

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Волинський національний університет імені Лесі Українки
Факультет інформаційних технологій і математики
Кафедра загальної математики та методики навчання інформатики

СИЛАБУС

нормативного освітнього компонента

ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

Підготовки бакалавра

Предметної спеціальності 014.09 Середня освіта (Інформатика)
освітньо-професійної програми Середня освіта. Інформатика

Луцьк – 2025

Силабус освітнього компонента «Чисельні методи та комп'ютерне моделювання» підготовки бакалавра, галузі знань 01 Освіта / Педагогіка, предметної спеціальності 014 Середня освіта (Інформатика), за освітньою програмою «Середня освіта. Інформатика»

Розробник: Пастернак Вікторія Валентинівна, кандидат технічних наук, доцент

Погоджено

Гарант освітньо-професійної програми:



Світлана ЯЦЮК

Силабус освітнього компонента затверджено на засіданні кафедри загальної математики та методики навчання інформатики
протокол №2 від 15 вересня 2025 р.

Завідувач кафедри:



Марія ХОМЯК

© Пастернак В.В., 2025 р.

I. Опис освітнього компонента

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, предметна спеціальність, освітньо-професійна /освітньо-наукова/освітньо-творча програма, освітній рівень	Характеристика освітнього компонента
Денна (очна) форма навчання	01 Освіта, А4 Середня освіта (Інформатика), А4.09 Середня освіта (Інформатика), Середня освіта (Інформатика) перший (бакалаврський)	Нормативний
Кількість годин/кредитів 120/4		Рік навчання – <u>4-ий</u>
		Семестр – <u>8-ий</u>
		Лекції – 20 год.
ІНДЗ: <u>немає</u>		Практичні – 0 год. Лабораторні – 30 год. Індивідуальні – 0 год.
		Самостійна робота – 62 год.
		Консультації – 8 год.
Мова навчання – <u>українська</u>	Форма контролю: <u>екзамен</u>	

II. Інформація про викладача (- ів)

ППП Пастернак Вікторія Валентинівна

Науковий ступінь кандидат технічних наук

Вчене звання доцент

Посада доцент кафедри загальної математики та методики навчання інформатики

Контактна інформація pasternak.viktorii@vnu.edu.ua

Дні занять <http://194.44.187.20/cgi-bin/timetable.cgi>

III. Опис освітнього компонента

1. Анотація курсу

Освітній компонент «Чисельні методи та комп'ютерне моделювання» передбачає вивчення основних понять та методів чисельного аналізу для вирішення різноманітних математичних та науково-технічних задач. А також, розглядатимуться чисельні методи для наближеного розв'язування рівнянь, інтегрування, диференціальних рівнянь та інших математичних задач з використанням комп'ютерних програм. Крім того, освітня компонента охоплює основи комп'ютерного моделювання, що дозволить отримати навички практичного досвіду з програмування, обробці даних, та критичному аналізу результатів моделювання реальних фізичних явищ та інженерних завдань. А також, розглядатиметься питання вивчення чисельних методів та комп'ютерного моделювання у закладах середньої освіти, зокрема на уроках інформатики.

2. Пререквізити (попередні курси, на яких базується вивчення освітнього компонента)

Базові знання з вищої математики, дискретної математики, теорії ймовірності та математичної статистики, чисельних методів в інформатиці, програмування.

3. Мета і завдання освітнього компонента

Метою освітнього компонента «Чисельні методи та комп'ютерне моделювання» є застосування чисельних методів для розв'язування математичних задач, а також використання комп'ютерного моделювання для аналізу реальних явищ і процесів.

Завдання освітнього компонента:

- 1) ознайомлення здобувачів освіти з основними принципами побудови та реалізації чисельних методів;
- 2) формування навичок аналізу похибок і забезпечення точності чисельних розрахунків;
- 3) розвиток умінь застосовувати чисельні методи для розв'язування задач з інформатики;
- 4) опанування методів побудови математичних моделей реальних процесів і явищ;
- 5) засвоєння сучасних програмних засобів для комп'ютерного моделювання (Python, C++, StarUML або інші);
- 6) формування навичок інтерпретації отриманих результатів моделювання та їх практичного використання.

