



## ДИСКРЕТНА МАТЕМАТИКА

Тип дисципліни	Обов'язкова
Рівень вищої освіти	Перший(бакалаврський)
Мова викладання	Українська, Англійська
Семестр	перший
Обсяг кредитів ЄКТС	5
Форма здобуття освіти	Очна

**Результати навчання.** Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, має: знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення. Застосовувати базові математичні концепції, математичного моделювання та алгоритмізації у професійній сфері. Вміло *використовувати* понятійний апарат дискретної математики для розробки алгоритмів; *визначати* які властивості мають ті чи інші дискретні об'єкти разом із заданими на них функціями, операціями, відношеннями; *уміти виконувати* операції над дискретними об'єктами; *характеризувати* і класифікувати дискретні об'єкти; *будувати* дискретні об'єкти, які задовольняють наперед заданим властивостям; *вміти* використовувати апарат дискретної математики для формалізації і моделювання предметної області; *використовувати* символіку дискретної математики для вираження кількісних та якісних відношень дискретних об'єктів.

**Пререквізити** - Лінійна алгебра і аналітична геометрія

**Кореквізити** –Бази даних, Алгоритми та структури даних

**Зміст навчальної дисципліни.** Множини та відношення. Відображення та функції. Основи математичної логіки. Елементи комбінаторики. Графи.

**Запланована навчальна діяльність.** Лекції – 34 год, практичні заняття –34 год., самостійна робота – 82 год., разом – 150 год.

**Форми (методи) навчання:** лекції (з використанням методів проблемного навчання і візуалізації); практичні роботи, самостійна робота.

**Форми оцінювання результатів навчання:** усне опитування, тестування, контрольні роботи

**Форма семестрового контролю:** іспит.

### Навчальні ресурси:

1. Нікольський Ю.В., Пасічник В.В., Щербина Ю.М. Дискретна математика: Підручник. – Л.: «Магнолія Плюс». – 2021. – 432 с.
2. Журавчак Л.М. Дискретна математика для програмістів: навч. посібник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 420 с.
3. Базилевич Л.Є., Дискретна математика у прикладах і задачах, Львів, Чижиков, 2013 рік, - 487 с
4. Sridharan S., Balakrishnan R., Foundations of Discrete Mathematics with Algorithms and Programming, CRC Press, 2019, 535 pp
5. Rosen K., Discrete Mathematics and Its Applications, 8th Edition, McGraw-Hill Education, 2018, 1118 pp
6. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnu.edu.ua>.
7. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: <http://library.khmnu.edu.ua>.

**Викладач:** доктор фізико-математичних наук, професор Леонід БЕДРАТЮК

### 3. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Дисципліна "Дискретна математика" є однією із дисциплін загальної підготовки і займає провідне місце у підготовці фахівців освітнього рівня «бакалавр» за освітньо-професійною програмою «Інженерія програмного забезпечення».

**Пререквізити** - Лінійна алгебра і аналітична геометрія

**Кореквізити** –Бази даних, Алгоритми та структури даних

**Мета дисципліни.** Засвоєння основних понять дискретної математики та встановлення їхнього зв'язку з програмуванням

**Предмет дисципліни.** Дискретні об'єкти які виникають в процесі моделювання предметних областей

**Завдання дисципліни.** Надати студентам знання і практичні навички з розділів дискретної математики, вміти сформулювати і довести основні результати цих розділів. В ході практичних занять студенти повинні набути навичок розв'язання типових завдань.

Відповідно до **Стандарту вищої освіти** із зазначеної спеціальності та освітньої програми дисципліна сприяє забезпеченню: **компетентностей:**

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ФК8. Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення

ФК14. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

**програмних результатів навчання:**

ПРН1 Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.

ПРН5. Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення

**Результати навчання.** Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, має: знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення. Застосовувати базові математичні концепції, математичного моделювання та алгоритмізації у професійній сфері. Вміло *використовувати* понятійний апарат дискретної математики для розробки алгоритмів; *визначати* які властивості мають ті чи інші дискретні об'єкти разом із заданими на них функціями, операціями, відношеннями; *уміти виконувати* операції над дискретними об'єктами; *характеризувати* і класифікувати дискретні об'єкти; *будувати* дискретні об'єкти, які задовольняють наперед заданим властивостям; *вміти* використовувати апарат дискретної математики для формалізації і моделювання предметної області; *використовувати* символіку дискретної математики для вираження кількісних та якісних відношень дискретних об'єктів.

