

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Волинський національний університет імені Лесі Українки
Факультет інформаційних технологій і математики
Кафедра математичного аналізу та статистики

СИЛАБУС

нормативного освітнього компонента

КОМП'ЮТЕРНА ДИСКРЕТНА МАТЕМАТИКА

(назва освітнього компонента)

підготовки

бакалавра

(назва освітнього рівня)

спеціальності

122 Комп'ютерні науки

(шифр і назва спеціальності)

освітньо-професійної програми **Комп'ютерні науки та інформаційні технології**

(назва освітньо-професійної програми)

Луцьк – 2024

Силабус навчальної дисципліни КОМП'ЮТЕРНА ДИСКРЕТНА МАТЕМАТИКА
підготовки бакалавра, галузі знань 12 Інформаційні технології, спеціальності 122
Комп'ютерні науки, за освітньою програмою Комп'ютерні науки та інформаційні
технології

Розробник: Швай Ольга Леонідівна, кандидат педагогічних наук, доцент



Погоджено

Гарант освітньо-професійної програми:



Гришанович Т.О.

Силабус освітнього компонента затверджено на засіданні кафедри математичного
аналізу та статистики

протокол № 3 від 25 вересня 2024 р.



Завідувач кафедри:

(Федуник-Яремчук О.В.)

I. Опис освітнього компонента

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, освітній рівень	Характеристика освітнього компонента
Денна (очна) форма навчання	12 Інформаційні технології, 122 Комп'ютерні науки, Комп'ютерні науки та інформаційні технології, перший (бакалаврський)	Нормативна
Кількість годин/кредитів 150 /5		Рік навчання 2024-2025
		Семестр перший
		Лекції 36 год.
		Практичні (семінарські) 36 год.
ІНДЗ: є		Самостійна робота 68 год.
		Консультації 10 год.
	Форма контролю: екзамен	
Мова навчання		українська

II. Інформація про викладача

ПІП	<u>Швай Ольга Леонідівна</u>
Науковий ступінь	<u>кандидат педагогічних наук</u>
Вчене звання	<u>доцент</u>
Посада доцент	<u>доцент</u>
Контактна інформація	

Електронна адреса викладача: Shvai.Olga@gmail.com
Телефон: 0972125052

Дні занять

Аудиторні заняття проводяться за розкладом:
<http://194.44.187.20/cgi-bin/timetable.cgi>
Консультації викладача відповідно затвердженого графіку.

III. Опис освітнього компонента

• Анотація курсу

Дисципліна «Комп'ютерна дискретна математика» належить до переліку нормативних навчальних дисциплін, забезпечує професійний розвиток бакалавра та спрямована на вивчення об'єктів, що мають дискретний характер. Основне завдання вивчення дисципліни – навчити студентів використовувати сучасні методи дискретної математики для подання та обробки інформації в комп'ютерах та для вирішення логіко-комбінаторних задач.

Розглядаються питання, які є основою теорії інформаційних систем та мають широке застосування у комп'ютерних науках та криптографії, а саме: здатність до застосування теорії множин і теорії відношень при обробці результатів спостереження та здійснення їх кількісного аналізу; здатність до використання комбінаторних конфігурацій при розробці алгоритмів розв'язання обчислювальних задач; здатність до застосування теорії графів до

розв'язання оптимізаційних задач фахової направленості; здатність до застосування логіки для проектування математичного та лінгвістичного забезпечення захисту обчислювальних систем, обробки інформації тощо.

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

Елементарна математика в обсязі програми повної загальної середньої освіти.

Постреквізити (освітні компоненти, для вивчення яких потрібні знання, уміння і навички, що здобуваються після закінчення вивчення даного освітнього компонента).

Безпосереднє застосування результатів навчання комп'ютерної дискретної математики при вивченні дисциплін «Вибрані питання теоретичної інформатики», «Математична логіка та теорія алгоритмів», «Алгоритми та структури даних», а також усіх тих дисциплін, які використовують результати навчання вищеназваних.

Мета і завдання освітнього компонента.