4. Результати навчання (Компетентності)

Результати навчання:

РН9. *Застосовувати* сучасні інформаційно-комунікаційні та цифрові технології у професійній діяльності.

ПРН2. *Знати* та *розуміти* фізичні, логічні та математичні основи інформаційних технологій.

ПРН3. *Використовувати* інформаційно-комунікаційні технології для подання та обробки текстової, числової, графічної, звукової та відеоінформації.

ПРН5. *Визначати* та *застосовувати* методи розробки алгоритмів розв'язування задач з інформатики, реалізовувати їх мовами програмування, оцінювати ефективність алгоритмів.

ПРН8. *Створювати* інформаційні моделі, реалізовувати їх засобами інформаційно-комунікаційних технологій, *здійснювати* комп'ютерний експеримент, інтерпретувати, аналізувати та узагальнювати його результати.

ПРН11. *Використовувати* програмні засоби загального та спеціального призначення для розв'язання прикладних задач з інформатики.

ПРН13. *Передбачати* та *оцінювати* результати власної діяльності, *аналізувати* перспективний педагогічний досвід з урахуванням закономірностей освітнього процесу закладів загальної середньої освіти.

Компетентності:

ЗК4. Здатність орієнтуватися в інформаційному просторі, здійснювати пошук, аналіз та обробку інформації з різних джерел, ефективно використовувати цифрові ресурси та технології в освітньому процесі.

ПК1. Здатність використовувати знання наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів сучасної інформатики у практиці навчання інформатики.

ПК2. Володіння методами інформаційного моделювання; здатність реалізовувати інформаційну модель засобами інформаційно-комунікаційних технологій; проводити комп'ютерний експеримент, інтерпретувати, аналізувати та узагальнювати його результати.

ПК3. Здатність до використання сучасних методів розробки та дослідження алгоритмів розв'язування задач у моделюванні об'єктів і процесів та реалізації цих алгоритмів сучасними мовами програмування.

ПК4. Здатність використовувати програмні засоби загального та спеціального призначення для розв'язання прикладних задач з інформатики.

ПК6. Здатність розв'язувати задачі різного рівня складності з курсу інформатики закладів загальної середньої освіти, аналізувати та оцінювати ефективність розв'язку та формувати відповідні вміння в учнів.

ПК8. Здатність до цифрового подання та обробки текстової, числової, графічної, звукової та відеоінформації.

5. Структура освітнього компонента

Назви змістових модулів і тем	Усього	Лек.	Лабор.	Сам. роб.	Конс.	*Форма контролю/ Бали
Змістовий модуль 1. Числові методи розв'язування рівнянь та їхніх систем						
Тема 1. Вступ до числових методів розв'язування математичних задач. Стандарти зберігання чисел із плаваючою комою у комп'ютері. Похибка обчислень. Поняття збіжності та стійкості числових алгоритмів.	6	1	2	3	0	ДС, ІР / 2
Тема 2. Розв'язування систем лінійних алгебричних рівнянь. Схема Гаусса щодо послідовного виключення. LU – розклад. Ітераційне покращення розв'язків.	6	1	2	3	0	ДС / 3
Тема 3. Знаходження коренів нелінійних рівнянь та їхніх систем. Відокремлення коренів. Методи бісекції, хорд та Ріддерса. Метод Ньютона – Рафсона. Метод простої ітерації. Системи нелінійних рівнянь.	9	2	2	4	1	ДС, ІР / 2
Тема 4. Дискретне перетворення Фур'є. Швидке перетворення Фур'є. Елементи спектрального аналізу. Цифрові фільтри.	9	2	2	4	1	ДС, ІР / 3
Тема 5. Моделювання даних. Лінійні моделі. Метод найменших квадратів.	8	1	2	4	1	ДС, ІР / 2
Тема 6. Інтерполяція та екстраполяція функцій. Інтерполяція та екстраполяція поліномами. Інтерполяція кубічними сплайнами. Інтерполяція та екстраполяція раціональними функціями.	8	1	2	4	1	ДС, ІР / 3
Тема 7. Числове диференціювання функцій. Диференціювання функцій, інтерпольованих поліномами.	7	1	2	4	0	ДС / 2
Тема 8. Інтегрування звичайних диференціальних рівнянь. Метод Ейлера. Методи Рунге – Кутта.	6	1	1	4	0	ДС / 3
Разом за змістовим модулем 1	59	10	15	30	4	20 б
Змістовий модуль 2. Комп'ютерне моделювання об'єктів та процесів у UML						
Тема 9. Крайові задачі для звичайних диференціальних рівнянь. Метод	8	1	2	4	1	ДС, ІР / 2