**Політика дисципліни** Організація освітнього процесу з дисципліни відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Студент зобов'язаний відвідувати лекції, практичні заняття, лабораторні роботи, тощо, згідно з розкладом, не запізнюватися на заняття, виконувати усі завдання та контрольні точки відповідно до графіка. Пропущені практичні заняття і лабораторні роботи студент зобов'язаний опрацювати самостійно у повному обсязі і відвітати перед викладачем не пізніше, ніж за тиждень до чергової атестації. До практичних занять і лабораторних робіт студент має підготуватися за відповідною темою і проявляти активність. Набутті особою знання з дисципліни або її окремих розділів у неформальній освіті зараховуються відповідно до Положення про порядок перезарахування результатів навчання та визначення академічної різниці у ХНУ.

#### 4. СТРУКТУРА ЗАЛКОВИХ КРЕДИТІВ ДИСЦИПЛІНИ

Назва теми	Кількість годин, відведених на:			
	лекції	практичні заняття	СРС	Разом
Тема 1. Множини та відношення.	10	10	24	44
Тема 2. Відображення та функції.	2	2	6	10
Тема 3. Основи математичної логіки.	6	6	14	26
Тема 4. Елементи комбінаторики.	8	8	18	34
Тема 5. Графи.	8	8	20	36
<b>Разом за перший семестр</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>82</b>	<b>150</b>

#### 5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

##### 5.1. Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
	<i>Перший семестр</i>	
1	<b>Множини, способи задання множини.</b> Логічна символіка. Аксиоми теорії множин. Підмножини. Критерій рівності множин. Степінь множини та його потужність.	2
2	<b>Операції над множинами та їхні властивості.</b> Діаграми належності. Круги Ейлера та діаграми Венна. Алгебра Множин. Доведення тотожностей. Системи множин.	2
3	<b>Декартів добуток множин. Відношення.</b> Бінарні відношення. Операції над бінарними відношеннями. Множення відношення та властивості множення.	2
4	<b>Спеціальні бінарні відношення та їхні властивості.</b> Симетричні, асиметричні, транзитивні, рефлексивні, антирефлексивні відношення. Транзитивне замикання відношення. Симетричне та рефлексивне замикання відношення.	2
5	<b>Відношення еквівалентності та порядку, їхні властивості.</b> Відношення еквівалентності, класи еквівалентності, факторизація. Відношення порядку та його властивості. Лексикографічний порядок. Екстремальні елементи частково впорядкованих множин.	2
6	<b>Відображення, типи відображень та основні властивості.</b> Означення та основні властивості. Композиція відображень та її властивості. Ін'єктивне, сюр'єктивне відображення та їх властивості. Бієктивне відображення та його властивості. Обернене відображення та його властивості.	2
7	<b>Висловлення, операції над висловленнями.</b> Формули, таблиці істинності. Тавтології та їхні властивості. Логічно рівносильні формули.	2
8	<b>Булеві функції.</b> Булеві функції однієї та двох змінних. Алгебра Буля. Алгебра Жегалкіна.	2
9	<b>Нормальні форми.</b> КНФ і ДНФ. Досконалі нормальні форми, ДКНФ і ДДНФ.	2
10	<b>Комбінаторика.</b> Правило суми. Правило добутку. Комбінаторні об'єкти - вибірки, розміщення, сполуки, перестановки.	2
11	<b>Біноміальні коефіцієнти та їх властивості.</b> Біном Ньютон. Тотожності для біноміальних коефіцієнтів. Трикутник Паскаля.	2

