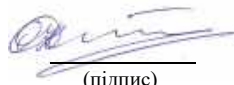


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки (№ 503)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програм



(підпис)

О.О. Ілляшенко

(ініціали та прізвище)

« 29 » 08 2025 р

**СИЛАБУС *ОБОВ'ЯЗКОВОЇ*
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Дискретна математика

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань:

F «Інформаційні технології»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність:

F5 Кібербезпека та захист інформації

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма:

Безпека інформаційних і комунікаційних систем

(найменування спеціалізації)

Рівень вищої освіти: *перший (бакалаврський)*

Силабус введено в дію з 01.09.2025 року

Харків 2025 рік

Розробник: Холодна З. Б., старша викладачка

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри _____

комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки (503)

(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 29 » 08 2025 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)

В. С. Харченко

(ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

(підпис)

Ілля МІЦІК

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1 Загальна інформація про викладача



ПІБ: Холодна Зоя Борисівна

Посада: Старший викладач

Науковий ступінь:

Вчене звання:

Перелік дисциплін, які викладає:

- Комп'ютерна графіка
 - Дискретна математика
-

Напрями наукових досліджень:

Алгоритми дискретних структур, алгоритми комп'ютерної графіки, кодування і теорія чисел

Контактна інформація:

z.kholodnaya@csn.khai.edu

2 Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна, заочна
Семестр	2-й семестр
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<u>денна</u> : 4 кредити ЄКТС/120 (64 аудиторних, з яких лекції — 32, практики — 32, СРЗ — 56) <u>заочна</u> : 4 кредити ЄКТС/120 годин (8 аудиторних, з яких: лекції – 4, практичні – 4; СРЗ – 112)
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні, самостійна робота, РР
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, РР, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	Шкільний курс математики

3 Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: підготовка студентів до вирішення завдань пов'язаних з комбінаторики, алгоритмами оптимізації на графах, методами мінімізації станів кінцевого і часткового автоматів; знайомство з математичними моделями дискретних асинхронних систем, з теоретичними основами кодування інформації.

Завдання: вміння розв'язувати завдання з комбінаторики; застосовувати на практиці алгоритми оптимізації для задач теорії графів; мінімізувати кількість станів кінцевого та часткового автоматів; побудувати граф розміток для даної мережі Петрі; кодувати та декодувати інформацію за допомогою алгоритмів компресії.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі і практичні завдання у галузі кібербезпеки та захисту інформації.

Загальні компетентності:

ЗК1. Здатність застосування знання у практичних ситуаціях.

ЗК2. Знання та розуміння предметної області і розуміння професійної діяльності.

ЗК4. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Спеціальні компетентності:

СК5. Здатність відновлювати функціонування інформаційних та інформаційно-комунікаційних систем після реалізації загроз, здійснення кібератак, збоїв і відмов різних класів та походження.

СК6. Здатність впроваджувати та забезпечувати функціонування комплексних систем захисту інформації (комплекси нормативно-правових, організаційних та технічних засобів і методів, процедур, практичних прийомів, тощо).

СК8. Здатність виконувати моніторинг інформаційних процесів, аналізувати, виявляти, оцінювати можливості вразливості та загрози з встановленою політикою інформаційної безпеки.

Результати навчання:

РН1. Вільно спілкуватися державною мовою усно та письмово при виконанні професійних обов'язків.

РН5. Аналізувати, аргументувати, приймати рішення при розв'язанні складних спеціалізованих задач і практичних завдань у професійної діяльності, які характеризуються комплексністю та неповною визначеністю, відповідати за прийняті рішення.

РН6. Адаптуватися до нових умов і технологій професійної діяльності, прогнозувати кінцевий результат.

РН8. Застосування знання й розуміння математики та фізики в професійної діяльності, формалізувати задачі предметної галузі кібербезпеки та захисту інформації, формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення.

4 Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовий модуль 1. Поняття комбінаторних задач; основні правила і формули комбінаторики; твірні функції; принцип включення виключення. Основні визначення теорії графів; дерево графа, кліка графа; алгоритми оптимізації на графах

ТЕМА 1 Комбінаторика

Анотація: поняття комбінаторних задач; основні правила і формули комбінаторики; перестановки і сполучення з повторенням і без; твірні функції; принцип включення виключення.

Тема лекції 1: поняття комбінаторних задач; основні правила і формули комбінаторики; твірні функції.

Тема лекції 2: принцип включення виключення.

