

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Затверджую
В. о. декана факультету комп'ютерних
інформаційних технологій



Ігор ЯКИМЕНКО

«31» _____ 2023 р.

Затверджую
В. о. проректора з науково-педагогічної
роботи



Віктор ОСТРОВЕРХОВ

«31» _____ 2023 р.

Затверджую
Директор навчально-наукового
інституту новітніх освітніх технологій



Святослав ПИТЕЛЬ

«31» *OP* _____ 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА
З дисципліни
«ДИСКРЕТНА МАТЕМАТИКА»

Ступінь вищої освіти – бакалавр

Галузь знань – 12 Інформаційні технології

Спеціальність – 122 Комп'ютерні науки

Освітньо-професійна програма – «Штучний інтелект»

кафедра кібербезпеки

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год)	Практичні заняття (год)	ІРС	Тренінг, КПЗ (год)	Самост. роб. студ. (год)	Разом (год)	Екзамен (семестр)
Денна	1	2	30	30	4	8	78	150	2
Заочна	1	2	8	4	—	—	138	150	2

Handwritten signature


Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми «Комп'ютерні науки» підготовки бакалавра галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», затвердженої Вченою радою ЗУНУ (протокол № 10 від 23.06.2023 р).

Робочу програму розробила:

к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри кібербезпеки Олеся МАРТИНЮК

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри кібербезпеки, протокол № 1 від 28.08.2023 р.

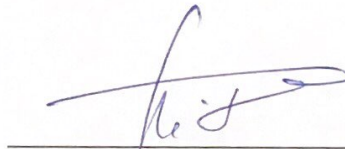
Завідувач кафедри кібербезпеки
д.т.н., професор



Василь ЯЦКІВ

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності „Штучний інтелект”, протокол № 1 від 29.08.2023 р.

Голова групи
забезпечення спеціальності,
д-р техн. наук, професор



Мирослав КОМАР

Гарант
к. техн. наук, доцент



Василь КОВАЛЬ

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Опис дисципліни „Дискретна математика”

Дисципліна – Дискретна математика	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 5	Галузь знань 12 «Інформаційні технології»	Статус дисципліни – обов’язкова Мова навчання - українська
Кількість залікових модулів – 4	Спеціальність – 122 «Комп’ютерні науки»	Рік підготовки: ДФН – 1; ЗФН – 1. Семестр: ДФН – 2; ЗФН – 2.
Кількість змістових модулів – 3	Освітньо-професійна програма «Штучний інтелект»	Лекції: ДФН - 30год.; ЗФН – 8 год. Практичні заняття: ДФН - 30год.; ЗФН – 4год.
Загальна кількість годин – 150 год.	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Самостійна робота: ДФН – 78 год, ЗФН – 138 год. Тренінг та КПЗ: ДФН – 8 год. Індивідуальна робота: ДФН -4 год.
Тижневих годин: 10 год., з них аудиторних – 4 год.		Вид підсумкового контролю – іспит

2. Мета й завдання вивчення дисципліни „ Дискретна математика”

2.1. Мета завдання дисципліни

Метою викладання дисципліни “Дискретна математика” засвоїти теоретичні знання набути практичних навичок з основ дискретної математики, потрібних студентам, які спеціалізуються в галузях прикладної математики та інформатики, для розуміння, дослідження та розв’язування задач, що базуються на розроблені і використанні моделей штучного інтелекту, і в подальшому вивчатимуть такі розділи сучасної інформатики, як теорія алгоритмів і математична логіка, системне програмування, системи автоматизованого керування, системи аналізу і проектування обчислювальної техніки та інших пристроїв дискретної дії, системи обробки і передачі інформації, аналіз даних, оптимізація обчислень, системи штучного інтелекту, комп’ютерної графіки, розпізнавання образів тощо.

2.2 Завдання вивчення дисципліни полягає у:

- ознайомленні студентів із головними питаннями курсу;
- викладенні студентам у відповідності з програмою та робочим планом основних питань курсу «Дискретна математика»;
- формуванні у студентів цілісної системи теоретичних знань з курсу «Дискретна математика».

2.3. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни

СК1. Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв’язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп’ютерних наук, аналізу та інтерпретування.

СК3. 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.

2.4 Передумови для вивчення дисципліни.