стрілби. Моделі і моделювання об'єктів та процесів. Аналіз і візуалізація даних.						
Тема 10. Класифікація комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів. Основні принципи керування.	8	1	2	4	1	ДС, ІР / 3
Тема 11. UseCase діаграми в середовищі StarUML. Моделювання об'єктів та процесів методами StarUML.	9	2	2	4	1	ДС, ІР / 2
Тема 12. Діаграма взаємодії. Основні етапи комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у середовищі UML.	8	1	2	4	1	ДС, ІР / 3
Тема 13. Діаграми класів. Діаграми послідовностей. Системна діаграма послідовностей.	7	1	2	4	0	ДС, ІР / 2
Тема 14. Основи структурного моделювання. Розширені класи, зв'язки. Інтерфейси.	8	2	2	4	0	ДС / 3
Тема 15. Додаткова специфікація та артефакти вимог програмного забезпечення UML.	7	1	2	4	0	ДС / 2
Тема 16. Словник термінів у програмному забезпеченні StarUML.	6	1	1	4	0	ДС / 3
Разом за змістовим модулем 2	61	10	15	32	4	20 б
Види підсумкових робіт						Бал
Модульна контрольна робота 1						Т / 30
Модульна контрольна робота 2						Т / 30
Всього годин /Балів	120	20	30	62	8	100

*Форма контролю: ДС – дискусія, Т – тести, ІР – індивідуальна робота здобувача освіти.

Самостійна робота

Самостійна робота здобувача є основним засобом засвоєння навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових занять, без участі викладача.

Самостійна робота включає в себе:

- опрацювання лекційного матеріалу (перевірка здійснюється під час лабораторних занять та оцінюється при виставленні оцінки за змістовий модуль);
- підготовка до лабораторних занять, виконання домашніх завдань (перевірка здійснюється під час лабораторних занять);
- систематизація вивченого матеріалу перед модульними контрольними роботами (перевірка здійснюється під час контрольних заходів і оцінюється відповідною кількістю балів);
- самостійне опрацювання окремих тем або питань, що попередньо не обговорювались і не розглядались на заняттях (перевірка здійснюється під час лабораторних занять та контрольних заходів, оцінюється відповідною кількістю балів).

Здобувачам також рекомендується для самостійного опрацювання відповідна наукова література та ресурси Інтернету.

Завдання для самостійного опрацювання

№ з/п	Тема	Кількість годин
1	Основи чисельних методів.	2
2	Ланцюгові дроби. Розклад функції на ланцюговий дріб.	2
3	Обчислення значень полінома. Схема Горнера. Обчислення функцій.	2
4	Спеціальні підходи розв'язування алгебричних рівнянь.	2
5	Покращення збіжності рядів.	2
6	Знаходження власних векторів та власних значень квадратних матриць.	2
7	Інтерполяційні формули Ньютона.	2
8	Наближене обчислення невластивих інтегралів.	2
9	Метод Монте-Карло.	2
10	Середовище моделювання StarUML.	2
11	Основні принципи комп'ютерного моделювання мови UML.	2
12	Взаємозв'язок між метамоделлю, моделлю і об'єктом.	2
13	Ітеративний, еволюційний та гнучкий процес мовою моделювання UML.	2
14	Прецеденти. Варіанти використання.	2
15	Основи структурного моделювання. Розширені класи, зв'язки. Інтерфейси.	2
16	Пакети, компоненти. Екземпляри, діаграми об'єктів.	2
17	Діаграма послідовності. Системна діаграма послідовності.	2
18	Діаграми комунікацій та її основні властивості.	2
19	Діаграми діяльності. Події та сигнали.	2
20	Діаграми розгортання. Артефакти. Діаграми артефактів.	2
21	Кооперпації. Шаблони і каркаси. Системи та моделі.	2
22	Підготовка до лабораторних робіт та робота над висновками	10
23	Опрацювання лекційного матеріалу, робота з джерелами інформації	10
	Разом	62