	Теорема Люка. Мультиноміальна теорема. Сполуки з повторенням. Кількість цілочисельних розв'язків лінійних рівнянь.	
12	<b>Рекурентні співвідношення та рекурентні рівняння.</b> Формула складних відсотків. Числа Фібоначчі. Формула Біне. Числа Каталана. Лінійні однорідні рекурентні рівняння.	2
13	<b>Породжуючі функції.</b> Основні поняття. Доведення тотожностей і розв'язання рекурентних рівнянь. Породжуючі функції як універсальний спосіб знаходження комбінаторних чисел	2
14	<b>Основні поняття теорії графів.</b> Означення графа. Основні типи графів. Ребра та вершини графа. Лема про рукостискання для простого та орієнтованого графа. Перерахування всіх простих графів із чотирма вершинами	2
15	<b>Спеціальні типи графів.</b> Дводольні графи. Критерій дводольності. Послідовність степенів графа. Графічна послідовність. Теорема Ердеша- Галаї та теорема Гавела. Зв'язні графи. Ейлерові та гамільтонові графи. Планарні графи.	2
16	<b>Операції над графами.</b> Доповнення графа. Представлення графів. Матриця суміжності. Матриця інцидентності, список суміжності. Інваріанти графів. Маршрути, ланцюги, цикли. Лема про існування простого ланцюга. Каркасні дерева	2
17	<b>Алгоритми на графах.</b> Алгоритм пошуку в ширину. Алгоритм пошуку в довжину. Побудова каркасного дерева графа. Перманент матриці суміжності дводольного графа та кількість досконалих паросполучень. Алгоритм Дейкстри.	2
	Разом за перший семестр:	34

## 5.2. Зміст практичних занять

№ з/п	Тема практичного заняття	Кількість годин
	Перший семестр	
1	Розв'язування задач з теорії множин та відношень	2
2	Розв'язування задач з теорії множин та відношень. Тестовий контроль.	2
3	Розв'язування задач з теорії множин та відношень	2
4	Розв'язування задач з теорії множин та відношень	2
5	Розв'язування задач з теорії множин та відношень Контрольна робота	2
6	Розв'язування задач на відображення і функції.	2
7	Розв'язування задач з основ математичної логіки	2
8	Розв'язування задач з основ математичної логіки	2
9	Розв'язування задач з основ математичної логіки Контрольна робота	2
10	Розв'язування задач з комбінаторики	2
11	Розв'язування задач з комбінаторики	2
12	Розв'язування задач з комбінаторики.	2
13	Розв'язування задач з комбінаторики	2
14	Розв'язування задач з комбінаторики Контрольна робота	2
15	Розв'язування задач з теорії графів	2
16	Розв'язування задач з теорії графів	2
17	Розв'язування задач з теорії графів.	2
	<b>Разом за I семестр</b>	<b>34</b>

### 5.3 Зміст самостійної (індивідуальної) роботи

Номер тижня	Зміст самостійної роботи	К-ть годин
<i>Перший семестр</i>		
1-2	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичного заняття.	10
3-4	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичного заняття.	10
5-6	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичного заняття. Підготовка до тестового контролю.	10
7-8	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичного заняття.	10
9-10	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичного заняття.	10
11-12	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичного заняття.	10
13-14	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичного заняття.	10
15-16	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичного заняття.	6
17	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичного заняття.	6
<b>Разом за 1-ий семестр</b>		<b>82</b>

## 6. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних методів. Практичні заняття проводяться з використанням інформаційних технологій і мають за мету – засвоєння студентами основних понять дискретної математики та встановлення їхнього зв'язку з програмуванням.

## 7. ФОРМИ І МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Контроль за засвоєнням навчального матеріалу здійснюється на основі поточного контролю. При оцінюванні знань студентів здійснюються різні засоби контролю, зокрема поточний контроль (опрацювання теоретичного матеріалу), тестові завдання, контрольні роботи.

Проміжний контроль, що полягає у перевірці знань студентів по темах здійснюється у формі тестових завдань.

Одержані студентом оцінки під час поточного, проміжного контролю не перездаються.

Кожний вид роботи оцінюється за чотирибальною шкалою. Підсумкова оцінка за семестр виставляється із урахуванням всіх оцінок, одержаних студентом за семестр та результатів заліку. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни.

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за **чотирибальною** шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих **позитивно** з врахуванням вагових коефіцієнтів. Студент, який набрав позитивний середньозважений бал за поточну роботу і не здав підсумковий контрольний захід, вважається невстигаючим.