Вивчення курсу „Дискретна математика” передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань із шкільних курсів математики та суміжної дисципліни «Вища математика».

2.5. Результати навчання

ПР1. 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.

ПР2. 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.

3. Програма навчальної дисципліни „Дискретна математика”

Змістовий модуль 1. Теорія множин

Тема 1. Основні поняття теорії множин і відношень

Множина. Елементи множини. Рівність множин. Задання і запис множин. Підмножини, буліан. Універсальна та порожня множини. Операції над множинами: об'єднання, переріз, доповнення, різниця, симетрична різниця. Принцип двоїстості. Потужність множин. Континуальні множини.

Тема 2. Відношення множин

Впорядковані пари. Декартовий добуток множин. Поняття бінарного відношення. Переріз відношення. Фактор-множина. Способи задання відношень.

Тема 3. Властивості відношень

Теоретико-множинні операції над відношеннями. Композиція відношень. Обернені відношення. Рефлексивні, симетричні і транзитивні відношення. Відношення еквівалентності. Відношення порядку. Функціональні бінарні відношення. Відображення. Функції і перетворення. Класифікація відображень (функцій). Композиція відображень.

Змістовий модуль 2. Теорія графів

Тема 4. Елементи теорії графів

Поняття графа. Орієнтація графа. Суміжність. Інциденція. Степінь вершини. Підграф. Суграф. Частковий граф. Маршрут. Ланцюг. Шлях. Цикл. Контур. Повнота. Зв'язність. Сильна зв'язність. Ізоморфізм графів. Кількісні характеристики елементів графа.

Тема 5. Способи задання графів

Геометричні графи. Абстрактні графи. Матричне зображення графів: матриці інциденцій, суміжності вершин і ребер, циклів, розрізів. Дводольний граф.

Тема 6. Операції над графами

Об'єднання графів. Переріз графів. Різниця графів. Симетрична різниця графів. Добуток графів. Операції над матрицями графів. Цикли в графах. Цикломатичне число графа. Компоненти зв'язності. Ранг та цикломатичне число графа. База незалежних циклів. Цикломатична матриця.

Тема 7. Гамільтонові та ейлерові графи

Ейлерові цикли. Ейлерові контури. Гамільтонові цикли і контури. Задача комівояжера. Постановка задачі. Методи вирішення задачі комівояжера для випадку 5-ти пунктів. Узагальнення розв'язку задачі комівояжера.

Тема 8. Пошук мінімальних шляхів на графах

Шлях з найменшою кількістю дуг. Шлях найменшої довжини. Алгоритм Дейкстри.

Тема 9. Транспортна мережа і потоки в ній

Транспортна мережа. Поняття пропускної здатності дуги і потоку. Теорема про найбільший потік і найменший розріз. Задача про найбільший потік. Алгоритм Форда і Фалкерсона.

Змістовий модуль 3. Основи математичної логіки та комбінаторики.

Тема 10. Основи математичної логіки

Висловлення. Операції над висловленнями. Таблиці істинності. Тавтології. Суперечності. Рівносильність формул. Властивості логічних операцій.

Тема 11. Нормальні форми

Нормальні форми. Алгоритми знаходження ДНФ та зведення ДНФ до досконалої ДНФ.

Тема 12. Булеві функції

Поняття булевої функції. Способи задання булевих функцій. Елементарні булеві функції. Функції алгебри логіки. Булеві функції однієї змінної. Булеві функції двох змінних. Алгебра булевих функцій. Принцип двоїстості. Питання функціональної повноти. Теорема Поста. Мінімізація булевих функцій. Індекс простоти. Метод Кванта для побудови скороченої ДНФ (КНФ).

Тема 13. Модулярна арифметика та теорія чисел

Основні властивості модулярної арифметики, модулярне множення та експоненціювання, найбільший спільний дільник (алгоритм Евкліда), обернений елемент за модулем, діофантові рівняння (розширений алгоритм Евкліда).

Тема 14. Основні теореми теорії чисел.

Функція Ейлера та її властивості, теорема Ферма, теорема Ейлера, Китайська теорема про залишки.

Тема 15. Елементи комбінаторики. Основні формули та методи

Основні правила комбінаторики. Перестановки. Комбінації. Розміщення. Перестановки, комбінації, розміщення з повтореннями. Підстановки. Біноміальні коефіцієнти. Біном Ньютона. Трикутник Паскаля. Розбиття.