Питання до екзамену

1. Стандарти зберігання чисел із плаваючою комою у комп'ютері.
2. Похибка обчислень. Поняття збіжності та стійкості числових алгоритмів.
3. Схема Гауса щодо послідовного виключення.
4. LU – розклад.
5. Ітераційне покращення розв'язків систем лінійних алгебричних рівнянь.
6. Методи бісекції, хорд та Ріддерса.
7. Метод Ньютона – Рафсона.
8. Метод простої ітерації.
9. Дискретне перетворення Фур'є. Швидке перетворення Фур'є.
10. Елементи спектрального аналізу. Цифрові фільтри.
11. Моделювання даних. Лінійні моделі. Метод найменших квадратів.
12. Інтерполяція та екстраполяція поліномами.
13. Інтерполяція кубічними сплайнами.
14. Інтерполяція та екстраполяція раціональними функціями.
15. Диференціювання функцій, інтерпольованих поліномами.
16. Квадратурні формули Ньютона – Котеса.
17. Екстраполяція за Річардсоном.
18. Інтегрування за Ромбергом.

19. Квадратурні формули Гаусса.
20. Інтегрування звичайних диференціальних рівнянь. Метод Ейлера.
21. Методи Рунге – Кутти.
22. Жорсткі системи диференціальних рівнянь.
23. Крайові задачі для звичайних диференціальних рівнянь. Метод стрільби.
24. Що таке система у програмному забезпеченні UML? Як впливає на систему зовнішнє середовище? Чому існує багато визначень системи?
25. Що розуміють під абстрактною системою?
26. Що розуміють під моделлю? У яких відношеннях перебувають об'єкт моделювання та модель? Чи може система бути моделлю?
27. Класифікація моделей.
28. Діаграма класів (класи, інтерфейси, стереотипи, індикатори видимості, спадкування).
29. Діаграма класів (асоціації, агрегації, композиції, залежності).
30. Перерахуйте основні етапи комп'ютерного моделювання при побудові діаграми компонентів.
31. Основи структурного моделювання. Розширені класи, зв'язки. Інтерфейси.
32. Діаграми варіантів використання (Use Case Diagram).
33. Діаграма послідовності мовою моделювання UML. Системна діаграма послідовностей.
34. Діаграма комунікації. Поясніть основну взаємодію об'єктів системи.
35. Поясніть принцип побудови діаграми станів. Відповідь обґрунтуйте.
36. Діаграма діяльності мовою моделювання UML. Змодельуйте потоки робіт та потоки даних при виникненні подій та отримання сигналів.
37. Принцип побудови діаграми розгортання. Наведіть приклад (комп'ютерне моделювання) діаграми розгортання.
38. Чим відрізняються поняття адекватності і достовірності моделі?
39. Основні пакети метамоделі уніфікованої мови моделювання UML. Поясніть наступні поняття: «Основні елементи», «Елементи поведінки» і «Загальні механізми».
40. Поясніть взаємозв'язок між метамоделлю, моделлю і об'єктом.
41. Які принципи моделювання покладені в основу мови моделювання UML? Перерахуйте основні завдання мови UML.

Політика курсу

Політика щодо оцінювання

Оцінювання знань здобувачів освіти здійснюється згідно «**ПОЛОЖЕННЯ про поточне та підсумкове оцінювання знань здобувачів вищої освіти Волинського національного університету імені Лесі Українки**». Освітня компонента складається з двох змістових модулів та її вивчення передбачає виконання лабораторних робіт. У цьому випадку підсумкова оцінка за 100-бальною шкалою складається із сумарної кількості балів за:

- поточне оцінювання з відповідних тем (максимум 40 балів);
- модульні контрольні роботи (максимум 60 балів).

