku/>) та етичних норм поведінки.

Очікується, що здобувачі дотримуватимуться термінів виконання усіх видів робіт, передбачених курсом. За несвоєчасно подані роботи / завдання (з порушенням визначених термінів) знижуватимуться бали.

Якщо здобувач не відпрацював пропущені навчальні заняття, не виправив оцінки 0,1,2,3, отримані на навчальних заняттях, виконав завдання модульної контрольної роботи (МКР) або самостійної роботи менше ніж на 60% від максимальної кількості балів, виділених на ці види робіт, він вважається таким, що має академічну заборгованість за результатами поточного контролю.

Виконання усіх лабораторних робіт є обов'язковим. Студенти зобов'язані дотримуватися термінів виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.

Пропущені заняття здобувач має відпрацювати. За відпрацьовані лекційні заняття оцінки не ставляться, за практичні заняття нараховуються бали середнього (4, 5, 6), достатнього (7, 8, 9) та високого рівня (10, 11, 12).

Очікується, що здобувачі поступово відпрацьовуватимуть пропущені заняття й завершать цей процес вчасно (до останнього практичного заняття з дисципліни). Відпрацювання лекційного заняття передбачає знання здобувачем ВО питань плану. Відпрацювання пропущеного практичного заняття передбачає опанування теоретичних питань плану заняття й виконання запланованих завдань.

Очікується, що здобувачі не будуть запізнюватися на заняття, а мобільні телефони під час занять використовуватимуть лише з освітньою метою.

**Методи навчання:** лекції, бесіди, дискусії, лабораторні роботи, моделювання, аналіз процесів, робота з першоджерелами і сайтами, проєктне навчання, індивідуальна робота, командна робота.

**Академічна доброчесність.** Дотримання академічної доброчесності регулюється Кодексом академічної доброчесності Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка [https://drive.google.com/file/d/1W\\_tRKAqt4kKFyD1zNzR76uxVZY3mUjBV/view](https://drive.google.com/file/d/1W_tRKAqt4kKFyD1zNzR76uxVZY3mUjBV/view) та Положенням про дотримання академічної доброчесності науково-педагогічними працівниками та здобувачами вищої освіти Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка <https://drive.google.com/file/d/1vwOb8sJzVjHpAnrAmFADtNQWYUUhJny-R/view>.

Очікується, що роботи здобувачів будуть їх оригінальними міркуваннями. Відсутність покликань на використані джерела, фабрикування джерел списування, втручання в роботу інших здобувачів ВО становлять, але не обмежують приклади можливої академічної недоброчесності. Списування під час контрольних робіт заборонені (зокрема, з використанням мобільних пристроїв). Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій чи лабораторній роботі здобувача та фактів списування є підставою для її незарахування викладачем (незалежно від масштабів плагіату чи обману).

**Неформальна та/або інформальна освіта.** Визнання КПНУ ім. І. Огієнка результатів навчання, здобутих шляхом формальної або інформальної освіти регламентовано «Порядок визнання в Кам'янець-Подільському національному університеті імені Івана Огієнка результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти (нова редакція)». (<https://drive.google.com/file/d/19GCSM3y-K496gs8RQJp0mO9FjUJumB4T/view>).

У випадку, якщо здобувач освіти отримав знання у неформальній та інформальній освіті, зарахування результатів навчання здійснюється згідно Порядку визнання результатів навчання здобувачів вищої освіти, отриманих шляхом здобуття неформальної/інформальної освіти в Кам'янець-Подільському національному університеті імені Івана Огієнка, зокрема, якщо їх тематика відповідає змісту навчальної дисципліни (окремій темі або змістовому модулю).

**Література.** Для пошуку рекомендованої літератури здобувачі можуть послуговуватися бібліотекою університету, кафедри комп'ютерних наук, ресурсами Інтернету. Здобувачі ВО заохочуються до використання літератури, якої немає з-поміж рекомендованої.

**Комунікування з викладачем.** Спілкування з викладачами здійснюється під час лекційних, лабораторних і практичних занять (участь у бесідах, дискусіях, відповіді на питання тощо). Очікується, що здобувачі ВО будуть задавати викладачам запитання, цікавитися додатковими відомостями й сучасними науковими знаннями з курсу. Спілкування з викладачами здійснюється через корпоративну електронну пошту. Викладач щотижня проводить консультації.

**Форми контролю.** *Форми поточного контролю:* усні (індивідуальне опитування, фронтальне опитування), письмові (перевірка виконання завдань лабораторних робіт, самостійної роботи, тестування тощо). *Форма модульного контролю:* модульна контрольна робота. *Форма підсумкового контролю:* екзамен.