Формування особистості, розвиток аналітичного та синтетичного мислення, математичної культури та інтуїції; оволодіння теоретичними основами, понятійним апаратом та методами дискретної математики; набуття знань, умінь для подальшого успішного вивчення інших дисциплін та навичок застосування отриманих знань на практиці; формування таких загальних та спеціальних компетентностей:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1).
- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК2).
- Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК3).
- Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (ЗК4).
- Здатність спілкуватися іноземною мовою (ЗК5).
- Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями (ЗК6).
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК7).
- Здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК8).
- Здатність бути критичним і самокритичним (ЗК10).
- Здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК11).
- Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт (ЗК12).
- Здатність діяти на основі етичних міркувань (ЗК13).
- Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтовування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування (СК1).

Результати навчання (Компетентності).

Вивчення комп'ютерної дискретної математики сприяє тому, що здобувачі будуть:

- Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук (ПРН1).
- Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації (ПРН2).

Структура освітнього компонента

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин						
	Усього	у тому числі					
		Лек.	Практ. (Семін.)	Лаб.	Конс.	Сам. роб.	Форма контролю/бали
Змістовий модуль 1. Основи теорії множин							
Тема 1. Елементи математичної логіки.	7	2	2	0	1	2	Р3/5
Тема 2. Множини та відношення на множинах.	13	4	4	0	1	4	Р3/5
Тема 3. Комбінаторика	23	4	4	0	1	14	Р3/5
Модульна контрольна робота 1							15
Разом за змістовим модулем 1	43	10	10	0	3	20	30
Змістовий модуль 2. Теорія графів							
Тема 4. Основні поняття теорії графів	26	4	4	0	2	16	Р3/5
Тема 5. Пошук оптимальних маршрутів у графі.	14	4	4	0	2	4	Р3 /5
Модульна контрольна робота 2							15
Разом за змістовим модулем 2	40	8	8	0	4	20	25
Змістовий модуль 3. Булеві функції. Теорія скінчених автоматів							
Тема 8. Булеві функції.	35	10	10	0	1	14	Р3/5
Тема 9. Теорія скінчених автоматів.	32	8	8	0	2	14	Р3, ІНД3/5, 5
Модульна контрольна робота 3							30
Разом за змістовим модулем 2	67	18	18		3	28	45
ВСЬОГО годин/балів	150	36	36		10	68	100

--	--	--	--	--	--	--	--

Методи контролю*: РЗ – розв’язування задач, ІНДЗ – індивідуальне завдання, МКР – модульна контрольна робота.

IV. Політика оцінювання

Оцінювання навчальних досягнень з комп’ютерної дискретної математики здійснюється за результатами поточного контролю та підсумкового модульного контролю (письмові модульні контрольні роботи).

Максимальна кількість балів, яку може заробити студент під час поточного оцінювання за семестр – 40 балів. Підсумковий модульний контроль за семестр включає в себе оцінки за всі модульні контрольні роботи (МКР). Максимальна кількість балів, яку може заробити студент під час модульного контролю за семестр складає 60 балів.

Призери студентської математичної олімпіади, яка проводиться на факультеті, можуть отримати додаткові (бонусні) бали за правильне розв’язання задач з дискретної математики на олімпіаді, які виставляються у поточне оцінювання.

Передбачається виконання індивідуальних завдань. Варіант ІНДЗ включає себе набір завдань, що охоплюють одну або кілька близьких тем. Письмові модульні контрольні роботи містять типові завдання відповідного змістового модуля.

Підсумкова семестрова оцінка виставляється без складання екзамену за результатами поточного і модульного контролю у випадку, якщо студент успішно виконав усі завдання, передбачені силабусом, і набрав при цьому не менше 75 балів.

Максимальна кількість балів, яку можна отримати на екзамені – 60 балів. Вони замінюють бали модульного семестрового контролю, поточний семестровий контроль при цьому зберігається.