Поточний контроль (40 балів)		Модульний контроль (60 балів)		Загальна кількість балів
Модуль 1		Модуль 2		
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	МКР 1	МКР 2	
Т 1-8	Т 9-16	Т 1-8	Т 9-16	100
20	20	30	30	

Якщо за результатами семестру накопичено не менше 75 балів і здобувач освіти погоджується із цим результатом, то оцінка за семестр може виставлятися без складання

екзамену. В іншому разі здобувач освіти складає екзамен; максимальна кількість балів, яку можна отримати на екзамені – 60 балів. Вони замінюють бали модульного семестрового контролю, поточний семестровий контроль при цьому зберігається. Оцінка за семестр у випадку складання екзамену є сумою балів поточного контролю та балів, отриманих під час екзамену. Повторне складання екзамену допускається не більше як два рази: один раз – викладачеві, другий – комісії, яку створює декан факультету.

Здобувачу освіти також можуть бути зараховані результати навчання, здобуті у процесі формальної, неформальної та/або інформальної освіти відповідно до «ПОЛОЖЕННЯ про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у Волинському національному університеті імені Лесі Українки». Визнанню можуть підлягати результати навчання, що відповідають тематиці освітнього компоненту, його окремому розділу, темі (темам) або індивідуальному завданню, які здобувач освіти самостійно набув, вивчаючи освітні ресурси (семінари, інтернет-курси, професійні стажування та ін.) на онлайн-платформах Prometheus (<https://prometheus.org.ua>), EdEra (<https://www.ed-era.com>) та інших, і підтвердив відповідними сертифікатами.

Поєднання навчання та досліджень. Здобувачі вищої освіти мають можливість додатково отримати бали за виконання індивідуальних завдань дослідницького характеру, зокрема, написання та опублікування наукових тез та статей з тематики дисципліни. За рішенням кафедри здобувачам, які брали участь у роботі конференцій, підготовці наукових публікацій, конкурсах студентських наукових робіт за тематикою ОК й досягли значних результатів, може бути присуджено додаткові (бонусні) бали, які зараховуються як результати поточного контролю. Систему бонусних балів погоджує науково-методична комісія факультету інформаційних технологій і математики. При цьому загальна кількість балів, що вноситься до відомості за поточну роботу, у випадку ОК, де передбачено екзамен, не може перевищувати 40 б.

Критерії оцінювання навчальних досягнень під час аудиторних занять

К-ть балів	Критерії оцінювання навчальних досягнень
3 бали	Оцінюється відповідь здобувача освіти, який у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних запитань та лабораторних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову та додаткову літературу, вільно володіє основними принципами чисельних методів, наводить конкретні практичні результати, демонструє навички із програмування, здійснює аналіз та робить обґрунтовані висновки.
2,5 бали	Оцінюється відповідь здобувача освіти, який у повному обсязі володіє навчальним матеріалом та аргументовано його викладає, обґрунтовано розкриває зміст теоретичних запитань та лабораторних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову та додаткову літературу, вільно пояснює основні принципи чисельних методів, наводить конкретні практичні результати (демонструє навички із програмування), робить висновки.
2 бали	Оцінюється відповідь здобувача освіти, який достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає, в основному розкриває зміст теоретичних запитань та лабораторних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову літературу. Але при висвітленні деяких питань не вистачає достатньої глибини (аргументації) та практичних навичок, допускаються при цьому окремі неістотні неточності та незначні помилки.
1,5 бали	Оцінюється відповідь здобувача освіти, який відтворює значну частину навчального матеріалу, висвітлює його основний зміст, виявляє елементарні знання окремих теорій. Не здатний до глибокого, всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, не користується необхідною літературою, допускає істотні неточності та помилки під час виконання лабораторних робіт.

1 бал	Оцінюється робота здобувача освіти, який володіє теоретичним навчальним матеріалом у достатньому обсязі, проте фрагментарно, поверхнево (без аргументації та без практичних навичок) обґрунтовує практичну складову освітнього компонента.
0,5 балів	Оцінюється робота здобувача освіти, який не володіє навчальним матеріалом у достатньому обсязі, проте фрагментарно, поверхнево (без аргументації та обґрунтування) викладає окремі питання освітнього компонента, не розкриває зміст теоретичних питань і не володіє практичною складовою.
0 балів	Оцінюється відповідь здобувача освіти, який не володіє навчальним матеріалом та не в змозі його висвітлити, не розуміє змісту теоретичних питань та лабораторних завдань.