Тема практичної роботи 1: рішення задач на різноманітні випадки комбінаторики.

Тема практичної роботи 2: рішення задач за принципом включення виключення.

Самостійна робота здобувача: опрацювання матеріалу лекцій, рішення задач комбінаторики; підготовка до модульної контрольної роботи.

ТЕМА 2. Теорія графів

Анотація: основні визначення теорії графів: вершини, ребра, дуги, інцидентність, суміжність, зв'язність, циклічність, зваженість, ступінь, повнота; дводольність, ізоморфізм, гомеоморфізм, планарність, поняття Ейлерова і Гамільтонова графів; частини графа, кліка графа; способи завдання графа; поняття дерева; способи завдання дерева (алгоритм побудови символу дерева, алгоритм відновлення дерева з його символу); дерево, як частина графу, алгоритм породження повних підграфів (знаходження клік графа).

Тема лекції 3: основні визначення теорії графів; способи завдання графа.

Тема лекції 4: дерева; способи завдання дерева.

Тема практичної роботи 3: побудова графів різними способами; визначення типів графів, валентності, планарності, знаходження підграфів і частин графу.

Тема практичної роботи 4: побудова символу дерева і відновлення дерева по його символу; знаходження клік графа.

Самостійна робота здобувача: опрацювання матеріалу лекцій і практик; підготовка до модульної контрольної роботи.

ТЕМА 3. Алгоритми оптимізації на графах

Анотація: алгоритм пошуку в глибину для топологічного сортування; знаходження мінімального кістякового дерева графа (алгоритм Краскала та алгоритм Прима); знаходження найкоротшої відстані від заданої вершини у всі досяжні вершини даного графа (алгоритм Дейкстри); знаходження найкоротшої відстані від заданої вершини в задану методом гілок і меж (МГМ), критерії відсікан-

ня; знаходження максимального потоку в мережі (алгоритм позначок Форда і Фалкерсона).

Тема лекції 5: поняття топологічного сортування; алгоритм «пошук в глибину».

Тема лекції 6: знаходження мінімального кістякового дерева графа (алгоритми Краскала та Прима).

Тема лекції 7: алгоритм Дейкстри; МГМ.

Тема лекції 8: Форда і Фалкерсона (алгоритм позначок).

Тема практичної роботи 5: відпрацювання алгоритму топологічного сортування.

Тема практичної роботи 6: відпрацювання алгоритму Прима (знаходження МКД).

Тема практичної роботи 7: відпрацювання алгоритмів Дейкстри і МГМ.

Тема практичної роботи 8: відпрацювання алгоритму Форда і Фалкерсона (знаходження максимального потоку в мінімальному розрізі).

Самостійна робота здобувача: опрацювання матеріалу лекцій і практик; підготовка до модульної розрахункової роботи.

Модульний контроль 1.

Розрахункова робота: «Алгоритми на графах».

МОДУЛЬ 2

Змістовний модуль 2 Поняття абстрактного автомата. Часткові автомати.

Математичні моделі дискретних асинхронних систем

ТЕМА 4. Введення в теорію кінцевих автоматів

Анотація: визначення кінцевого автомата (стан, алфавіти вхідних вихідних сигналів), умови автоматності, втомати Мілі і Мура, мінімізація станів повних автоматів; мінімізація часткових автоматів (знаходження покриваючого автомата).

Тема лекції 9: поняття абстрактного автомата: вхідні та вихідні слова. способи завдання автоматів; умови автоматності.

Тема лекції 10: поняття автоматів Мілі і Мура; перетворення автоматів.

Тема лекції 11: мінімізація станів повних автоматів.

Тема лекції 12: часткові автомати; мінімізація часткових автоматів (знаходження покриваючого автомата).

Тема практичної роботи 9: різні способи завдання автоматів, знаходження вихідних слів за заданим вхідним словом; побудова автоматів.

Тема практичної роботи 10: перетворення автомата Мілі в автомат Мура і навпаки.

Тема практичної роботи 11: відпрацювання алгоритму мінімізації кількості станів автомата.

Тема практичної роботи 12: відпрацювання алгоритму знаходження покриваючого автомату для заданого часткового автомата.

Самостійна робота здобувача: опрацювання матеріалу лекцій і практик; підготовка до модульної контрольної роботи.

ТЕМА 5. Математичні моделі дискретних асинхронних систем

Анотація: математичні моделі дискретних асинхронних систем (мережі Петрі), проблеми синхронізації та паралелізму; деякі класичні задачі моделювання конфліктів в мережі Петрі: задача про взаємне виключення, задача про виробника/споживача, задача про читання/запис, задача про мудреців, що обідають; механізми синхронізації: P- і V- системи.

