

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з навчально-методичної роботи

Каріна НЕМАШКАЛО

ДИСКРЕТНА МАТЕМАТИКА

робоча програма навчальної дисципліни

Галузь знань *12 "Інформаційні технології"*
Спеціальність *124 "Системний аналіз"*
Освітній рівень *перший (бакалаврський)*
Освітня програма *"Управління складними системами"*

Статус дисципліни *обов'язкова*
Мова викладання, навчання та оцінювання *українська*

Завідувач кафедри
вищої математики та
економіко-математичних методів

Людмила МАЛЯРЕЦЬ

Харків
2022

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні кафедри *вищої математики та економіко-математичних методів*
Протокол № 1 від 31.08.2022 р.

Розробник:

Денисова Т. В., к.т.н., доц. кафедри вищої математики та економіко-математичних методів

**Лист оновлення та перезатвердження
робочої програми навчальної дисципліни**

Навчальний рік	Дата засідання кафедри – розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри

Анотація навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна "Дискретна математика" є обов'язковою навчальною дисципліною, яка вивчається студентами спеціальності 124 "Системний аналіз" згідно з освітньою програмою підготовки бакалаврів "Управління складними системами" галузі знань 12 "Інформаційні технології".

Дискретна математика – розділ математики, *об'єктом* вивчення якої є дискретні множини та дискретні змінні, а *предметом* – властивості цих об'єктів, встановлення та дослідження різноманітних відповідностей між ними та застосування їх до побудови математичних моделей задач фахової спрямованості.

Мета навчальної дисципліни: ознайомити студентів з основними поняттями, ідеями та методами логічного аналізу, навчити використовувати їх під час розв'язування конкретних практичних задач, підготувати студентів до вивчення спеціальних дисциплін та самостійного опрацювання математичної і науково-технічної літератури, сформулювати цілісну систему теоретичних знань, необхідну для професійної діяльності компетентного фахівця в галузі інформаційних технологій, розвинути вміння аналітичного мислення та навичок застосування математичного апарату до формалізації реальних процесів і явищ.

Математичний апарат "Дискретної математики" є необхідним у процесі вивчення навчальних дисциплін, пов'язаних з теоріями інформації, алгоритмів і програм, процесів управління, масового обслуговування тощо, а також може бути безпосередньо застосованим для розв'язання багатьох прикладних задач фахової спрямованості.

Основними завданнями вивчення навчальної дисципліни "Дискретна математика" є: вироблення навичок математичного дослідження прикладних задач, пов'язаних з професійною діяльністю;

формування у студентів аналітично-дослідницьких компетентностей щодо використання засобів теорії множин і відношень, комбінаторного аналізу, теорії графів, математичної логіки та теорії автоматів у професійній діяльності, а саме: аналізу, композиції та декомпозиції інформаційних комплексів і процесів;

засвоєння основних принципів створення й експлуатації автоматизованих систем управління і проектування, інтегрованих систем обробки інформації та їх компонентів (пакетів прикладних програм, розподілених банків даних, мереж передачі даних);

набуття досвіду розв'язання задач економічної динаміки, теорій інформації, алгоритмів масового обслуговування, оптимізаційних задач економіки.

Характеристика навчальної дисципліни

Курс	1
Семестр	2
Кількість кредитів ECTS	5
Форма підсумкового контролю	залік

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни:

Пререквізити	Постреквізити
Вища математика	Інформаційний бізнес та хмарні технології
	Методи оптимізації та дослідження операцій
	Випадкові процеси
	Моделювання фінансових процесів
	Моделювання систем