Шкала оцінювання знань здобувачів освіти з формою контролю – екзамен

Оцінка в балах	Лінгвістична оцінка	Оцінка за шкалою ECTS	
		оцінка	пояснення
90–100	Відмінно	A	відмінне виконання
82–89	Дуже добре	B	вище середнього рівня
75–81	Добре	C	загалом хороша робота
67–74	Задовільно	D	непогано
60–66	Достатньо	E	виконання відповідає мінімальним критеріям
1–59	Незадовільно	Fx	необхідне перескладання

Вирішення конфліктних ситуацій

Будь-яка конфліктна ситуація, яка виникає в учасників освітнього процесу вирішується згідно Положення про порядок і процедури вирішення конфліктних ситуацій у ВНУ імені Лесі Українки.

Політика викладача щодо здобувача освіти

Усі учасники освітнього процесу повинні дотримуватись вимог чинного законодавства України, Статуту і Правил внутрішнього розпорядку ВНУ імені Лесі Українки, загально-прийнятих моральних принципів, правил поведінки та корпоративної культури; підтримувати атмосферу доброзичливості, відповідальності, порядності й толерантності. Атмосфера на заняттях повинна бути творчою, відкритою до конструктивної критики. Недопустимі запізнення на заняття та списування. Очікується, що всі здобувачі освіти відвідають усі лекції і лабораторні заняття освітнього компоненту.

Політика щодо академічної доброчесності

Політика, стандарти та процедури дотримання академічної доброчесності у Волинському національному університеті імені Лесі Українки знайшли своє відображення в «КОДЕКСІ академічної доброчесності Волинського національного університету імені Лесі Українки». Вимоги до академічної доброчесності визначаються «ПОЛОЖЕННЯМ про систему запобігання та виявлення академічного плагіату у науково-дослідній діяльності здобувачів вищої освіти і науково-педагогічних працівників Волинського національного університету імені Лесі Українки».

Під час навчання учасники освітнього процесу зобов'язані дотримуватися академічної доброчесності: етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової діяльності.

Дотримання академічної доброчесності здобувачами передбачає: самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їх індивідуальних потреб і можливостей); посилання на джерела інформації у разі використання ідей, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право; надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності.

Під час оцінювання результатів навчання студенти не користуються забороненими засобами (мобільний телефон, планшет, конспект, навчальна література, інші джерела інформації, в тому числі Інтернет-ресурси), самостійно виконують запропоновані завдання.

Політика щодо дефайнів та перекладання

Якщо здобувач вищої освіти був відсутній на заняттях з будь-якої причини, він/вона вивчають теоретичний матеріал самостійно використовуючи навчальні посібники, конспекти лекцій, виконують всі завдання для аудиторних занять, всі домашні завдання. Прозвітуватися про виконання завдань можна під час консультацій, одночасно при цьому з'ясувати незрозумілі моменти, задати запитання викладачу.

Перекладання модульних контрольних робіт заборонено. Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку.

Методичне забезпечення

1. Пастернак В.В. Обчислювальні методи: конспект лекцій для студентів спеціальності 014 Середня освіта (Інформатика) першого (бакалаврського) рівня. Луцьк: ПП Мажула Ю.М., 2023. 95 с. Режим доступу: <https://evnuir.vnu.edu.ua/handle/123456789/22395>.

2. Пастернак В.В. Обчислювальні методи: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. Луцьк: ПП Мажула Ю.М., 2023. 60 с. Режим доступу: <https://evnuir.vnu.edu.ua/handle/123456789/22396>.

3. Pasternak V. Computer modelling of objects and processes. *Lambert Academic Publishing*. 2022. 110 p. Режим доступу: <https://www.morebooks.shop/shop-ui/shop/product/9786204981628>.

4. Pasternak V., Samchuk L., Huliieva N., Andrushchak I., Ruban A. Investigation of the Properties of Powder Materials Using Computer Modeling. *Materials Science Forum*. 2021. № 1038. P. 33-39. (Scopus).