Тема лекції 13: мережі Петрі (математичні моделі дискретних асинхронних систем); класичні задачі моделювання конфліктів в мережі Петрі.

Тема лекції 14: проблеми синхронізації та паралелізму.

Тема практичної роботи 13: побудова елементарних мереж Петрі.

Тема практичної роботи 14: з'ясування безпечності мережі (з'ясування типів переходів).

Самостійна робота здобувача: опрацювання матеріалу лекцій і практик; підготовка до модульної контрольної роботи.

Модульний контроль 2.

Змістовний модуль 3 Теорія кодування і алгоритми стиснення.

Поняття економного і оптимального кодування.

Класифікація алгоритмів кодування (стиснення)

ТЕМА 6. Теорія кодування і алгоритми стиснення

Анотація: проблеми кодування і декодування, роздільні схеми, префіксні схеми, алфавітне кодування, ціна кодування; економне кодування Фано, оптимальне кодування Хаффмена; класифікація алгоритмів кодування (стиснення): алфавітне, групове, словарне, адаптивне, напіваадаптивне, не адаптивне, приклади алгоритмів кодування: групового — RLE, словарного — LZW; пряме і зворотне перетворення BWT.

Тема лекції 15: алгоритми кодування (стиснення) Фано і Хаффмена; класифікація алгоритмів кодування (стиснення).

Тема лекції 16: алгоритми стиснення: RLE, LZW, BWT.

Тема практичної роботи 15: порівняння результатів кодування алгоритмами Фано і Хаффмена (поняття ціни кодування).

Тема практичної роботи 16: відпрацювання алгоритмів кодування (розкодування) RLE, LZW, BWT.

Самостійна робота здобувача: опрацювання матеріалу лекцій і практик; підготовка до модульної контрольної роботи.

Модульний контроль 3.

5 Індивідуальні завдання

Розрахункова робота на тему «Алгоритми на графах».

6 Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, консультацій, а також самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою.

7 Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, підсумковий контроль у вигляді іспиту.

8 Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль 1			
Виконання практичних робіт	0...4	8	0...32
Модульний контроль	0...6	1	0...6
Змістовий модуль 2			
Виконання практичних робіт	0...4	6	0...24
Модульний контроль	0...6	1	0...6
Змістовий модуль 3			
Виконання практичних робіт	0...4	2	0...8
Модульний контроль	0...6	1	0...6
Виконання і захист розрахункової роботи	0...18	1	0...18
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (*іспит*) проводиться у разі відмови здобувача освіти від балів підсумкового контролю й за наявності допуску до *іспиту*. Під час складання семестрового *іспиту* здобувач освіти має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для *іспиту* складається з двох теоретичних питань, кожне оцінюється максимум у 30 балів і одного практичного питання (задачі), вирішення якого оцінюється максимум у 40 балів.

Приклади теоретичних питань:

1. Використання теорії графів. Основні визначення (вершина, ребро, інцидентність, суміжність, орієнтованість, кінцевість і нескінченність, изоморфність, ступінь і ін.)
2. Поняття підграфа, частини графа, суграфа, доповнення графа, повного графа.
3. Поняття маршруту, ланцюга, циклу в орієнтованому і неорієнтованому графах. Ейлеров і Гамільтонов графи.
4. Поняття планарності графів. Графи Понтрягіна-Куратовського. Гомеоморфізм графів.
5. Символ дерева. Алгоритм отримання символу і алгоритм відновлення дерева. Приклад.
6. Алгоритм побудови мінімального кістякового дерева (алгоритм Прима). Показати на прикладі.

7. Алгоритми знаходження найкоротшого шляху. Алгоритм Дейкстри. Показати на прикладі.
8. Автомати Мілі та Мура. Відмінність в способах завдання. Перетворення автоматів (авт. Мілі в авт. Мура, авт. Мура в авт. Мілі).
9. Часткові автомати. Алгоритм побудови мінімального покриваючого автомата.
10. Мережі Петрі. Засоби завдання. Переходи і міста. Поняття первинної розмітки. Приклад.
11. Мережі Петрі. Заборонені і дозволені переходи. Суперечність та одночасність. Зображення деяких логічних функцій за допомогою мереж Петрі.
12. Мережі Петрі. Граф розміток (правило розмітки). Поняття досяжної меткі. Конечний і безконечний граф розмітки мережі.