Критерії оцінювання знань здобувачів освіти під час аудиторних занять

Кількість балів	Критерії оцінювання навчальних досягнень
5 балів	Оцінюється відповідь здобувача освіти, який у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно й аргументовано його викладає, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних запитань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов’язкову та додаткову літературу, вільно послуговується науковою термінологією, наводить аргументи на підтвердження власних думок, здійснює аналіз та робить висновки.
4 бали	Оцінюється відповідь здобувача освіти, який достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає, в основному розкриває зміст теоретичних запитань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов’язкову літературу, послуговується науковою термінологією. Але при висвітленні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі неістотні неточності та незначні помилки.
3 бали	Оцінюється відповідь здобувача освіти, який відтворює значну частину навчального матеріалу, висвітлює його основний зміст, виявляє

	елементарні знання окремих положень. Однак не здатний до глибокого, всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, не користується необхідною літературою, допускає істотні неточності та помилки.
2 бали	Оцінюється відповідь здобувача освіти, який достатньо не володіє навчальним матеріалом, однак фрагментарно, поверхово (без аргументації й обґрунтування) викладає питання, не розкриває зміст теоретичних питань і практичних завдань.
1 бал	Оцінюється відповідь здобувача освіти, який не в змозі викласти зміст більшості питань теми, володіє навчальним матеріалом на рівні розпізнавання явищ, допускає істотні помилки, відповідає на запитання, що потребують однослівної відповіді.
0 балів	Оцінюється відповідь здобувача освіти, який не володіє навчальним матеріалом та не в змозі його висвітлити, не розуміє змісту теоретичних питань та практичних завдань.

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» (<http://surl.li/nrtv>).

Політика викладача щодо здобувача освіти

Усі учасники освітнього процесу повинні дотримуватись вимог чинного законодавства України, Статуту (<https://cutt.ly/KNUhX5f>) і Правил внутрішнього розпорядку ВНУ імені Лесі Українки (<https://cutt.ly/YNUjtIT>), загальноприйнятих 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; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття; списування.

Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і практичні заняття курсу.

Визнання результатів навчання з комп'ютерної дискретної математики, які отримані у формальній освіті, здійснюється згідно «Положення про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у ВНУ імені Лесі Українки» (<https://cutt.ly/yNUt5Y4>). Визнання результатів навчання шляхом перезарахування кредитів та результатів навчання, отриманих у формальній освіті, можливе: під час переведення студента з іншого навчального закладу; під час поновлення студента на навчання до ВНУ імені Лесі Українки; під час здобуття студентом ступеня вищої освіти у двох і більше навчальних закладах або ОПП.

Підстава для визнання результатів навчання – це надана студентом академічна довідка, завірена у встановленому порядку, індивідуальний навчальний план (залікова книжка) студента або додаток до диплому про попередню освіту. Рішення щодо зарахування залікових кредитів, отриманих у формальній освіті, приймає створена розпорядженням декана Предметна комісія.

Поєднання навчання та досліджень. Призери студентської математичної олімпіади, яка проводиться на факультеті, можуть отримати додаткові (бонусні) бали за правильне

розв'язання задач з дискретної математики на олімпіаді, які виставляються у поточне оцінювання.

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 не може перевищувати 40 б.

Політика щодо академічної доброчесності

Кожен студент повинен ознайомитися і слідувати Кодексу академічної доброчесності Волинського національного університету імені Лесі Українки (<https://cutt.ly/8NUhbhB>), дотримуватись 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 особливим освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їх індивідуальних потреб і можливостей); посилення 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 дедлайнів та перескладання

Якщо здобувач вищої освіти був відсутній на заняттях з будь-якої причини, він/вона вивчають теоретичний матеріал самостійно використовуючи навчальні посібники, конспекти лекцій, інформаційні матеріали на ресурсі Moodle (<https://moodle-cs.vnu.edu.ua/>) виконують всі завдання для аудиторних занять, всі домашні завдання.

Прозвітуватися про виконання завдань можна у встановлені викладачем терміни під час консультацій, одночасно при цьому з'ясувати незрозумілі моменти, задати запитання викладачу. Заборгованість із модуля повинна бути ліквідована студентом до початку підсумкового контролю з наступного модуля. Кінцевий термін ліквідації заборгованості з модульного контролю обмежується початком заліково-екзаменаційної сесії.