4. Структура залікового кредиту дисципліни „Дискретна математика”

ДФН

Тема	Кількість годин					Контрольні заходи
	Лекції	Практ. заняття	Самостійна робота	Індивідуальна робота	Тренінг КПЗ	
<i>Змістовий модуль 1. Теорія множин і відношень</i>						
Тема 1. Основні поняття теорії множин	2	2	5	1	2	Опитування під час заняття
Тема 2. Відношення множин	2	2	5			Опитування під час заняття
Тема 3. Властивості відношень	2	2	5			Опитування під час заняття
<i>Змістовий модуль 2. Теорія графів</i>						
Тема 4. Елементи теорії графів	2	2	5	2	3	Опитування під час заняття
Тема 5. Способи задання графів	2	2	5			Опитування під час заняття
Тема 6. Операції над графами	2	2	6			Опитування під час заняття
Тема 7. Гамільтонові та ейлерові графи	2	2	5			Опитування під час заняття
Тема 8. Пошук мінімальних шляхів на графах	2	2	5			Опитування під час заняття
Тема 9. Транспортна мережа і потоки в ній	2	2	5			Опитування під час заняття
<i>Змістовий модуль 3. Основи математичної логіки та комбінаторики</i>						
Тема 10 Основи математичної логіки	2	2	5	1	3	Опитування під час заняття
Тема 11. Нормальні форми	2	2	6			Опитування під час заняття
Тема 12. Булеві функції	2	2	5			Опитування під час заняття
Тема 13. Модулярна арифметика та теорія чисел	2	2	5			Опитування під час заняття
Тема 14. Основні теореми теорії чисел.	2	2	6			Опитування під час заняття
Тема 15. Елементи комбінаторики. Основні формули та методи	2	2	5			Опитування під час заняття
Разом	30	30	78	4	8	

ЗФН

Тема	Кількість годин		
	Лекції	Практич. заняття	Самостійна робота
<i>Змістовий модуль 1. Теорія множин і відношень</i>			
Тема 1. Основні поняття теорії множин	2	1	8
Тема 2. Відношення множин			10
Тема 3. Властивості відношень			10
<i>Змістовий модуль 2. Теорія графів</i>			
Тема 4. Елементи теорії графів	2	2	10
Тема 5. Способи задання графів			10
Тема 6. Операції над графами			10
Тема 7. Гамільтонові та ейлерові графи			10
Тема 8. Пошук мінімальних шляхів на графах			10
Тема 9. Транспортна мережа і потоки в ній			10
<i>Змістовий модуль 3. Основи математичної логіки та комбінаторики</i>			
Тема 10. Основи математичної логіки	4	1	8
Тема 11. Нормальні форми			8
Тема 12. Булеві функції			8
Тема 13. Модулярна арифметика та теорія чисел			10
Тема 14. Основні теореми теорії чисел.			8
Тема 15. Елементи комбінаторики. Основні формули та методи			8
Разом	8	4	138

5. Тематика практичних занять.

Практичне заняття 1.

Тема: Основні поняття та операції теорії множин

Мета заняття: Ознайомитися з основними поняттями теорії множин та вміти розв'язувати задачі, які стосуються основних операцій на двох множинах.

Питання для обговорення:

1. Поняття множини. Способи означення множин.
2. Поняття порожньої й універсальної множин.
3. Відношення належності та включення. Підмножини.
4. Операції над множинами. Декартів (прямий) добуток множин.

Практичне заняття 2.

Тема: Відповідність у теорії множин

Мета заняття. Ознайомитися з теорією, задачами, основними властивостями відповідностей у теорії множин.

Питання для обговорення:

1. Відповідність. Обернена відповідність, композиція відповідностей.
2. Властивості відповідностей: всюди визначеність, функціональність, сюр'єктивність, ін'єктивність.
3. Взаємно однозначна (бієктивна) відповідність.

Практичне заняття 3.

Тема: Потужність і відношення множин

Мета заняття. Ознайомитися з поняттями потужності та відношення множин, вміти розв'язувати задачі пов'язані з даними поняттями.

Питання для обговорення:

1. Потужність множин. Злічені та незлічені множини. Континуальні множини.
2. Відношення, властивості бінарних відношень. Відношення еквівалентності.
3. Розбиття множини. Фактор-множина. Відношення часткового порядку. Лінійний порядок. Лексикографічний порядок.