## 10. Схема курсу

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Разом	у тому числі			
		Лекції	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота
<b>Змістовий модуль 1. Методи та засоби комп'ютерного моделювання складних динамічних систем</b>					
Тема 1. Сучасний стан та світові тенденції розвитку математичного та комп'ютерного моделювання.	7	2	1		4
Тема 2. Способи математичного опису динамічних об'єктів.	7	2	1		4
Тема 4. Структурно-алгоритмічний метод комп'ютерного моделювання складних динамічних систем.	6	2			4
Тема 5. Формування бібліотеки типових ланок динамічних об'єктів при їх структурному моделюванні в засобах візуального моделювання.	6	2			4
Тема 6. З'єднання ланок і перетворення структурних схем лінійних динамічних об'єктів.	7	2	1		4
Тема 7. Створення оборотних моделей об'єктів з розподіленими параметрами.	7	2	1		4
Тема 8. Розв'язування прикладних задач засобами пакетів комп'ютерного моделювання.	50			20	30
<b>Разом годин зі змістового модуля 1</b>	<b>90</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>20</b>	<b>54</b>
<b>Змістовий модуль 2. Методи та засоби програмної реалізації моделей динамічних об'єктів в сучасних комп'ютерно-інтегрованих системах</b>					
Тема 9. Дискретне перетворення Лапласа, z-перетворення. Z-передатна функція в якості дискретної моделі.	6	2			4
Тема 10. Використання z-перетворення для числової реалізації моделей в сучасних комп'ютерно-інтегрованих (вбудованих) системах.	10	2	2		6
Тема 11. Архітектурні рішення при побудові власної комп'ютерної моделюючої системи для розв'язування різноманітних прикладних задач.	48	2		16	30
Тема 12. Інтегральні моделі динамічних об'єктів.	6	1	1		4
Тема 13. Загальні питання ідентифікації моделей систем.	5	1	1		3
<b>Разом годин зі змістового модуля 2</b>	<b>75</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>47</b>
<b>Разом годин з навчальної дисципліни:</b>	<b>165</b>	<b>20</b>	<b>8</b>	<b>36</b>	<b>101</b>

## 11. Система оцінювання та вимоги

Розподіл балів, що присвоюються здобувачам вищої освіти:

Поточний і модульний контроль (60 балів)				МКР	Екзамен	Сума
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2				
Поточний контроль на заняттях		Поточний контроль на заняттях		20	40 балів	100 балів
Практичні заняття	Лабораторні заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття			
10 балів	10 балів	10 балів	10 балів			

### Поточний контроль (40 балів)

Максимальний бал оцінки поточної успішності здобувачів ВО на навчальних заняттях – 12 ([https://drive.google.com/file/d/1aD\\_jeL-jGRbDWAegkQ58tdMxxbqQKuff/view](https://drive.google.com/file/d/1aD_jeL-jGRbDWAegkQ58tdMxxbqQKuff/view)).

Здобувачу, який не виконав поточних завдань, не підготувався до навчальних занять, в журнал обліку роботи академічної групи ставиться 0 балів.

Здобувач ВО, знання, уміння і навички якого на навчальних заняттях за 12-бальною шкалою оцінено від 1 до 3 балів, вважається таким, що недостатньо підготувався до цих занять і має академічну заборгованість за результатами поточного контролю. Поточну заборгованість, пов'язану з непередготовленістю або недостатньою підготовленістю до навчальних занять, здобувач повинен ліквідувати. За ліквідацію поточної заборгованості нараховуються бали середнього (4, 5, 6), достатнього (7, 8, 9) та високого рівня (10, 11, 12).