При оцінюванні знань студентів здійснюються різні засоби контролю, зокрема поточний контроль здійснюється під час практичних занять, при чому враховуються різні види роботи. Окремо здійснюється контроль за виконанням самостійної та індивідуальної роботи.

Пропущене практичне заняття студент повинен відпрацювати у встановлений викладачем термін. Протягом семестру студент повинен отримати не менше 4 оцінок на практичних заняттях.

При оцінюванні знань студентів викладач керується такими критеріями.

Оцінку „відмінно” отримує студент за глибоке і повне опанування змісту навчального матеріалу, в якому він легко орієнтується, понятійного апарату, за уміння зв'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, висловлювати і обґрунтовувати свої судження і конструктивні рішення. Відмінна оцінка передбачає грамотний, логічний виклад відповіді (як в усній, так і в письмовій формі), якісне зовнішнє оформлення.

Оцінку „добре” отримує студент за повне засвоєння навчального матеріалу, володіння понятійним апаратом, орієнтування в вивченому матеріалі, свідоме використання знань для вирішення практичних завдань, грамотний виклад відповіді, але у змісті і формі відповіді мали місце окремі неточності (похибки), нечіткі формулювання закономірностей тощо. Відповідь студента має будуватись на основі самостійного мислення.

Оцінки "задовільно" заслуговує студент, який виявив знання основного навчально-програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, що справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою.

Оцінки "задовільно" заслуговує студент за неповне опанування програмного матеріалу.

Оцінка „незадовільно” виставляється, коли студент має розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань.

На основі результатів поточного контролю виставляється підсумкова семестрова оцінка.

### Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами

Аудиторна робота							Самостійна, індивідуальна робота	Семестровий контроль
<i>1 семестр</i>								
Контрольні роботи				Тести			Практичні заняття	іспит
1	2	3	4	1	2	3		
ВК		0,4		0.1			0.1	0.4

Підсумкова семестрова оцінка за національною шкалою і шкалою ЄКТС встановлюється в автоматизованому режимі після внесення усіх оцінок до електронного журналу. При цьому за вітчизняною шкалою ставиться «зараховано», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом кількості балів.

### Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Інтервальна шкала балів	Вітчизняна оцінка	
A	4,75–5,00	5	<b>Відмінно</b> – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків
B	4,25–4,74	4	<b>Добре</b> – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,75–4,24	4	<b>Добре</b> – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками
D	3,25–3,74	3	<b>Задовільно</b> – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією
E	3,00–3,24	3	<b>Задовільно</b> – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00–2,99	2	<b>Незадовільно</b> – безсистемність одержаних знань і неможливість



			продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00–1,99	2	<i>Незадовільно</i> – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

## 8. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Множина, способи задання множини.
2. Аксиоми теорії множин.
3. Підмножини. Критерій рівності множин.
4. Степінь множини та його потужність.
5. Операції над множинами та їхні властивості.
6. Круги Ейлера та діаграми Венна
7. Алгебра Множин. Декартів добуток множин та його властивості.
8. Операції над бінарними відношеннями.
9. Спеціальні бінарні відношення та їхні критерії.
10. Транзитивне замикання відношення
11. Симетричне та рефлексивне замикання відношення.
12. Відношення еквівалентності та його властивості.
13. Відношення порядку та його властивості.
14. Лексикографічний порядок. Приклади.
15. Екстремальні елементи частково впорядкованих множин.
16. Відображення, означення та основні властивості
17. Функції. Означення та основні властивості.
18. Композиція відображень та її властивості.
19. Ін'єктивне, сюр'єктивне відображення та їх властивості.
20. Бієктивне відображення та його властивості. Приклади.
21. Обернене відображення та його властивості.
22. Висловлення, операції над висловленнями.
23. Формули, таблиці істинності.
24. Тавтології та їхні властивості.
25. Логічно рівносильні формули.
26. Булеві функції.
27. Булеві функції однієї та двох змінних.
28. Алгебра Буля.
29. Нормальні форми, КНФ і ДНФ.
30. Досконалі нормальні форми, ДКНФ і ДДНФ.
31. Принцип двоїстості.
32. Алгебра Жегалкіна.
33. Метод математичної індукції.
34. Комбінаторика. Правило суми. Правило добутку.
35. Комбінаторні об'єкти -- вибірки, розміщення, сполуки, перестановки.
36. Комбінаторні об'єкти -- вибірки, розміщення, сполуки з повторенням
37. Біном Ньютона. Біноміальні коефіцієнти та їх властивості.
38. Мультиноміальна теорема.
39. Принцип включення-виключення.
40. Сполуки з повторенням
41. Рекурентні співвідношення та рекурентні рівняння.  
Формула складних відсотків. Числа Фібоначчі. Формула Біне. Числа Каталана.
42. Лінійні однорідні рекурентні рівняння.  
Лінійні неоднорідні рекурентні рівняння.
43. Означення графа. Основні типи графів.
44. Ребра та вершини графа.
45. Лема про рукостискання для простого та орієнтованого графа.
46. Доповнення графа.
47. Операції над графами.