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

V. Підсумковий контроль

Підсумковий контроль проводиться у формі екзамену. Екзамен проходить у письмовій формі (тривалість 90 хв.). На іспит виносяться основні питання, типові та комплексні задачі, завдання, що потребують творчої відповіді та уміння синтезувати отриманні знання і застосовувати їх під час розв'язання практичних задач.

У кожному екзаменаційному білеті міститься по два теоретичних питання, а також тестові завдання двох рівнів складності. 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 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.

Перелік питань до іспиту

1. Висловлення та логічні операції над ними. Приклади.
2. Рівносильні висловлення. Логічні формули. Закони логіки. Приклади.
3. Предикати. Квантори. Приклади.
4. Поняття множини. Способи задання множини. Підмножина. Приклади.
5. Операції над множинами. Приклади. Властивості операцій над множинами
6. Декартовий добуток множин. Бінарні відповідності їх способи задання. Типи відповідностей: порожня, повна, сюр'єктивна, ін'єктивна, бієктивна, функціональна. Приклади.
7. Операції над відповідностями. Властивості операцій над відповідностями. Приклади.
8. Відношення на множинах. Типи відношень. Приклади.
9. Відношення еквівалентності. Його граф та матриця. Поняття фактор-множини. Розбиття множини на класи еквівалентності.
10. Відношення порядку. Його граф і матриця. Відношення строгого, нестрогого, лінійного порядку. Поняття впорядкованої множини.
11. Ізоморфізм частково впорядкованих множин. Діаграми Хассе. Приклади.
12. Поняття графа. Степені вершин графа. Маршрути, ланцюги та цикли в графах.
13. Орієнтовані графи. Степені входу і виходу вершин орграфів. Джерело, стік, ізольовані вершини.
14. Різновиди графів: повні, регулярні, порожні, платонові, двочастинні. Приклади.
15. Ізоморфізм графів. Приклади.
16. Частини графа і підграфи. Приклади.
17. Операції над графами. Приклади.
18. Матричне задання графів. Матриці суміжності та інцидентності. Властивості матриць. Приклади.
19. Зв'язність і компоненти зв'язності графа. Мости, їх ознаки. Приклади.
20. Алгоритми пошуку маршрутів у графах. Теорема Террі. Приклад.
21. Алгоритми пошуку мінімальних маршрутів у не навантаженому графі. Приклад.
22. Алгоритм пошуку мінімальних маршрутів у навантаженому графі. Приклад.
23. Ейлерові графи. Необхідна і достатня умова існування ейлеревих графів.
24. Теорема про ейлерові ланцюги. Алгоритм Флері. Приклади.
25. Гамільтонові графи. Достатні умови існування гамільтонових графів.
26. Поняття дерева, лісу. Орієнтовані дерева.
27. Кістяк зв'язного графа. Алгоритм відшукування кістяка і мінімального кістяка графа.
28. Планарні графи. Теорема Понтрягіна-Куратовського.
29. Задача розфарбовування графа. Теорема про p -ять фарб.
30. Предмет комбінаторики. Правила суми і добутку.
31. Перестановки, розміщення без повторень. Приклади.
32. Комбінації без повторень. Властивості комбінацій. Трикутник Паскаля. Приклади.
33. Біном Ньютона. Поліноміальна теорема. Її застосування. Приклади.
34. Розміщення з повтореннями. Приклади.
35. Перестановки з повтореннями. Приклади.
36. Комбінації з повтореннями. Приклади.
37. Формула включень і виключень. Приклади.