Практичне заняття 4.

Тема: Основні елементи алгебри Буля

Мета заняття. Ознайомитися з основними поняттями елементами алгебри Буля.

Питання для обговорення:

1. Булева функція. Задання булевої функції. Таблиця істинності. Елементарні булеві функції.
2. Функції і формули математичної логіки.
3. Рівносильність (еквівалентність) формул. Основні тотожності алгебри логіки.

Практичне заняття 5.

Тема: Зведення логічних функцій до канонічної форми

Мета заняття. Навчитися зводити логічні функції до канонічної форми.

Питання для обговорення:

1. Теорема про розклад булевої функції за змінними.
2. Канонічні форми логічних функцій: диз'юнктивна нормальна форма (ДНФ) булевої функції та її кон'юнктивна нормальна форма.

Практичне заняття 6.

Тема: Алгебра Жегалкіна та її застосування

Мета заняття. Навчитися застосовувати алгебру Жегалкіна для заданої булевої функції.

Питання для обговорення:

1. Алгебра Жегалкіна. Методи побудови полінома Жегалкіна для заданої булевої функції.
2. Проблема повноти систем булевих функцій.
3. Метод зведення і приклади функціонально повних систем булевих функцій.

Практичне заняття 7.

Тема: Оптимізація формул алгебри логіки

Мета заняття. Навчитися проводити оптимізацію формул алгебри логіки.

Питання для обговорення:

1. Проблема мінімізації формул алгебри логіки. Критерії оптимізації.
2. Методи побудови мінімальних ДНФ.
3. Імпліканта булевої функції, властивості імплікант. Поняття простої імпліканти. Метод Квайна, карти Карно.

Практичне заняття 8.

Тема: Графи, їх характеристика і основні операції на них

Мета заняття. Ознайомитися з основними поняттями теорії графів, проводити операції на графах.

Питання для обговорення:

1. Поняття графа. Способи задання графів. Степені вершин графа. Ізоморфізм графів. Підграфи.
2. Операції над графами. Графи і бінарні відношення.
3. Шлях у графі. Ланцюги і цикли. Зв'язність графів. Метричні характеристики графа: відстань, ексцентриситет, радіус, діаметр.

Практичне заняття 9.

Тема: Властивості графів

Мета заняття. Застосування основних властивостей графа

Питання для обговорення:

1. Дерево, ліс. Властивості дерев. Скелетні дерева і скелетні ліси графів. Двочасткові графи.
2. Обходи графів. Ейлерові цикли та ейлерові графи. Теорема Ейлера.

Практичне заняття 10.

Тема: Застосування теорії графів.

Мета заняття. Застосування теорії графів на основі розфарбування графів.

Питання для обговорення:

1. Гамільтонові цикли. Планарність графів, критерії планарності. Розфарбування графів.
2. Орієнтовані графи. Застосування теорії графів. Граф як модель.

Практичне заняття 11.

Тема: Модулярна арифметика та теорія чисел

Мета заняття. Ознайомитися з основними поняттями модулярної арифметики та теорії чисел.

Питання для обговорення:

1. Основні властивості модулярної арифметики.
2. Модулярне множення та експоненціювання.
3. Найбільший спільний дільник (алгоритм Евкліда), обернений елемент за модулем, діофантові

рівняння (розширений алгоритм Евкліда).

Практичне заняття 12.

Тема: Основні теореми теорії чисел.

Мета заняття. Ознайомитися з фундаментальними теоремами теорії чисел, та вміти застосовувати до прикладних задач.

Питання для обговорення:

1. Функція Ейлера та її властивості.
2. Теорема Ферма, теорема Ейлера.
3. Китайська теорема про залишки.

Практичне заняття 13.

Тема: Основні поняття теорії автоматів.

Мета заняття. Ознайомитися з основними поняттями теорії автоматів.

Питання для обговорення:

1. Поняття скінченного автомата. Методи завдання автоматів: табличний, графічний і матричний.

Практичне заняття 14.

Тема: Комбінаторні обчислення для основних теоретико-множинних операцій.

Мета заняття. Навчитися проводити обчислення для основних комбінаторних теоретико-множинних операцій.

Питання для обговорення:

1. Обчислення для основних комбінаторних теоретико-множинних операцій.
2. Формула включення і виключення.
3. Основне правило комбінаторики (правило множення).