48. Представлення графів. Матриця суміжності.
49. Представлення графів. Матриця інцидентності, список суміжності.
50. Ізоморфізм графів. Інваріанти графів. Приклади.
51. Маршрути, ланцюги, цикли. Лема про існування простого ланцюга.
52. Зв'язність, компоненти зв'язності

## 9. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Освітній процес з дисципліни «Дискретна математика» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою.

Дискретна математика : методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» /Л.П.Бедратюк, Г.І. Бедратюк.– Хмельницький : ХНУ, 2023, 91~с.

## 10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. 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, 2021. – 432 с.
2. Rosen K., Discrete Mathematics and Its Applications, 8th Edition, McGraw-Hill Education, 2018, 1118 pp
3. Журавчак Л.М. Дискретна математика для програмістів: навч. посібник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 420 с.
4. Базилевич Л.Є., Дискретна математика у прикладах і задачах, Львів, Чижиков, 2013 рік,- 487 с
5. Балоба С.І., Дискретна математика. Навчальний посібник. – Ужгород: ПП «АУТДОРШАРК», 2021. – 124 с.

### Допоміжна

6. Борисенко О.А. Дискретна математика : підручник для студентів вищих навчальних закладів / О.А. Борисенко. – Суми : Університетська книга, 2019. – 255 с.
7. Дискретна математика: практикум : навч. посіб. / О.С. Манзій, І.Є. Тесак, І.І. Кавалець, Н.В. Чарковська. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2016. – 212 с.
8. Карнаух Т.О. Комбінаторика. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2011.
9. Sridharan S., Balakrishnan R., (2019) Foundations of Discrete Mathematics with Algorithms and Programming, CRC Press, 535 pp
10. Lewis H., Rachel Zax R.,(2019) Essential Discrete Mathematics for Computer Science, Princeton University Press, 402 pp
11. Jenkyns, T., Stephenson, B., (2018) Fundamentals of discrete math for computer science: a problem-solving primer, Springer, 516 pp
12. Liben-Nowell D., (2017) Discrete Mathematics for Computer Science, Wiley, 680pp
13. White, R. T., Ray, A. T. (2021). Practical Discrete Mathematics: Discover Math Principles that Fuel Algorithms for Computer Science and Machine Learning with Python. Packt Publishing. 330 p
14. Litvin, M., Litvin, G. (2019). Coding in Python and Elements of Discrete Mathematics. (n.p.): Skylight Publishing. – 420 p
15. Junghenn, H. D. (2023). Discrete Mathematics with Coding, CRC Press. – 550 p
16. L. Bedratyuk, A. Bedratyuk, A new formula for the generating function of the numbers of simple graphs, Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences, Tome 69, No 3, 2016, p.259-268.

