МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет електроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра радіофізики та комп'ютерних технологій

Затверджено
На засіданні
кафедри радіофізики та комп'ютерних технологій
факультету електроніки та комп'ютерних технологій
Львівського національного університету імені Івана Франка
(протокол № ____ від _____ 2024 р.)

Завідувач кафедри:

_____ Іван КАРБОВНИК

Силабус з навчальної дисципліни „Дискретна математика”, що викладається в межах ОПП „Інформаційні системи та технології” першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з спеціальності 126 – Інформаційні системи та технології

Львів 2024 р.

Назва дисципліни	Дискретна математика
Адреса викладання дисципліни	Корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Драгоманова, 50, м. Львів, 79005, вул. ген. М. Тарнавського, 107, м. Львів, 79017
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій Кафедра радіофізики та комп'ютерних технологій
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 – Інформаційні технології 126 – Інформаційні системи та технології
Викладачі дисципліни	Вельгош Сергій Романович, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри радіофізики та комп'ютерних технологій
Контактна інформація викладачів	serhiy.velhosh@lnu.edu.ua https://electronics.lnu.edu.ua/employee/velhosh-s-r
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекційних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі он-лайн консультації через MS Teams. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка курсу	https://teams.microsoft.com/l/team/19%3ADyR9IYRpnMI8tNkzQhINRhP-V3t6apJUIQ6OdChT0Uw1%40thread.tacv2/conversations?groupId=2cc1aa7c-e453-4bc0-89be-3be18530e844&tenantId=70a28522-969b-451f-bdb2-abfea3aaa5bf https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=516
Інформація про дисципліну	Дисципліна „Дискретна математика” є нормативною дисципліною з спеціальності 126 Інформаційні системи та технології для освітньої програми „Інформаційні системи та технології”, яка викладається в 1 семестрі в обсязі 5,0 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Навчальну дисципліну розроблено таким чином, щоб надати учасникам базові знання з дискретної математики, необхідні для засвоєння матеріалу подальших дисциплін та розв’язування задач у різних галузях ІТ сфери. У дисципліні представлено огляд концепцій математичної логіки, теорії множин, комбінаторики, а також структур даних, таких як лінійні списки, нелінійні списки (дерева) та графи.
Мета та цілі дисципліни	*Метою* вивчення нормативної дисципліни „Дискретна математика” є ознайомлення студентів з теоретичними основами математичної логіки, теорії множин, нечіткої логіки, комбінаторики, теорії графів, структурами даних – лінійними та нелінійними списками (деревами), а також з базовими алгоритмами згаданої тематики. *Цілями* дисципліни є навчити студентів користуватися методами дискретної математики для формалізації й вирішення прикладних завдань

	та складати комп'ютерні програми на основі базових алгоритмів.
Література для вивчення дисципліни	Основна література. 1. Нікольский Ю. В. Дискретна математика : підручник / Ю. В. Нікольский, В. В. Пасічник, Ю. М. Щербина. – 7-е видання, виправлене та доповнене. – Львів : Магнолія 2006 ; ЛНУ ім. Івана Франка, **2023**. – 432 с. 2. J. A. Anderson. Discrete Mathematics with Combinatorics. 2nd Edition – Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458, 2009. 3. Борисенко О. А. Дискретна математика : підручник / О. А. Борисенко. – Суми : Університетська книга, **2023**. – 255 с. 4. Матвієнко М. П. Дискретна математика : підручник. / М. П. Матвієнко. – К. : Видавництво „Ліра-К", 2019. – 324 с. 5. Журавчак Л. М. Дискретна математика для програмістів : навчальний посібник / Л. М. Журавчак. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 420 с. 6. Бондарчук Ю. В. Основи дискретної математики : навчальний посібник / Ю. В. Бондарчук, Б. В. Олійник. – К. : Вид. дім „Києво-Могилянська академія", 2009. – 159 с. 7. Бондаренко М. Ф. Комп'ютерна дискретна математика / М. Ф. Бондаренко, Н. В. Білоус, А. Т. Руткас. – Х. : Компанія СМІТ, 2004 – 480 с. 8. Карнаух Т. О. Вступ до дискретної математики / Т. О. Карнаух, А. Б. Ставровський. – К. : ВПЦ „Київський університет", 2006. – 113 с. 9. Ядренко М. Й. Дискретна математика : навчальний посібник. / М. Й. Ядренко. – К. : ВПЦ "Експрес", 2003. – 244 с. 10. Андрійчук В. І. Вступ до дискретної математики : навчальний посібник / В. І. Андрійчук, М. Я. Комарницький, Ю. Б. Іщук. – Київ : Центр навчальної літератури, 2004. – 254 с. Допоміжна література. 11. R. Graham, D. Knuth, O. Patashnik. Concrete Mathematics: A Foundation for Computer Science. 2nd Edition. – Addison-Wesley Professional, 1994. 12. Кормен Т. Вступ до алгоритмів / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Рівест, К. Стайн. – К : К.І.С., **2023**. – 1288 с. 13. A. V. Aho, J. E. Hopcroft, J. D. Ullman. Data structure and Algorithms. 1st Edition. – Addison-Wesley, 2010. 14. Оленич І.Б. Нечітка логіка та нечітке моделювання : навчальний посібник / І.Б. Оленич. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2022. – 210 с. 15. Трохимчук Р. М. Дискретна математика у прикладах і задачах : навчальний посібник. / Р. М. Трохимчук, М. С. Нікітченко. – Київ : Київський університет, 2017. – 248 с. 16. Мазуренко Н. І. Збірник задач з дискретної математики. / Н. І. Мазуренко, О. Я. Микицей, Т. М. Черковський. – Івано-Франківськ : Голіней О.М., 2016. – 81 с.
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 150 годин. Аудиторних занять: 64 год., з них 32 год. лекційних та 32 годин лабораторних робіт. Самостійної роботи: 86 год.
Очікувані результати навчання	У результаті вивчення даного курсу студент буде: **знати**: теоретичні і прикладні положення дискретного аналізу, включаючи математичну логіку, нечітку логіку, теорію множин, комбінаторику, теорію графів, базові структури даних;