Компетентності та результати навчання за дисципліною

Компетентності	Результати навчання
<p>Інтегральна. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми системного аналізу у професійній діяльності або в процесі навчання, що передбачають застосування теоретичних положень та методів системного аналізу та інформаційних технологій і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.</p> <p>КЗ1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>КЗ2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>КЗ4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.</p> <p>КФ 1. Здатність використовувати системний аналіз як сучасну міждисциплінарну методологію, що базується на прикладних математичних методах та сучасних інформаційних технологіях і орієнтована на вирішення задач аналізу і синтезу технічних, економічних, соціальних, екологічних та інших складних систем.</p> <p>КФ 2. Здатність формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів.</p>	<p>РН1. Знати і вміти застосовувати на практиці диференціальне та інтегральне числення, ряди та інтеграл Фур'є, аналітичну геометрію, лінійну алгебру та векторний аналіз, функціональний аналіз та дискретну математику в обсязі, необхідному для вирішення типових завдань системного аналізу.</p>

Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.

Теорія множин та комбінаторний аналіз. Теорія графів

Тема 1. Теорія множин і відношень

1.1. Множини: означення основних понять, операції над множинами.

Мета, об'єкт, предмет і основні завдання навчальної дисципліни, її роль у розвитку основ теорії систем. Початкові відомості, пов'язані з поняттям "множина": елемент, порожня множина, рівність множин, підмножина, універсум. Способи задання множин. Операції над множинами: об'єднання, перетин, різниця, доповнення. Діаграми Ейлера – Венна. Розбиття множин.

1.2. Різновиди множин. Алгебра множин.

Бієкція. Еквівалентні множини. Потужність множин. Скінченні і нескінченні, злічені й незлічені множини. Неперервні та дискретні числові множини. Замкнена множина. Алгебра множин: означення, основні закони, принцип двоїстості. Кортежі. Прямий (декартовий) добуток множин.

1.3. Бінарні відношення (БВ).

БВ: основні означення, операції над БВ. Геометричні та матричне подання БВ. Основні характеристики (властивості) БВ: рефлексивність, антирефлексивність, симетричність, антисиметричність, асиметричність, транзитивність. Основні типи БВ: еквівалентності, відношення порядку, домінування, толерантності. Використання БВ в інформаційних системах. Функціональне БВ: означення, різновиди залежно від області існування і області значень. Функції, функціонали, оператори. Композиція функцій, ін'єктивні, бієктивні, обернені функції, обмежені функції, їх властивості.

Тема 2. Комбінаторний аналіз (КА)

КА: предмет, основні задачі, основні правила (добутку, суми, включення і виключення (метод просювання)). Основні комбінаторні конфігурації (переставлення, розміщення, комбінації) без повторень та з повтореннями: означення, формули для підрахунку їх кількості. Схема "урн та куль" для інтерпретації (моделювання) комбінаторних конфігурацій. Загальні рекомендації щодо розв'язання задач на відшукування кількості основних комбінаторних конфігурацій. Комбінаторні задачі перелічення і переліку. Рекурентні співвідношення. Енумератори (твірні функції) і денумератори. Задача розбиття натуральних чисел.

Тема 3. Теорія графів

3.1. Неорієнтовані графи.

Типи графів. Неорієнтовані графи: означення основних понять, способи задання. Підграф, маршрут, ланцюг, цикл. Відшукування ланцюгів найменшої довжини. Зв'язність графів, дерева та ліс на графах. Побудова економічного дерева. Аналіз особливостей деревоподібних графів.

3.2. Орієнтовані графи.

Орієнтовані графи: означення основних понять, способи задання. Шлях, контур. Сіткові графіки (СГ): основні означення, правила побудови. Розв'язання оптимізаційних задач на СГ (задача відшукування критичного часу і критичного шляху).

3.3. Транспортні мережі (ТМ).

ТМ: основні означення, відшукування повного потоку. Розрізи на ТМ. Теорема про мінімальні розрізи і максимальні потоки. Задача відшукування максимального потоку на ТМ (алгоритм Форда – Фалкерсона).

Змістовий модуль 2.

Математична логіка. Елементи теорії скінченних автоматів

Тема 4. Алгебра висловлень. Логічні формули

4.1. Алгебра висловлень.

Висловлення: основні означення, логічні операції. Алгебра висловлень, закони алгебри логіки. Ізоморфні алгебри, булеві алгебри. Области практичного застосування математичної логіки.