5. Pasternak V. Investigation of the Properties of Structurally Inhomogeneous Materials with Elements of Computer Modeling. *Lambert Academic Publishing*. 2021. 60 p. Режим доступу: <https://www.amazon.com/Investigation-Properties-Structurally-Inhomogeneous-Materials/dp/6204183311>

6. Волощук В.А. Комп'ютерне моделювання процесів і систем: створення в пакеті MatLab систем керування на основі сучасних методів теорії управління. Лабораторний практикум: навчальний посібник / за ред. В.А. Волощука. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 90 с.

7. Документація із застосування в пакеті MatLab Model Predictive Control Toolbox. Режим доступу: https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/mpc/index.html.

8. Офіційний сайт UML. Режим доступу: <https://www.uml.org/>.

Рекомендована література

1. Андруник В.А., Висоцька В.А., Пасічник В.В., Чирун Л.Б., Чирун Л.В. Чисельні методи в комп'ютерних науках: навчальний посібник / за ред. В.А. Андруника. Львів: Видавництво «Новий світ – 2000», 2020. 470 с.

2. Андруник В.А., Висоцька В.А., Пасічник В.В., Чирун Л.Б., Чирун Л.В. Чисельні методи в комп'ютерних науках: навчальний посібник / за ред. В.В. Пасічника. Львів: Видавництво «Новий Світ – 2000», 2020. 536 с.

3. Unhelkar Bh. Software Engineering with UML. *Auerbach Publications, CRC PRESS*. 2020. 427 p. Режим доступу: <https://www.abebooks.com/9781138297432/Software-Engineering-UML-Unhelkar-Bhuvan-1138297437/plp>.
4. Кравченко І.В., Микитенко В.І., Тимчик Г.С. Комп'ютерне моделювання: системи і процеси: навчальний посібник / за ред. І.В. Кравченко. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 215 с. Режим доступу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48860/1/Kompiuterne_modeliuvannia.pdf.
5. Додонов О.Г., Кузьмичов А.І. Мережеві організаційні структури управління. Моделювання та візуалізація засобами Excel / за ред. О.Г. Додонова. Київ: Ліра-К, 2021. 264 с. Режим доступу: <http://www.ipri.kiev.ua/fileadmin/BOOK/12834.pdf>.
6. Яланецький В.А. Моделювання процесів і систем: навчальний посібник / за ред. В.А. Яланецьким. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 134 с. Режим доступу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48454/1/Modeliuvannia_protseviv_i_system_praktykum.
7. Бойко А.П., Дворник О.В. Комп'ютерне проектування в середовищі 3Ds Max: навчальний посібник / за ред. А.П. Бойко, О.В. Дворника. Миколаїв: ЧНУ ім. Петра Могили, 2020. 140 с. Режим доступу: <https://dspace.chmnu.edu.ua/jspui/handle/123456789/380>.
8. Horstmann C. Core Java Volume II. Advanced Features. *Pearson*. 2019. 1040 p. Режим доступу: <https://www.amazon.com/Core-Java-II-Advanced-Features-11th/dp/0135166314>.
9. Положення про комітет з етики наукових досліджень Волинського національного університету імені Лесі Українки. 2020. URL: <https://ra.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/11/Komitet-z-etyky-naukovyh-doslidzhen-.pdf>.
10. Положення про організацію навчального процесу на першому (бакалаврському) та другому (магістерському) рівнях у Волинському національному університеті імені Лесі Українки. 2022. URL: <https://bit.ly/3VMJFXA>.
11. Положення про порядок формування індивідуальної траєкторії навчання здобувачів освіти Волинського національного університету імені Лесі Українки. 2022. URL: <https://bit.ly/3PqWfSA>.
12. Положення про систему запобігання та виявлення академічного плагіату Волинського національного університету імені Лесі Українки. 2021. URL: <https://ra.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/03/Polozhennya-pro-systemu-zapobigannya-ta-vyyavlenya-akademichnogo-plagiatu.pdf>.
13. Проект професійного стандарту «Вчитель закладу загальної середньої освіти». URL: https://nus.org.ua/wp-content/uploads/2020/12/Nakaz_2736.pdf.