## **11. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ**

1. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnu.edu.ua>.
2. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: <http://library.khmnu.edu.ua>
3. Репозитарій ХНУ: <https://elar.khmnu.edu.ua/home>



## DISCRETE MATHEMATICS

<b>Type of Discipline</b>	Compulsory
<b>Level of Higher Education</b>	First (Bachelor's)
<b>Language of Instruction</b>	Ukrainian, English
<b>Semester</b>	1
<b>ECTS Credits</b>	5
<b>Course study mode</b>	Full-time (Daytime)

**Learning outcomes.** According to the Standard of higher education and the educational program, the discipline must provide: **competences:** Ability to abstract thinking, analysis and synthesis. Ability to apply fundamental and interdisciplinary knowledge to successfully solve software engineering tasks. Ability to algorithmic and logical thinking.

**Program learning outcomes:** Know and apply relevant mathematical concepts, methods of domain, system and object-oriented analysis and mathematical modeling for software development. Apply basic mathematical concepts, mathematical modeling and algorithmizing in the professional sphere.

**Course content.** Sets and relations. Display and functions. Fundamentals of mathematical logic. Elements of combinatorics. Graphs.

**Planned academic activity:** Lectures - 34 hours, practical classes - 34 hours, independent work - 112 hours, together - 180 hours.

**Teaching forms (methods):** lectures (using methods of problem-based learning and visualization); practical classes, independent work.

**Assessment forms and methods:** oral examination, testing, in-class assignments, written tests

**Form of semester control:** exam.

### Educational resources:

1. Нікольський Ю.В., Пасічник В.В., Щербина Ю.М. Дискретна математика: Підручник. – Л.: «Магнолія Плюс». – 2021. – 432 с.
2. Журавчак Л.М. Дискретна математика для програмістів: навч. посібник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 420 с.
3. Базилевич Л.Є., Дискретна математика у прикладах і задачах, Львів, Чижиков, 2013 рік, - 487 с
4. Sridharan S., Balakrishnan R., Foundations of Discrete Mathematics with Algorithms and Programming, CRC Press, 2019, 535 pp
5. Rosen K., Discrete Mathematics and Its Applications, 8th Edition, McGraw-Hill Education, 2018, 1118 pp
6. MOODLE Learning Platform. Access to the resource <https://msn.khmn.edu.ua>.
7. University Electronic Library. Access to the resource: <http://library.khmn.edu.ua>.

**Lecturer:** D.Sc., Professor Bedratyuk L.P.

### 3. EXPLANATORY NOTE

The discipline "Discrete Mathematics" is one of the disciplines of general training and occupies a leading place in the training of specialists of the "bachelor" educational level under the educational and professional program "Software Engineering".

***The purpose of the discipline*** . On mastering the basic concepts of discrete mathematics and establishing their connection with programming

***Subject of discipline*** . Discrete objects that arise in the process of modeling subject areas

***Tasks of the discipline*** . To provide students with knowledge and practical skills from sections of discrete mathematics, to be able to formulate and prove the main results of these sections. In the course of practical classes, students must acquire the skills to solve typical problems.

According to the Standard of higher education and the educational program, the discipline must ensure:

#### ***Integral competence***

Ability to solve complex, specialised tasks or practical problems in software engineering, characterised by complexity and uncertainty of conditions, using information technology theories and methods

#### ***General competences:***

GC1. Ability to abstract thinking, analysis and synthesis.

GC2. Ability to apply knowledge in practical situations.

GC5. Ability to learn and master modern knowledge.

#### ***Professional competences.***

PC8. Ability to apply fundamental and interdisciplinary knowledge to successfully solve software engineering tasks

PC14. Ability to algorithmic and logical thinking .

#### ***Program learning outcomes***

PLO1 Analyze, purposefully search for and select information and reference resources and knowledge necessary for solving professional tasks, taking into account modern achievements of science and technology.

PLO5. Know and apply relevant mathematical concepts, methods of domain, system and object-oriented analysis and mathematical modeling for software development

***Learning outcomes*** . A student who has successfully completed the study of the discipline must: skillfully *use* the conceptual apparatus of discrete mathematics to develop algorithms; *to determine* what properties certain discrete objects have, together with the functions, operations, and relations assigned to them; be able *to perform* operations on discrete objects ; *characterize* and classify discrete objects; *build* discrete objects that satisfy predetermined properties; *to be able* to use the apparatus of discrete mathematics for formalization and modeling of the subject area; *use* the symbols of discrete mathematics to express quantitative and qualitative relations of discrete objects.