Приклади практичних завдань:

1. Для даних графів визначити Ейлеров та Гамільтонів цикли, якщо вони існують.
а) АВ, АС, АД, ВF, ВС, СF, СЕ, CD; б) АВ, АG, ВG, CD, СG, DG, GE, GF, EF.
2. В оргграфі визначити все і шляхи довжиною три: АВ, ВС, СА, СС
3. Побудувати автомат Мілі (граф-діаграма і таблиця), що відмикає номерний замок з цифрами 1, 2, 3, 4, 5 при вводі послідовності 1-3-3-2.
4. Мінімізувати автомат Мілі:
 $\delta(A,a)=B; \delta(A,b)=C; \delta(B,a)=A; \delta(B,b)=C; \delta(C,a)=A; \delta(C,b)=B; \delta(D,a)=B; \delta(D,b)=D.$
 $\lambda(A,a)=0; \delta(A,b)=0; \lambda(B,a)=0; \lambda(B,b)=0; \lambda(C,a)=1; \lambda(C,b)=0; \lambda(D,a)=1; \lambda(D,b)=0.$
5. Побудувати автомат Мура з автомату Мілі:
 $\delta(A,a)=B; \delta(A,b)=C; \delta(B,a)=A; \delta(B,b)=C; \delta(C,a)=A; \delta(C,b)=B; \delta(D,a)=B; \delta(D,b)=D.$
 $\lambda(A,a)=0; \delta(A,b)=0; \lambda(B,a)=0; \lambda(B,b)=0; \lambda(C,a)=1; \lambda(C,b)=0; \lambda(D,a)=1; \lambda(D,b)=0.$
6. Побудувати граф, що є гомеоморфний даному графу, нарисувати обидва графи.

АВ, АД, ВС, ВG, СF, DE, DG, GE, GF, EF.
7. Відновити дерево по його символу: $T(\alpha)=(2,3,5,5,3,3,2).$

Таблиця 8.2 – Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Виконати усі чотири модульних контролів та індивідуальне завдання не менше ніж на 60 балів в сумі.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, Виконати усі чотири модульних контролів та індивідуальне завдання не менше ніж на 75 балів в сумі.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки та індивідуальне завдання з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти їх застосовувати.

9 Політика навчального курсу

Відвідування занять. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій консультації протягом тижня після їх пропуску. Відпрацювання занять здійснюється усно у формі співбесіди за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання пропущених занять шляхом виконання індивідуального письмового завдання.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>).

Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут»

10 Методичне забезпечення

1. Система управління курсами кафедри комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки [Ел. ресурс]. URL: <https://elearn.csn.khai.edu>
2. Сторінка дисципліни у системі дистанційного навчання «Ментор» [Ел. ресурс]. URL: <https://mentor.khai.edu/view.php?id=3738>

11 Рекомендована література

Базова

1. М. Биков, В. Черв'яков. Дискретний аналіз і теорія автоматів. Суми: Сумський державний університет, 2016.
2. Коноваленко О.Є., Ткачук М.А., Грабовський А.В. Дискретна математика: навч.- метод. посібник. Харків: НТУ «ХПІ», 2016. 84 с.
3. Кузьменко І. М. Теорія графів. Навч. посібник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю «Комп'ютерні науки». — Київ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020.
4. Матвієнко М. П. Дискретна математика. Підручник. Вид. 2-ге перероб. і доп. – Київ : Видавництво «Ліра-К», 2017. — 324 с.

Допоміжна

1. С. Гавриленко, А. Клименко, Н. Любченко, В. Смоляр, С. Тишко. Теорія цифрових автоматів та формальних мов (вступний курс). Харків: НТУ «ХПІ», 2011.
2. Kenneth H. Rosen. Discrete Mathematics and Its Applications. Monmouth University (and formerly AT&T Laboratories). 2011. — 1071 p. https://faculty.ksu.edu.sa/sites/default/files/rosen_discrete_mathematics_and_its_applications_7th_edition.pdf
3. Gary Chartrand, Ping Zhang. A First Course in Graph Theory. Western Michigan University DOVER PUBLICATIONS, INC. Mineola, New York/ 2012/ — 447 p.

Інформаційні ресурси

1. http://lib.ysu.am/disciplines_bk/86ed8ab971105564c1b66357510f992a.pdf
2. https://stud.com.ua/98834/informatika/merezhi_petri
3. Ментор. <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=3738>