4.2. Логічні формули.

Логічні формули: означення, класифікація, принцип двоїстості. Задача розв'язності: постановка та способи розв'язання. Диз'юнктивна і кон'юнктивна нормальні форми (ДНФ, КНФ): означення, побудова. Досконалі ДНФ, КНФ: означення, побудова за відомими ДНФ, КНФ. Формули розкладу логічних формул та їх застосування до побудови нормальних форм.

Тема 5. Булеві функції (БФ)

5.1. БФ: основні поняття, область існування, способи задання, нормальні форми. Канонічна мінімізація БФ: постановка задачі, методи мінімізації (аналітичний, табличний, графічний).

5.2. Застосування БФ до аналізу і синтезу контактних схем.

Контакти: означення, різновиди, операції над контактами. Алгебра контактних схем. Задачі аналізу та синтезу контактних схем: постановка, алгоритми розв'язання.

5.3. Застосування БФ до аналізу і синтезу логічних схем.

Логічні елементи: різновиди, схематичне зображення. Вхідні, вихідні, внутрішні змінні. Логічні схеми. Задачі аналізу та синтезу логічних схем: постановка, алгоритми розв'язання.

Тема 6. Предикати і квантори

Вільні змінні. Предикати: приклади, основні означення, способи задання. Операції над предикатами. Тотожно істинні та рівносильні предикати. Квантори загальності й існування: означення, властивості. Запис висловлень мовою логіки предикатів. Предикатні формули.

Тема 7. Елементи теорії скінченних автоматів

7.1. Скінченні автомати: основні означення, класифікація.

Кібернетичні системи: означення основних понять. Скінченні автомати як керуючі системи: основні означення, способи задання, властивості, класифікація.

7.2. Аналіз, синтез і мінімізація скінченних автоматів.

Задачі аналізу, синтезу та мінімізації скінченних автоматів: постановки задач та їх розв'язання.

Перелік практичних і лабораторних занять, а також питань та завдань до самостійної роботи наведено у таблиці «Рейтинг-план» навчальної дисципліни».

Методи навчання та викладання

Під час викладання навчальної дисципліни "Дискретна математика" для реалізації визначених компетентностей освітньої програми передбачені такі форми навчання як: лекції, практичні та лабораторні заняття, під час проведення яких для активізації навчально-

пізнавальної діяльності студентів застосовують як активні, так й інтерактивні навчальних технологій, серед яких: лекції проблемного характеру (теми 1, 3, 7), міні-лекції (тема 3), мозкові атаки (теми 2, 3), дискусії (тема 6), презентації (теми 1 – 7), робота в малих групах (теми 4, 5), метод проектної роботи (тема 3), комп'ютерні симуляції (тема 1), індивідуальна дослідницька робота (теми 1 – 7). На всіх заняттях широко використовуються методи презентації знань.

Порядок оцінювання результатів навчання

Оцінювання сформованих компетентностей у студентів здійснюється за накопичувальною 100-бальною системою, контрольні заходи містять: поточний, модульний та підсумковий контроль.

Поточний контроль здійснюється протягом семестру під час проведення лекційних, практичних, лабораторних занять і оцінюється сумою набраних балів (максимальна сума – 100 балів; мінімальна сума, що дозволяє студенту отримати залік, – 60 балів). На лекційних заняттях поточний контроль проводиться у формі колоквиуму 2 рази за семестр у письмовій формі після вивчення матеріалу з логічно завершеної частини навчальної дисципліни (змістового модуля) і містить як теоретичні питання, так і практичні завдання різного рівня складності за всіма темами змістового модуля. Максимальна сума балів за *два колоквиуми* становить 22 бали (по 11 балів за колоквиум). Максимальна сума накопичених балів на практичних заняттях становить 27 балів і складається з балів, набраних за виконання завдань *трьох письмових контрольних робіт* (по 9 балів кожна). За виконання *шести домашніх завдань* протягом семестру студент максимально може набрати 24 бали. Захист звітів за виконання *дев'яти лабораторних робіт* передбачає максимальну суму балів, яка становить 18 балів (по 2 бали за кожен лабораторну роботу). Максимальна сума балів за виконання *самостійної творчої роботи* становить 9 балів.