Практичне заняття 15.

Тема: Застосування сполук, перестановок і розміщень.

Мета заняття. Навчитися застосовувати сполуки, перестановок і розміщень.

Питання для обговорення:

1. Сполуки, перестановки і розміщення. Перестановки і сполуки з повтореннями.
2. Біном Ньютона і поліноміальна теорема. Біномні тотожності.

6. Комплексне практичне індивідуальне завдання.

Індивідуальні завдання з дисципліни «Дискретна математика» виконується самостійно кожним студентом. Комплексне практичне індивідуальне завдання (КПЗ) охоплює усі основні теми дисципліни «Дискретна математика». Метою виконання КПЗ є оволодіння навичками застосування елементів дискретної математики при розв'язуванні задач. КПЗ оформлюється у відповідності з встановленими вимогами. Виконання КПЗ з одним із обов'язкових складових модулів залікового кредиту.

Тематика КПЗ:

1. Встановити бієктивну відповідність між множинами точок двох різних відрізків.
2. Встановити бієктивну відповідність між множинами точок квадрата і площини.
3. Встановити взаємно однозначну (бієктивну) відповідність між множиною натуральних чисел і множиною цілих чисел.
4. Записати й обґрунтувати формулу для визначення числа перестановок з повтореннями.
5. Записати й обґрунтувати формулу для визначення числа сполук з повтореннями.
6. Записати і обґрунтувати основні тотожності алгебри логіки.
7. Записати основні тотожності алгебри Жегалкіна.
8. Навести приклад частково впорядкованої множини з двома мінімальними елементами.
9. Обґрунтування твердження про замкненість класу монотонних булевих функцій.
10. Обґрунтувати зліченність множини раціональних чисел.
11. Обґрунтувати твердження про замкненість класу лінійних булевих функцій.
12. Обґрунтувати твердження про замкненість класу мулевих функцій, що зберігають константу 0 (константу 1).
13. Обґрунтувати твердження, що для будь-якої формули існує рівносильна їй алгебра Жегалкіна.

14. Обґрунтувати твердження, що ізоморфні графи мають однакову кількість вершин і однакову кількість ребер.
15. Означення булевої функції, таблиця істинності та вектор значень булевої функції.
16. Означення відношення еквівалентності. Навести приклади відношень
17. Означення відношення часткового порядку. Навести приклади відношень часткового порядку на числових і нечислових множинах.
18. Означення властивостей, за якими класифікують відношення (рефлексивність, антирефлексивність, симетричність, антисиметричність, транзитивність).
19. Означення грані та степені грані у плоскому графі. Теорема і формула Ейлера та її наслідки.
20. Означення лінійної булевої функції, приклади лінійних і нелінійних булевих функцій.
21. Означення основних теоретико-множинних операцій: об'єднання, перетин, різниця, симетрична різниця, доповнення. Поняття універсальної множини.
22. Означення розфарбування, правильного розфарбування і хроматичного числа графа.
23. Означення формули над множиною операцій. Визначення булевої функції, яку реалізує (задає) певна формула.
24. Означення характеристичного рівняння лінійного рекурентного співвідношення зі сталими коефіцієнтами.
25. Означити відношення суміжності вершин і відношення інцидентності вершин і ребер.
26. Описати основні операції над графами (вилучення вершини і вилучення ребра).

7. Самостійна робота

№ п/п	Тематика	К-сть годин	
		ДФН	ЗФН
1	Алгоритм розв'язання лінійного однорідного рекурентного співвідношення зі сталими коефіцієнтами	4	5
2	Доведення теоретико-множинних співвідношень за допомогою логічних таблиць.	4	5
3	Комбінаторне правило суми і правило добутку. Описати ситуації, коли слід застосовувати кожне з них	2	5
4	Правила побудови досконалої кон'юнктивної нормальної форми булевої функції, яка задана таблицею	4	5
5	Правила побудови і принципи застосування критеріальної таблиці для розв'язання проблеми повноти певної системи булевих функцій.	4	5
6	Означити відношення суміжності вершин і відношення інцидентності вершин і ребер.	2	5
7	Описати основні операції над графами (вилучення вершини і вилучення ребра).	2	5
8	Описати основні способи і навести приклади подання відношень (множина, графік, граф, матриця).	4	5
9	Які множини називають континуальними? Навести приклади континуальних множин.	4	5
10	Сформулювати стандартний метод перевірки рівносильності формул.	2	5
11	Сформулювати способи побудови полінома Жегалкіна для заданої булевої функції (за допомогою ДДНФ і методом невизначених коефіцієнтів).	2	4
12	Сформулювати принцип Діріхле і навести приклади його застосування.	2	4