	вміти: використовувати знання з основних фундаментальних дисциплін, а також стандартних схем і класичних алгоритмів для розв'язання типових задач дискретної математики; ефективно використовувати апарат дискретної математики в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі аналізу, синтезу та проектування інформаційних систем за галузями. Після вивчення даного курсу „Дискретна математика" здобувачі набудуть таких Загальних (ЗК), Спеціальних/Фахових (СК) компетентностей та Програмних результатів навчання (ПР): ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК10. Здатність бути критичним і самокритичним. ЗК11. Здатність приймати обґрунтовані рішення. СК 1. 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. СК 3. Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем. СК 6. Здатність до системного мислення, застосування методології системного аналізу для дослідження складних проблем різної природи, методів формалізації та розв'язування системних задач, що мають суперечливі цілі, невизначеності та ризики. СК 12. Здатність забезпечити організацію обчислювальних процесів в інформаційних системах різного призначення з урахуванням архітектури, конфігурування, показників результативності функціонування операційних систем і системного програмного забезпечення. ПР 1. 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. ПР 2. 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. ПР 3. Використовувати знання закономірностей випадкових явищ, їх властивостей та операцій над ними, моделей випадкових процесів та сучасних програмних середовищ для розв'язування задач статистичної обробки даних і побудови прогнозних моделей. ПР 5. Проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій. ПР 6. Використовувати методи чисельного диференціювання та інтегрування функцій, розв'язання звичайних диференціальних та інтегральних рівнянь, особливостей чисельних методів та можливостей їх

	адаптації до інженерних задач, мати навички програмної реалізації чисельних методів.
Ключові слова	Логіка висловлювань, множина, комбінаторика, лінійні списки, нелінійні списки (дерева), граф
Формат курсу	Очний
Теми	Тема 1. Логіка висловлювань. Тема 2. Основи теорії множин. Тема 3. Нечіткі множини. Тема 4. Основні поняття комбінаторного аналізу. Тема 5. Комбінаторні алгоритми. Тема 6. Біном Ньютона. Кількість сполучень з повторенням. Тема 7. Принцип Діріхле. Принцип включення-виключення. Тема 8. Лінійні списки. Тема 9. Нелінійні списки (дерева). Тема 10. Теорія графів. Основні означення та властивості. Тема 11. Шляхи та цикли. Тема 12. Шляхи та цикли (продовження). Тема 13. Алгоритми пошуку найкоротшого шляху у графі. Тема 14. Алгоритми обходу графів. Тема 15. Планарні графи. Тема 16. Деякі спеціальні підмножини вершин. Паросполучення в графах.
Підсумковий контроль, форма	Іспит у кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують знань з математичних дисциплін рівня середньої освіти.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Лекції, презентації, виконання та захист лабораторних робіт, обговорення/консультації для кращого розуміння тем, самостійна робота, обговорення, дискусія.
Необхідне обладнання	Для проведення лекційних занять: Мультимедійне обладнання (проектор). Ноутбук (процесор Intel Core i5, 8 Гб оперативної пам’яті). Доступ до мережі Інтернет, сервіси MS Teams, Moodle. Для проведення лабораторних занять: навчальний комп'ютерний клас (процесор Intel Core i3, частота 3.40 ГГц, 8 Гб оперативної пом'яті, 20 Гб вільного місця на диску). Необхідне програмне забезпечення включає в себе ОС Windows/Ubuntu, інтегральне середовище розробки (IDE) з компілятором C/C++ (наприклад, Code::Blocks/VS Code). Сервіси MS Teams, Moodle.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням: • Змістовий модуль 1: 8 балів. • Змістовий модуль 2: 16 балів. • Змістовий модуль 3: 8 балів. • Змістовий модуль 4: 18 балів. • Модульний контроль у вигляді тестування у системі Moodle. Максимальна кількість балів за кожен тест – 10 балів. Модульний