Підсумковий/семестровий контроль здійснюється у формі диференційованого заліку, який полягає в оцінюванні рівня засвоєння студентом навчального матеріалу з навчальної дисципліни. Залік виставляється як загальна сума балів, набраних за результатами поточного контролю.

За умови успішного виконання навчального плану та програми навчальної дисципліни, активної і наполегливої роботи протягом семестру **студента слід вважати таким, що склав залік**, якщо сума балів, одержаних ним за результатами підсумкової/семестрової перевірки успішності, дорівнює або перевищує 60 балів. У випадку отримання менше 60 балів студент обов'язково складає залік після закінчення екзаменаційної сесії у встановлений деканом факультету термін.

Форми оцінювання та розподіл балів наведено у таблиці "Рейтинг-план навчальної дисципліни".

Рейтинг-план навчальної дисципліни

Те ма	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мах бал
Те ма 1	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція №1. Теорія множин	–	–
		Лекція №2. Бінарні відношення	–	–
	Практичне заняття	Практичне заняття №1. Теорія множин	–	–

		Практичне заняття №2. Бінарні відношення	–	–
	Лабораторне заняття	Лабораторне заняття №1. Теорія множин	Лабораторна робота	2
		Лабораторне заняття №2. Бінарні відношення	Лабораторна робота	2
<i>Самостійна робота</i>				
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою, опрацювання лекційного матеріалу. Виконання домашнього практичного завдання щодо дій над множинами, доведення теоретико-множинних співвідношень; побудова діаграм Ейлера-Венна для геометричної інтерпретації співвідношень між множинами; аналіз бінарних відношень з точки зору основних властивостей та основних типів	Домашнє завдання	3
Те ма 2	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція №3. Комбінаторний аналіз	–	–
	Практичне заняття	Практичне заняття №3. Комбінаторний аналіз	Письмова контрольна робота	9
	Лабораторне заняття	Лабораторне заняття №3. Комбінаторний аналіз	Лабораторна робота	2
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою, опрацювання лекційного матеріалу. Виконання домашнього практичного завдання на застосування основних правил комбінаторного аналізу та підрахунок числа основних комбінаторних конфігурацій без повторень та з повтореннями; розв'язання комбінаторних задач перелічення, переліку, розбиття натуральних чисел	Домашнє завдання	3
Те ма 3	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція №4. Неорієнтовані графи	–	–
		Лекція №5. Орієнтовані графи	–	–
		Лекція №6. Транспортні мережі	–	–
Практичне заняття	Практичне заняття №4. Неорієнтовані графи	–	–	

		Практичне заняття №5. Орієнтовані графи	Письмова контрольна робота	9
	Лабораторне заняття	Лабораторне заняття №4. Неорієнтовані графи	Лабораторна робота	2
		Лабораторне заняття №5. Орієнтовані графи	Лабораторна робота	2
	Самостійна робота			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою, опрацювання лекційного матеріалу. Виконання домашнього практичного завдання щодо способів завдання неорієнтованих та орієнтованих графів, відшукування ланцюгів мінімальної довжини між двома вершинами неорієнтованого графа та побудову економічного дерева; відшукування критичного часу і критичного шляху виконання комплексу робіт на сітковому графіку; обчислення повного та максимального потоків на транспортній мережі	Домашнє завдання	6
Те ма 4	Аудиторна робота			
	Лекція	Лекція №7. Алгебра висловлень	Колоквіум 1	11
		Лекція №8. Логічні формули	–	–
	Практичне заняття	Практичне заняття №6. Алгебра висловлень. Логічні формули	–	–
	Лабораторне заняття	Лабораторне заняття №6. Алгебра висловлень. Логічні формули	Лабораторна робота	2
	Самостійна робота			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою, опрацювання лекційного матеріалу. Виконання домашнього практичного завдання щодо вирішення проблеми розв'язності, побудову диз'юнктивних і кон'юнктивних (досконалих диз'юнктивних і кон'юнктивних) нормальних форм логічних формул	Домашнє завдання	3
Те ма 5	Аудиторна робота			
	Лекція	Лекція №9. Булеві функції	–	–
		Лекція №10. Застосування булевих функцій	Самостійна творча робота	9
Практичне заняття	Практичне заняття №7. Булеві функції	–	–	