13	Сформулювати основні властивості розв'язків лінійного рекурентного співвідношення зі сталими коефіцієнтами.	2	5
14	Сформулювати метод перевірки належності мулевої функції до класу самодвоїстих функцій.	4	5
15	Сформулювати метод перевірки належності заданої булевої функції до класів, що зберігають константи 0 чи 1.	4	4
16	Сформулювати алгоритм, за допомогою якого можна перевірити зв'язність графа.	4	5
17	Сформулювати алгоритм перевірки належності мулевої функції до класу лінійних функцій.	2	5
18	Порівняти між собою поняття відповідності та відношення. Виділити спільні і відмінні характеристики цих понять.	2	4
19	Побудувати всі попарно неізоморфні дерева з п'ятьма вершинами.	2	5
20	Охарактеризувати відповідність між множинами формул і булевих функцій	4	5
21	Формули для визначення числа перестановок, сполук і розміщень.	2	4
22	Особливості розв'язання лінійного неоднорідного рекурентного співвідношення зі сталими коефіцієнтами.	2	5
23	Основні властивості дерев. Навести рівносильні означення поняття дерева.	2	4
25	Формули для виконання комбінаторних обчислень для основних теоретико-множинних операцій	2	5
25	Теорема про розклад булевої функції за змінними. Записати окремі випадки розкладу	2	4
26	Означення розфарбування, правильного розфарбування і хроматичного числа графа.	2	4
27	Означення формули над множиною операцій. Визначення булевої функції, яку реалізує (задає) певна формула.	2	4
28	Означення характеристичного рівняння лінійного рекурентного співвідношення зі сталими коефіцієнтами.	2	4
29	Означити відношення суміжності вершин і відношення інцидентності вершин і ребер.	2	4
30	Описати основні операції над графами (вилучення вершини і вилучення ребра).	2	4
Разом:		78	138

8. Тренінг з дисципліни.

Порядок проведення тренінгу:

Вступна частина проводиться з метою ознайомлення студентів з темою тренінгу. Організаційна частина полягає у створенні робочого настрою у колективі студентів.

Практична частина реалізується шляхом виконання завдань з певних проблемних питань теми тренінгу.

Підведення підсумків. Обговорення результатів виконаних завдань. Обмін думками з питань, що виносились на тренінг.

Рекомендується наступне проведення тренінгу:

№п/п	Вид роботи	Порядок проведення тренінгу
1	Лекція	Елементи теорії чисел. Модулярна арифметика.
2	Розв'язування задач	Теорія чисел. Алгоритм Евкліда. Система числення залишкових чисел.

9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання.

У процесі вивчення дисципліни „Дискретна математика” використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне опитування;
- залікове модульне тестування та опитування;
- ректорська контрольна робота;
- оцінювання результатів КППЗ;
- оцінювання результатів тренінгу;
- екзамен.

10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни „Дискретна математика” визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2	Заліковий модуль 3	Екзамен
20%	20%	20%	40%
1. Усне опитування на заняттях: 7 тем по 4 бали – мах 28 балів. 2. Модульна контрольна робота – мах 44 бали. 3. Практичні завдання: 7 практичних завдань по 4 бали – мах 28 балів.	1. Усне опитування на заняттях: 8 тем по 4 бали – мах 32 бали. 2. Ректорська контрольна робота – мах 36 балів. 3. Практичні завдання: 8 практичних завдань по 4 бали – мах 32 бали.	1. Підготовка КППЗ – мах 35 балів. 2. Захист КППЗ – мах 35 балів. 3. Виконання завдань на тренінгах – мах 30 балів	1. Теоретичні питання: 2 питання по 30 балів – мах 60 балів. 2. Практичне завдання – мах 40 балів

Шкала оцінювання

За шкалою ЗУНУ	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90–100	відмінно	A (відмінно)
85–89	добре	B (дуже добре)
75–84		C (добре)
65–74	задовільно	D (задовільно)
60–64		E (достатньо)
35–59	незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1–34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)

11. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна.