контроль проводиться після 2-го та 4-го змістових модулів.

- Іспит з курсу. Максимальна кількість балів – 50 балів. Іспит складається з результатів модульних контрольних (максимальна кількість балів – 20), тесту в системі Moodle (максимальна кількість балів – 10), виконання практичного завдання по тематиці лабораторних робіт (максимальна кількість балів – 10), усної співбесіди з викладачем (максимальна кількість балів – 10).

Підсумкова максимальна кількість балів 100.

Поточне тестування та самостійна робота						
Змістовий модуль 1			**Змістовий модуль 2**			
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7
4	2	2	6	6	2	2

Поточне тестування та самостійна робота									**Підсум-ковий іспит**	**Сума**
Змістовий модуль 3		**Змістовий модуль 4**								
Т8	Т9	Т10	Т11	Т12	Т13	Т14	Т15	Т16	50	100
4	4	2	3	3	3	3	2	2		

Оцінювання лабораторних робіт (13 лабораторних робіт, максимальна кількість балів: 50) відбувається шляхом оцінки роботи студента під час проведення лабораторної роботи в аудиторії та захисту звіту по виконаній лабораторній роботі (0-5 балів за одну роботу). У підсумку, всі набрані бали множаться на коефіцієнт (0,769) для переведення у 50-ти бальну шкалу.

Бали оцінювання лабораторних робіт нараховуються за наступним співвідношенням:
5 – студент в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, має повне розуміння розглянутої теми, надає правильні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання;
4 – студент достатньо розуміє розглянутий матеріал та принципи написаного ним коду програми, присутні неточності та незначні помилки у відповідях на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання (або з несуттєвими недоліками);
3 – студент не досить добре розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, вагається та надає неточні/не конкретні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує неточно, або з помірними недоліками;
2 – студент погано розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, студент в більшості надає помилкові відповіді на питання по темі, код програми функціонує з суттєвими недоліками;
1 – студент погано розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, код програми не функціонує належним чином;
0 – студент зовсім не засвоїв розглянутий матеріал, написаний ним код програми не відповідає темі/не функціонує взагалі.

Оцінювання змістових модулів (4 змістових модулі). Оцінювання змістовних модулів включає в себе результати захисту лабораторних робіт

	та результати модульного контролю. **Академічна доброчесність**: Очікується, що лабораторні та контрольні роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в роботі студента є підставою для її незарахуванння викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються. **Відвідання занять** є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. Студенти зобов'язані дотримуватися усіх термінів визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом. **Література.** Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих. **Політика виставлення балів.** Враховуються бали набрані на поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнень на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін. **Критерії оцінювання результатів неформальної освіти:** Нарахування балів відбувається за написання студентом тез доповідей на конференціях, наукових статей, участь у діяльності наукових гуртків, участь у наукових семінарах та круглих столах, конкурсах, участь у заходах неформальної освіти за отримання сертифікатів про проходження навчання на різних освітніх платформах (Coursera (напр. https://www.coursera.org/learn/discrete-mathematics; https://www.coursera.org/specializations/discrete-mathematics), Prometheus тощо), курсах на провідних ІТ компаніях за тематикою навчальної дисципліни. Кількість балів визначається відсотком покриття результатів відповідної активності до вимог результатів навчання з навчальної дисципліни.
Питання до модульного контролю	1. Дати означення поняттям: логіка висловлювань, висловлювання, значення істинності, атом логіки висловлювань. 2. Дати означення поняттям: логічні зв'язки, заперечення, кон'юнкція, диз'юнкція, імплікація, еквівалентність. 3. Дати означення поняттям: логічна формула, синтаксис, семантика. 4. Значення істинності, таблиці істинності. Дати означення поняттям: інтерпретація, тавтологія, протиріччя, еквівалентні формули.