### Критерії оцінювання знань, умінь, навичок здобувачів вищої освіти

Рівні навчальних досягнень	Оцінка в балах	Критерії оцінювання
Початковий (понятійний)	1	Здобувач вищої освіти володіє навчальним матеріалом на рівні засвоєння окремих термінів, фактів без зв'язку між ними: відповідає на запитання, які потребують відповіді «так» чи «ні».
	2	Здобувач вищої освіти не достатньо усвідомлює мету навчально-пізнавальної діяльності, робить спробу знайти способи дій, розповісти суть заданого, проте відповідає лише за допомогою викладача на рівні «так» чи «ні»; може самостійно знайти відповідь в джерелах інформації.
	3	Здобувач вищої освіти намагається аналізувати на основі елементарних знань і навичок; виявляє окремі закономірності; робить спроби виконання завдань репродуктивного характеру; за допомогою викладача виконує прості завдання за готовим алгоритмом.
Середній (репродуктивний)	4	Здобувач вищої освіти володіє початковими знаннями, здатний виконати завдання за зразком; орієнтується в термінах, поняттях; самостійне опрацювання навчального матеріалу викликає значні труднощі.
	5	Здобувач вищої освіти розуміє суть навчальної дисципліни, може дати визначення понять, категорій (однак з окремими помилками); вміє працювати з джерелами інформації, самостійно опрацьовувати частину навчального матеріалу; виконує прості завдання за алгоритмом, але окремі висновки є нелогічними та непослідовними.
	6	Здобувач вищої освіти розуміє основні положення навчального матеріалу, може поверхнево аналізувати факти, явища, робить певні висновки; відповідь може бути правильною, проте недостатньо осмисленою; самостійно відтворює більшу частину матеріалу; вміє застосовувати знання під час виконання практичних завдань за алгоритмом, послуговуватися додатковими джерелами.
Достатній (алгоритмічно дієвий)	7	Здобувач вищої освіти правильно і логічно відтворює навчальний матеріал, оперує базовими поняттями, встановлює причинно-наслідкові зв'язки між ними; вміє наводити приклади на підтвердження певних думок, застосовувати теоретичні знання у стандартних ситуаціях; самостійно користуватися додатковими джерелами; правильно використовувати термінологію; складати таблиці, схеми, розробляти певні алгоритми.
	8	Знання здобувача вищої освіти досить повні, він вільно застосовує вивчений матеріал у стандартних ситуаціях; вміє аналізувати, робити висновки; відповідь повна, логічна, обґрунтована, однак з окремими неточностями; вміє самостійно працювати, може підготувати наукове повідомлення і обґрунтувати його положення.
	9	Здобувач вищої освіти вільно володіє вивченим матеріалом, застосовує знання у дещо змінених ситуаціях, вміє аналізувати і систематизувати інформацію, робить аналітичні висновки, використовує загальновідомі докази у власній аргументації; чітко тлумачить предметні поняття, категорії; може самостійно опрацьовувати матеріал, виконує прості творчі завдання; має сформовані типові навички.
Високий (творчо-професійний)	10	Здобувач вищої освіти володіє глибокими і міцними знаннями та використовує їх у нестандартних ситуаціях; може визначати особливості процесів, фактів, явищ; робить аргументовані висновки; практично оцінює сучасні здобутки в галузі комп'ютерних наук; самостійно визначає мету власної діяльності; виконує творчі завдання; може сприймати іншу позицію як альтернативну; використовує знання, аналізуючи різні явища, процеси.
	11	Здобувач вищої освіти володіє узагальненими знаннями з навчальної дисципліни, аргументовано використовує їх у нестандартних ситуаціях; вміє знаходити джерела інформації та аналізувати їх, ставити і розв'язувати проблеми, застосовувати вивчений матеріал для власних аргументованих суджень у практичній діяльності (диспути, круглі столи тощо); спроможний за допомогою викладача підготувати виступ на студентську наукову конференцію; самостійно вивчити матеріал; визначити програму своєї діяльності.
	12	Здобувач вищої освіти має системні, дієві знання, виявляє неординарні творчі здібності в навчальній діяльності; використовує широкий арсенал засобів для обґрунтування та доведення своєї думки; розв'язує складні проблемні ситуації та завдання; схильний до системно-наукового аналізу та прогнозу явищ; вміє ставити і розв'язувати проблеми, самостійно знаходити і використовувати інформацію; займається науково-дослідною роботою; логічно та творчо викладає матеріал в усній та письмовій формі; використовує різноманітні джерела інформації; моделює ситуації в нестандартних умовах.



### **Модульна контрольна робота (20 балів)**

Модульна контрольна робота виконується у письмовій формі. До її написання допускаються всі здобувачі ВО групи. Позитивну оцінку за МКР не рекомендується покращувати. Невиконання МКР оцінюється 0 балів.

Модульна контрольна робота містить два питання. Кожне питання оцінюється за 12-бальною шкалою. Підсумкова оцінка за МКР визначається шляхом прямопропорційного перерахування балів.

Здобувачі вищої освіти, які за результатами виконання МКР отримали рейтинговий бал менший 60 % від максимальної кількості балів, виділених на цей вид роботи, а також ті, що не з'явилися для її виконання або не виконали її завдань, вважаються такими, що мають академічну заборгованість за результатами поточного контролю, ліквідація якої є обов'язковою.

### **Самостійна робота**

Перевірку питань й завдань самостійної роботи, які здобувачі освіти готують на практичні заняття, здійснює викладач, який їх проводить. Їх оцінювання є складником загальної оцінки, що виставляється на практичному занятті.