		Практичне заняття №8. Застосування булевих функцій	–	–
	Лабораторне заняття	Лабораторне заняття №7. Булеві функції	Лабораторна робота	2
		Лабораторне заняття №8. Застосування булевих функцій до аналізу та синтезу контактних схем	Лабораторна робота	2
		Лабораторне заняття №9. Застосування булевих функцій до аналізу та синтезу логічних схем	Лабораторна робота	2
<i>Самостійна робота</i>				
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою, опрацювання лекційного матеріалу. Виконання домашнього практичного завдання щодо способів задання, канонічної мінімізації булевих функцій та їх застосування до аналізу й синтезу комбінаційних схем	Домашнє завдання	3
Те ма 6	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція №11. Предикати і квантори	–	–
	Практичне заняття	Практичне заняття №9. Предикати і квантори	Письмова контрольна робота	9
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою, опрацювання лекційного матеріалу. Виконання домашнього практичного завдання щодо виконання логічних операцій над предикатами, запису висловлень мовою предикатів, формулювання тверджень, записаних мовою логіки предикатів та квантифікації предикатів	Домашнє завдання	3
Те ма 7	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція №12. Елементи теорії скінченних автоматів	Колоквіум 2	11
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Пошук, підбір та огляд літературних джерел за заданою тематикою, опрацювання лекційного матеріалу. Виконання домашнього практичного завдання щодо задання скінченних автоматів аналітичним, табличним, матричним, графічним способами, їх аналізу й синтезу	Домашнє завдання	3
	Загальна кількість балів			100

Рекомендована література

Основна

1. Дискретна математика [Електронне видання] : навчальний посібник / Т. В. Денисова, В. Ф. Сенчуков. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2019. – 288 с. – Режим доступу : <http://www.repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/22003>
2. Дискретна математика. Методичні рекомендації до самостійної роботи з теми "Теорія графів" для студентів галузі знань 12 "Інформаційні технології" першого (бакалаврського) рівня [Електронний ресурс] / уклад. Т. В. Денисова, В. Ф. Сенчуков; Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця. – Електрон. текстові дан. (11,7 МБ). – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2020. – 99 с. – Режим доступу : <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/23848> .
3. Дискретна математика. Методичні рекомендації до самостійної роботи з теми "Теорія множин і відношень" для студентів галузі знань 12 "Інформаційні технології" першого (бакалаврського) рівня [Електронний ресурс] / уклад. Т. В. Денисова; Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця. – Електрон. текстові дан. (10,7 МБ). – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2021. – 79 с. – Режим доступу : <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/26063> .
4. Дискретна математика : методичні рекомендації до лабораторних робіт для студентів галузі знань 12 "Інформаційні технології" першого (бакалаврського) рівня / уклад. Т. В. Денисова, В. Ф. Сенчуков. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2018. – 114 с.
5. Дискретна математика: методичні рекомендації до самостійної роботи за темою "Комбінаторний аналіз" для студентів галузі знань 12 "Інформаційні технології" першого (бакалаврського) рівня [Електронний ресурс] / уклад. Т. В. Денисова. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця. – 2022. – 48 с.