	5. Закони логіки висловлювань. 6. Кон'юнктивна нормальна форма. Послідовність зведення до кон'юнктивної нормальної форми. 7. Диз'юнктивна нормальна форма. Послідовність зведення до диз'юнктивної нормальної форми. 8. Дати означення поняттям: множина, елемент множини, підмножина, потужність множини, булеан, універсум. 9. Поняття кортежу. Декартів добуток множин. 10. Операції над множинами, діаграми Ейлера-Венна. Закони операцій над множинами. 11. Зображення множин бітовими рядками. 12. Дати означення поняттям: нечітка множина, функція належності нечіткої множини, носій та ядро нечіткої множини, нормальна та субнормальна нечітка множина, ступінь включення та ступінь рівності нечітких множин, α-переріз нечіткої множини. 13. Приклади функцій належності нечітких множин. 14. Операції над нечіткими множинами: перетин, об'єднання, різниця, доповнення, алгебраїчний добуток, Декартів добуток, концентрація, розтягування. 15. Правила суми та добутку в комбінаториці. 16. Кількість розміщень та сполучень з повтореннями і без повторень. 17. Перестановки з повтореннями і без повторень. 18. Біном Ньютона. Властивості біноміальних коефіцієнтів. Трикутник Паскаля. 19. Поліноміальна теорема. 20. Задача про цілочислові розв'язки. 21. Числа Стірлінга другого роду та числа Белла. 22. Лексикографічний порядок. 23. Алгоритм генерування лексикографічно наступної перестановки. 24. Алгоритм генерування лексикографічно наступного сполучення. 25. Алгоритм генерування розбиттів множин. 26. Принцип Дірікхле. 27. Принцип включення-виключення в прямій формі. 28. Принцип включення-виключення в альтернативній формі. 29. Дати означення поняттям: простий граф, псевдограф, мультиграф, орієнтований граф, суміжності, інцидентності, степені вершини, півстепені входу та виходу. Теорема про суму степенів вершин неорієнтованого та орієнтованого графів. 30. Дати означення і навести приклади графів: повний граф з n-вершинами, порожній граф, дводольний граф, цикл, колесо, n-мірний куб. 31. Способи задання графів. 32. Дати означення поняттям для неорієнтованого та орієнтованого графів: шлях, цикл, довжина шляху (циклу), зв'язність, компонента, віддаль. Теорема про кількість різних шляхів довжиною r. 33. Дати означення поняттям: число вершинної зв'язності, число реберної зв'язності, точка з'єднання, міст, двозв'язний граф. Теорема Кеніга для визначення дводольності графа. 34. Ейлерів цикл та ейлерів шлях у графі. Теореми існування ейлерового циклу та шляху у зв'язаному мультиграфі. Теорема існування ейлерового циклу у орієнтованому зв'язаному мультиграфі.

	35. Гамільтонів цикл у графі. 36. Зважені графи та алгоритми пошуку найкоротшого шляху. Алгоритм Дейкстри. 37. Зважені графи та алгоритми пошуку найкоротшого шляху. Алгоритм Флойда. 38. Обхід графів. Поняття стеку. Алгоритм пошуку вглиб (DFS-метод). 39. Обхід графів. Поняття черги. Алгоритм пошуку вшир (BFS-метод). 40. Ізоморфізм графів. 41. Планарні та плоскі графи. Теорема Ейлера про плоскі графи. Теорема Куратовського. 42. Задача розфарбовування графів. Хроматичне число. Теорема Гейвуда. 43. Хроматичні поліноми. Побудова хроматичного полінома простого графа. 44. Незалежні множини вершин, домінантні множини вершин, вершинне покриття, кліка, доповнювальний граф. 45. Дерева та їхні властивості. Поняття про корінь, внутрішні вершини, листки, предків та нащадків. Повне, впорядковане, збалансоване, бінарне дерево, піддерево. 46. Обходи бінарного дерева: прямий, зворотній, внутрішній. Префіксна, постфіксна та інфіксна форма запису виразів. Алгоритми переходу з префіксної (постфіксної) форми запису в інфіксну і навпаки. 47. Структури даних. Класифікація структур даних. Динамічні структури даних. Лінійні списки, їх типи та властивості. Створення структур даних типу стек та черга з використанням лінійного однозв'язного списку. Лінійний двозв'язний список.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Схема курсу „Дискретна математика”
для студентів спеціальності 126 – Інформаційні системи та технології