38. Булеві функції. Табличний спосіб визначення функцій. Булеві функції від однієї та двох змінних.
39. Фіктивні змінні. Рівність булевих функцій. Приклади.
40. Реалізація булевих функцій формулами і операція суперпозиції. Приклади.
41. Алгебри булевих функцій. Закони алгебри Буля і алгебри Жегалкіна. Формули переходу від однієї алгебри до іншої. Приклади.
42. Принцип двоїстості в алгебрі Буля та в алгебрі Жегалкіна. Приклади.
43. Диз'юнктивні нормальні форми. Теорема про можливість представлення будь-якої формули булевої алгебри у еквівалентній їй ДНФ. Приклади.
44. Досконалі диз'юнктивні нормальні форми. Теорема про єдиність представлення булевої функції у ДДНФ. Способи побудови ДДНФ.
45. Кон'юнктивні нормальні форми. Можливість представлення будь-якої формули булевої алгебри у еквівалентній їй КНФ. Приклади. Способи побудови ДКНФ.
46. Поліноми Жегалкіна. Приклади. Теорема про зображення булевої функції поліномом Жегалкіна.
47. Способи одержання поліномів Жегалкіна. Приклади.
48. Замкнуті класи булевих функцій. П'ять найважливіших замкнутих класів. Приклади.
49. Повнота системи булевих функцій. Критерій функціональної повноти системи булевих функцій. Приклади.
50. Мінімізація булевих функцій. Канонічна задача мінімізації. Етапи знаходження мінімальної ДНФ. Методи Блейка та Нельсона. Приклади.
51. Знаходження тупикової ДНФ за імплікантною таблицею Куайна. Приклад.
52. Дискретний перетворювач інформації. Детерміновані функції. Приклади.
53. Задання детермінованих функцій за допомогою дерев. Приклади.
54. Вага дерева. Обмежено-детерміновані функції. Їх задання діаграмами Мура. Приклади.
55. Задання обмежено-детермінованих функцій канонічними рівняннями. Приклади.
56. Означення абстрактного автомата. Автомати Мілі та Мура.
57. Еквівалентні автомати. Задача мінімізації абстрактних автоматів. Теорема про існування мінімального автомата.
58. Алгоритм мінімізації Ауфемкампа-Хона. Приклад.

VI. Шкала оцінювання

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	Ех	Необхідне перекладання
------	--------------	----	------------------------

VI. Рекомендована література та інтернет-ресурси

МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Швай О.Л. Практикум із дискретної математики: навч. посіб. 2-ге вид., переробл. і допов. Луцьк: Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2020. 236 с. *Гриф «Рекомендовано до друку вченою радою Волинського національного університету імені Лесі Українки» (Протокол №14 від 26.11.2020 р.).*
2. Швай О.Л. Комбінаторні задачі: навч. посіб. Луцьк: СЛУ імені Лесі Українки, 2018. 142 с. *Гриф «Рекомендовано до друку вченою радою Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки» (Протокол №14 від 29.11.2018 р.).*
3. Швай О. Л., Пожарська К.В. Конспект лекцій з дисципліни «Комп'ютерна дискретна математика». (Розділ «Комбінаторний аналіз»). Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2020. 55 с.
4. Швай О. Л., Пожарська К.В. Методичні вказівки по розв'язуванню задач з дисципліни «Комп'ютерна дискретна математика». Луцьк: Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2020. 70 с.
5. Швай О. Л., Пожарська К.В. Збірник тестових завдань з дисципліни «Комп'ютерна дискретна математика». Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2020. 52 с.

ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Балога С.І Дискретна математика. Навчальний посібник. Ужгород : ПП «АУТДОРШАРК», 2021. 124 с.
2. Капітонова Ю.В., Кривий С.Л., Летичевський О.А., Луцький Г.М., Печурін М.К. Основи дискретної математики. Київ : Наукова думка, 2002. 567 с.
3. Матвієнко М. П. Дискретна математика. Київ : Ліра-К, 2019. 324 с.
4. Нікольський Ю.В., Пасічник В.В., Щербина Ю.М. Дискретна математика. Львів : Магнолія, 2011. 432 с.
5. Шевченко Г.В., Шкапа В.В. Дискретна математика. Навчально-методичний посібник. Київ : ДУТ, 2018. 158 с.

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Борисенко О. А. Лекції з дискретної математики. Суми: Університетська книга, 2002. 180с.
2. Гнатів Б.В., Гладун В.Р., Гнатів Л.Б. Дискретна математика. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2021. 400с.
3. Швай О. Л. Дискретна математика. Луцьк: РВВ «Вежа» Волин. нац. ун-ту імені Лесі Українки, 2008. 188с. *Гриф «Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. (Лист № 1.4/18-11 33 від 10.01.2009 р.).*
4. Lehman E., Leighton T., Meyer A., Mathematics for Computer Science, 2011. 708 p.