Самостійна робота передбачає опрацювання матеріалу лекційних занять, попередню підготовку до практичних та лабораторних занять; виконання завдань і вправ в позааудиторний час; підготовку до обговорення окремих теоретико-практичних тем; самостійне вивчення окремих теоретичних тем курсу; підготовку до написання модульної контрольної роботи; відвідування консультацій (згідно з графіком консультацій кафедри).

### **Екзамен (40 балів)**

До екзамену допускаються здобувачі ВО, що успішно виконали усі завдання поточного контролю, при умові, що сумарна оцінка поточної успішності становить не менше 36 балів.

Екзаменаційні білети складаються із двох запитань. Перше запитання – теоретичного характеру. Друге питання має практичний характер.

Відповіді на запитання оцінюються за 12-бальною шкалою. Мінімальна позитивна оцінка за екзамен – 24 бали. Оцінка за екзамен визначається так:  $Сер. бал * 40 / 12$ .

### **Рейтингова оцінка з кредитного модуля (100 балів)**

Рейтингова оцінка з кредитного модуля – сумарна підсумкова оцінка за 100-бальною шкалою рівня засвоєння здобувачем вищої освіти певного кредитного модуля (навчальної дисципліни) упродовж його вивчення.

Рейтингова оцінка у балах знань, умінь і навичок здобувача вищої освіти на навчальних заняттях з навчального (змістового) модуля обчислюється після проведення цих занять та ліквідації здобувачем вищої освіти поточної заборгованості, пов'язаної з пропусками занять, непередготовленістю або недостатньою підготовленістю до них.

Оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни здійснюється відповідно до таблиці 1 Положення про організацію освітнього процесу в Кам'янець-Подільському національному університеті імені Івана Огієнка (нова редакція) (<https://drive.google.com/file/d/1ZbMN35h-7ZSJBBOVvL2bTCaLtRbcQA86/view>).

**Таблиця 1**

**Таблиця відповідності шкал оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти**

<b>Рейтингова оцінка з кредитного модуля</b>	<b>Оцінка за шкалою ECTS</b>	<b>Оцінка за національною шкалою</b>
90-100	A (відмінно)	відмінно
82-89	B (дуже добре)	добре
75-81	C (добре)	
67-74	D (задовільно)	задовільно
60-66	E (достатньо)	

Рейтингова оцінка з кредитного модуля	Оцінка за шкалою ECTS	Оцінка за національною шкалою
35-59	FX (незадовільно з можливістю повторного складання )	незадовільно
34 і менше	F (незадовільно з обов'язковим проведенням додаткової роботи щодо вивчення навчального матеріалу кредитного модуля)	

## 12. Основна література

1. Федорчук В. А., Іванюк В. А. Сучасні проблеми комп'ютерного моделювання: навчально-методичний посібник. [Електронний ресурс]. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2023. 101 с. URL: <http://elar.kpnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7548>. Дата звернення – 18.10.2023.
2. Верлань А. А., Федорчук В. А. Моделювання комп'ютерно-інтегрованих силових енергетичних установок: монографія. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2023. 296 с.
3. Верлань А. Ф., Верлань А. А., Ключка К. М., Федорчук В. А. Інтегральні динамічні моделі електричних кіл: Монографія. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2022. 172 с.
4. Дубовой В. М., Юхимчук М. С. Імітаційне моделювання в системі SCILAB/XCOS. URL: <https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fksa>. Дата звернення – 18.10.2023.
5. Кравченко І. В., Микитенко В. І., Тимчик Г. С. Комп'ютерне моделювання: Системи і процеси. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 215 с. URL: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48860/1/Kompiuterne\\_modeliuvannia.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48860/1/Kompiuterne_modeliuvannia.pdf) . Дата звернення – 19.10.2023.
6. Ángel A. Juan Pérez Computer Modeling & Simulation. Open University of Catalonia/. URL: <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/57344/1/Computer%20Modeling%20%26%20Simulation.pdf> . Дата звернення – 27.10.2023.
7. Федорчук В. А., Казанішена Н. В. Комп'ютерне моделювання взаємодії «хижак – жертва» на основі математичної моделі Лотки – Вольтерри. Наукові праці Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка: збірник за підсумками звітної наукової конференції викладачів, докторантів і аспірантів.[Електронний ресурс]. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2024. Вип. 23. С. 773-777. URL: <http://elar.kpnu.edu.ua:8081/xmlui/bitstream/handle/123456789/8023/Naukovi-pratsi-K-PNU-im.I.-Ohienka-zbirnyk-za-pidsumkamy-zvitnoi-naukovoi-konferentsii%e2%80%93Vyp.23.pdf?sequence=3&isAllowed=y> . Дата звернення – 26.08.2024.