№	Найменування	Номер теми
1.	Мультимедійний проектор	1–15
2.	Проекційний екран	1–15
3.	Комунікаційне програмне забезпечення (Internet Explorer, Opera, Google Chrome, Firefox)	1–15
4.	Наявність доступу до мережі Інтернет	1–15
5.	Персональні комп'ютери	1–15
6.	Комунікаційне програмне забезпечення (Zoom) для проведення занять у режимі он-лайн (за необхідності)	1–15
7.	Комунікаційна навчальна платформа (Moodle) для організації дистанційного навчання (за необхідності)	1–15
8.	Інструменти Open Office (Word; Excel; Power Point і т. і.)	1–15
9.	Електронний варіант лекцій	1–15
10.	Інструкції до виконання практичних робіт (електронний варіант)	1–15

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Журавчак Л. М. Дискретна математика для програмістів : навч. посіб. – Львів : Львівська політехніка, 2019. – 420 с.
2. Дискретна математика: Конспект лекцій (Частина 1) [Електронний ресурс] / О.Л.Темнікова ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 154 с.
3. Спекторський І. Я. , Стусь О. В. , Статкевич В. М. Дискретна математика (Електронний ресурс) : розрахункові роботи для студентів спеціальностей 124 «Системний аналіз», 122 «Комп'ютерні науки» / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані . Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. 84 с.
4. Кривий С.Л. Дискретна математика / С.Л. Кривий. К.: Букрек, 2017. 568 с.
5. Kevin Ferland. Discrete Mathematics and Applications. – Chapman and Hall/CRC, 2017. 944 p.
6. Kenneth H. Rosen. Handbook of Discrete and Combinatorial Mathematics. Chapman and Hall/CRC, 2017. 1612 p.
7. Douglas B. West. Combinatorial Mathematics. – Cambridge University Press, 2020. 950 p.
8. Мещеряков В.І., Черепанова К.В. Невизначене програмування: Консп. лекцій. Одеса: ОДЕУ, 2017. — 88с.
9. Lockwood, E., & De Chenne, A. (2020). Investigating undergraduate students' generalizing activity in a computational setting. In A. I. Sacristán, J. C. Cortés-Zavala, & P. M. Ruiz-Arias (Eds.), *Mathematics Education Across Cultures: Proceedings of the 42nd Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 2174–2182). PME-NA. <https://doi.org/10.51272/pmena.42.2020-372>.
10. Lockwood, E., & De Chenne, A. (2021). Reinforcing key combinatorial ideas in a computational setting: A case of encoding outcomes in computer programming. *The Journal of Mathematical Behavior*, 62, 100857. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2021.100857>
11. Lockwood, E., & Ellis, A. B. (2022). Two students' mathematical thinking and activity across representational registers in a combinatorial setting. *ZDM*. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01352-8>
12. Lockwood, E., Caughman, J. S., & Weber, K. (2020a). An essay on proof, conviction, and explanation: Multiple representation systems in combinatorics. *Educational Studies in Mathematics*, 103(2), 173–189. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-09933-8>
13. Medová, J., Páleníková, K., Rybanský, L., & Naštická, Z. (2019). Undergraduate students' solutions of modeling problems in algorithmic graph theory. *Mathematics*, 7(7), 572. <https://doi.org/10.3390/math7070572>
14. Montenegro, J. A., Rosa Borba, E. SRd., & Bittar, M. (2021). Registers of semiotic representations aiding the learning of combinatorial situations. *The Mathematics Enthusiast*, 18(3), 578–611. <https://doi.org/10.54870/1551-3440.1537>
15. Ostkirchen, F., & Greefrath, G. (2022). Case study on students' mathematical modelling processes considering the achievement level. *Modelling in Science Education and Learning*, 15(1), 137–150. <https://doi.org/10.4995/msel.2022.16506>
16. Ouvrier-Buffet, C. (2020). Discrete mathematics teaching and learning. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of mathematics education* (pp. 227–233). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_51.
17. Reed, Z., & Lockwood, E. (2021). Leveraging a categorization activity to facilitate productive generalizing activity and combinatorial thinking. *Cognition and Instruction*, 39(4), 409–450. <https://doi.org/10.1080/07370008.2021.1887192>