Тиж.	**Тема, план, короткі тези**	**Форма діяльності (заняття)* *лекція, самостійна, дискусія, групова робота)**	**Література. Ресурси в Інтернеті**	**Завдання, год**	**Термін виконання**
1	**Тема 1. Логіка висловлювань.** Предмет і задачі курсу. Логіка висловлювань. Основні поняття. Логічні зв’язки. Логічні формули, їх синтаксис та семантика. Значення істинності. Таблиці істинності. Інтерпретації. Закони логіки висловлювань. Кон’юнктивна та диз’юнктивна нормальні форми. Зведення до кон’юнктивної та диз’юнктивної нормальних форм.	Лекція	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8] Сайт курсу	2	
1	Програмування логічних зв’язків. Знаходження таблиці істинності	Лабораторне заняття	Сайт курсу	2	2 тиждень семестру

	логічної функції.				
2	**Тема 2. Основи теорії множин.** Поняття множини, елемента множини, підмножини. Типи множин. Кортеж. Декартів добуток множин. Операції над множинами. Діаграми Венна. Впорядкованість множин. Бінарні рядки.	Лекція	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10] Сайт курсу	2	
2	Представлення множин бітовими рядками	Лабораторне заняття	Сайт курсу	4	4 тиждень семестру
3	**Тема 3. Нечіткі множини. Елементарні методи сортування.** Основні поняття про нечіткі множини. Функції належності. Операції на нечітких множинах. Розмиті числа. Елементарні методи сортування.	Лекція	[1], [4], [14] Сайт курсу	2	
4	**Тема 4. Основні поняття комбінаторного аналізу.** Правило суми та добутку. Розміщення та сполучення з повтореннями та без повторень. Перестановки з повтореннями та без повторень. Задачі, що зводяться до підрахунку кількості сполучень, розміщень та перестановок.	Лекція	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [9], [10] Сайт курсу	2	
4	Сортування методом „бульбашки”, вибору та вставки	Лабораторне заняття	Сайт курсу	2	5 тиждень семестру
5	**Тема 5. Комбінаторні алгоритми.** Лексикографічний порядок. Алгоритми генерування перестановок, сполучень та розміщень у лексикографічному порядку. Поняття про розбиття множин. Числа Стірлінга другого роду та числа Белла. Алгоритм генерування розбиття множин.	Лекція	[1], [4], [5] Сайт курсу	2	
5	Генерування усіх можливих перестановок без повторень з заданими параметрами.	Лабораторне заняття	Сайт курсу	2	6 тиждень семестру
6	**Тема 6. Біном Ньютона. Кількість сполучень з повтореннями.** Біном Ньютона. Властивості біноміальних коефіцієнтів. Поліноміальна теорема. Задачі, що зводяться до підрахунку кількості сполучень з повторенням (задача про цілочислові розв’язки).	Лекція	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [9], [10] [11], [15], [16] Сайт курсу	2	
6	Генерування усіх можливих сполучень без повторень з заданими параметрами.	Лабораторне заняття	Сайт курсу	2	7 тиждень семестру
7	**Тема 7. Принцип Діріхле. Принцип включення-виключення.** Принцип коробок Діріхле. Принцип включення-виключення. Принцип включення-виключення в альтернативній формі.	Лекція	[1], [4], [5] Сайт курсу	2	
7	Генерування розбиття множини.	Лабораторне заняття	Сайт курсу	2	8 тиждень семестру
8	**Тема 8. Лінійні списки.** Класифікація структур даних. Динамічні структури даних. Лінійні зв’язані списки. Структури даних типу стек і черга. Двозв’язні лінійні списки.	Лекція	[12], [13] Сайт курсу	2	
8	Створення структури даних типу стек	Лабораторне	Сайт курсу	2	9 тиждень