Додаткова

4. Освітньо-професійна програма "Управління складними системами" [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.hneu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/07/Upravlinnya-skladnymy-systemamy-OPP-2021-bakalavr.pdf> .
5. Сенчуков В. Ф. Мінімізація булевих функцій за номерами наборів значень аргументів / В. Ф. Сенчуков, Т. В. Денисова // Відкриті інформаційні та комп'ютерні інтегровані технології: зб. наук. пр. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т "ХАІ", 2019. – Вип. 83. – С. 156-167. – Режим доступу : <http://nti.khai.edu/ojs/index.php/oikit/article/view/696/751>
6. Сенчуков В. Ф. γ -мінімізація булевих функцій за матрицею відстаней та зведенням до задачі математичного програмування / В. Ф. Сенчуков, Т. В. Денисова // Відкриті інформаційні та комп'ютерні інтегровані технології: зб. наук. пр. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т "ХАІ", 2020. – Вип. 88. – С. 123-133. doi: 10.32620/oikit.2020.88.10 – Режим доступу : <http://nti.khai.edu/ojs/index.php/oikit/article/view/1254/1330>.
8. Нікольський Ю. В. Дискретна математика : підручник / Ю. В. Нікольський, В. В. Пасічник, Ю. М. Щербина ; за ред. В. В. Пасічника. – 5-те вид., випр. та допов. – Львів : Магнолія-2006, 2019. – 432 с.
9. Журавчак Л. М. Дискретна математика для програмістів : навч. посіб. / Л. М. Журавчак. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 420 с.
10. Журавчак Л. М. Практикум з комп'ютерної дискретної математики : навч. посіб. / Л. М. Журавчак, Н. І. Мельникова, П. В. Сердюк ; Нац. ун-т "Львів. Політехніка". – Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2020. – 313 с.

11. Наконечна Т. В. Дискретна математика. Практикум : навч. посіб. для студентів спец. 124 – "Системний аналіз" / Наконечна Т. В. – Дніпро : Біла К. О. [вид.], 2019. – 88 с.
12. Дискретна математика для інформатиків : навч. посіб. / С. В. Бразинська, Т. М. Дубовик ; за ред. д-ра фіз.-мат. наук, проф. А. І. Косолапа ; ДВНЗ "Укр. держ. хім.-технол. ун-т". – Дніпро : ДВНЗ УДХТУ, 2018. – 150 с.
13. Борисенко О. А. Дискретна математика : підручник для студентів вищих навчальних закладів / О. А. Борисенко. – Суми : Університетська книга, 2019. – 255 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

14. Розміщення навчально-методичного забезпечення на сайті ПНС навчальної дисципліни "Дискретна математика" для денної форми навчання. – Режим доступу : <https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=4305> .
15. Розміщення навчально-методичного забезпечення на сайті ПНС навчальної дисципліни "Дискретна математика" для заочної форми навчання. – Режим доступу : <https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=4474> .
16. Дискретна математика : теорія множин і відношень, комбінаторика, числення висловлювань : навч. посіб. / Н. П. Тменова. – Київ : ВПЦ "Київський університет", 2018. – 103 с. – Режим доступу : http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2020/Tmenova_2018_103.pdf .
17. Дискретна математика : навчальний посібник для студентів спеціальності 123 "Комп'ютерна інженерія", спеціалізації "Комп'ютерні системи та мережі" [Електронний ресурс] / М. А. Новотарський ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 10,66 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 278 с. – Режим доступу : <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/37806> .
18. Основи дискретної математики : навч. посіб. / В. М. Коцовський. – Ужгород : ПП "АУТДОР-ШАРК", 2020. – 128 с. – Режим доступу : <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/31664> .
19. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи студентів з дисципліни «Дискретна математика» галузь знань 12 "Інформаційні технології" / Укладачі: Ясній О.П., Гашин П.Б., Крива Н.Р. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 40 с. – Режим доступу : <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/29428> .
20. Старченко В. В. Дискретна математика. Практикум з рішення задач за темою "Комбінаторика" : метод. вказівки / В. В. Старченко. – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2021. – 36 с. – (Методична серія; вип. 328). – Режим доступу : <https://dspace.chmnu.edu.ua/jspui/handle/123456789/442> .