	та типу черга на основі лінійного однозв'язного списку.	заняття			семестру
9	**Тема 9. Нелінійні списки (дерева).** Дерева та їх застосування. Властивості дерев. Основні теореми. Поняття про корінь, внутрішні вершини, листки, предків та нащадків. Повне, впорядковане, збалансоване, бінарне дерево, піддерево. Рекурсія та обхід дерев. Принципи впорядкування дерев. Префіксна, інфіксна та постфіксна форма запису виразів. Алгоритми переходу між різними формами запису виразів.	Лекція	[1], [2], [4], [5] [12], [13] Сайт курсу	2	
9	Створення структури даних двозв'язний лінійний список.	Лабораторне заняття	Сайт курсу	2	10 тиждень семестру
10	**Тема 10. Теорія графів. Основні означення та властивості.** Поняття про граф. Орієнтований і неорієнтований граф, мультиграф, псевдограф. Вершини, ребра, дуги, петлі. Спеціальні класи простих графів. Способи задання графів. Матриця інцидентності, матриця суміжності, список пар, список суміжності для орієнтованих і неорієнтованих графів. Графічний спосіб задання графів. Переваги і недоліки способів задання графів.	Лекція	[1], [2], [4], [5], [6], [7] Сайт курсу	2	
10	Рекурсивне створення структури даних типу бінарне дерево. Реалізація обходу бінарного дерева у прямому, зворотньому і внутрішньому порядку.	Лабораторне заняття	Сайт курсу	2	11 тиждень семестру
11	**Тема 11. Шляхи та цикли.** Простий шлях та цикл. Орієнтований та неорієнтований шлях та цикл. Теорема існування простого шляху. Зв'язність. Сильно та слабо зв'язні графи. Точки з'єднання та мости. Теорема Кеніга. Алгоритм розпізнавання дводольності графа.	Лекція	[1], [2], [4], [5], [6], [7] Сайт курсу	2	
11	Реалізація перетворення записів виразів у префіксній, постфіксній та інфіксній формах.	Лабораторне заняття	Сайт курсу	4	13 тиждень семестру
12	**Тема 12. Шляхи та цикли (продовження).** Цикл та шлях Ейлера у графі. Алгоритм Фльорі. Цикл та шлях Гамільтона у графі. Алгоритм пошуку циклу Гамільтона у графі.	Лекція	[1], [2], [4], [5], [6], [7] Сайт курсу	2	
13	**Тема 13. Алгоритми пошуку найкоротшого шляху у графі.** Зваженість графів. Способи задання зваженості. Задача про найкоротший шлях. Алгоритми пошуку найкоротшого шляху. Алгоритм Дейкстри. Алгоритм Флойда. Порівняння ефективності алгоритмів пошуку найкоротшого шляху.	Лекція	[1], [5], [7] Сайт курсу	2	
13	Реалізація алгоритму Дейкстри та	Лабораторне	Сайт курсу	2	14 тиждень

	пошук найкоротшого шляху в графі.	заняття			семестру
14	**Тема 14. Алгоритми обходу графів.** Методи обходу графів. Алгоритм пошуку вглиб (DFS-метод). Алгоритм пошуку вшир (BFS-метод). Порівняння складності DFS та BFS методів.	Лекція	[1], [5] Сайт курсу	2	
14	Реалізація алгоритму Флойда та пошук найкоротшого шляху в графі.	Лабораторне заняття	Сайт курсу	2	15 тиждень семестру
15	**Тема 15. Планарні графи.** Ізоморфізм. Теорема про ізоморфність простих графів. Плоский та планарний граф. Теорема Ейлера про плоскі графи. Гомеоморфні графи. Теорема Куратовського. Граф Петерсена. Розфарбування простого графа. Хроматичне число. Гіпотеза чотирьох фарб. Теорема Хейвуда. Хроматичні поліноми та їх властивості.	Лекція	[1], [4], [5], [6], [7], [8] Сайт курсу	2	
15	Реалізація алгоритму пошуку вглиб (DFS-метод). Реалізація алгоритму пошуку вшир (BFS-метод).	Лабораторне заняття	Сайт курсу	2	16 тиждень семестру
16	**Тема 16. Деякі спеціальні підмножини вершин. Паросполучення в графах.** Незалежна множина вершин, домінантна множина, вершинне покриття, кліка. Паросполучення в графах. Теорема Холла. Досконале паросполучення. Стратегія пошуку найбільшого паросполучення. Збільшуваний шлях. Алгоритм побудови графа збільшуваного шляху.	Лекція	[1], [2], [5] Сайт курсу	2	
16	Підсумкове лабораторне заняття.	Лабораторне заняття		2	