**Discipline Policy.** The organization of the educational process for the discipline complies with the requirements of the provisions on organizational and instructional-methodological support of the educational process, the educational program, and the curriculum. Students are required to attend lectures, practical classes, laboratory work, etc., according to the schedule, not to be late for classes, and to complete all tasks and checkpoints according to the schedule. Missed practical classes and laboratory work must be independently completed by the student in full and reported to the instructor no later than one week before the next assessment. For practical classes and laboratory work, students must prepare on the relevant topic and demonstrate active participation. Knowledge acquired by an individual in the discipline or its specific sections through informal education is credited according to the Regulation on the procedure for transferring learning outcomes and determining academic differences at KhNU.

#### 4 . COURSE CREDIT STRUCTURE

<i>Topic name</i>	The number of hours allocated to:			
	Lectures	Practical training	IW	Together
Topic 1. Sets and relations.	10	10	24	44
Topic 2. Maps and functions.	2	2	6	10
Topic 3. Fundamentals of mathematical logic.	6	6	14	26
Topic 4. Elements of combinatorics.	8	8	18	34
Topic 5. Graphs.	8	8	20	36
<b><i>Together for the first semester</i></b>	34	34	82	150

#### 5. COURSE PROGRAM

##### 5.1. Content of lectures

Lecture number	List of topics of lectures, their annotations	Number of hours
	<b><i>First semester</i></b>	
1	<b>Sets, ways of setting the set.</b> Logical symbols. Axioms of set theory. Subsets. Criterion of equality of sets. The degree of the set and its power.	2
2	<b>Operations on sets and their properties.</b> Affiliation diagrams. Euler circles and Venn diagrams. Algebra Sets. Proof of identities. Systems of sets.	2
3	<b>Cartesian product of sets. Relation.</b> Binary relations. Operations on binary relations. Multiplication ratio and properties of multiplication.	2
4	<b>Special binary relations and their properties.</b> Symmetric, asymmetric, transitive, reflexive, antireflexive relations. Transitive closure of the relation. Symmetrical and reflexive closure of the relation.	2
5	<b>Equivalence and order relations, their properties.</b> Equivalence relations, equivalence classes, factorization. Order relation and its properties. Lexicographic order. Extremal elements of partially ordered sets.	2
6	<b>Mapping, mapping types and basic properties.</b> Definition and main properties. Composition of reflections and its properties. Injective, surjective mapping and their properties. Biobjective mapping and its properties. Inverse mapping and its properties.	2
7	<b>Expressions, operations on expressions.</b> Formulas, truth tables. Tautologies and their properties. Logically equivalent formulas.	2
8	<b>Boolean functions.</b> Boolean functions of one and two variables. Boolean algebra.	2
9	<b>Normal forms.</b> KNF and DNF. Perfect normal forms, DKNF and DDNF.	2
10	<b>Combinatorics.</b> Sum rule. Product rule. Combinatorial objects - samples, placement, connections, permutations.	2
11	<b>Binomial coefficients and their properties.</b> Newton's binomial. Identities for binomial coefficients. Pascal's triangle. Luke's theorem. Multinomial theorem. Compounds with repetition. The number of integer solutions of linear equations.	2
12	<b>Recurrent relations and recurrent equations.</b> The compound interest	2

	formula. Fibonacci numbers. Binet's formula. Catalan numbers. Linear homogeneous recurrent equations.	
13	<b>Generating functions</b> . Basic concepts. Proof of identities and solution of recurrent equations. Generating functions as a universal way of finding combinatorial numbers	2
14	<b>Basic concepts of graph theory.</b> Definition of graph. Basic types of graphs. Edges and vertices of the graph. A handshake lemma for a simple and directed graph. Enumeration of all simple graphs with four vertices	2
15	<b>Special types of graphs</b> . Bipartite graphs. Criterion of two parts. The sequence of powers of a graph. Graphic sequence. The Erdesh-Galai theorem and Havel's theorem. Connected graphs. Euler and Hamilton graphs. Planar graphs.	2
16	<b>Operations on graphs.</b> Completion of the graph. Representation of graphs. Adjacency matrix. Incidence matrix, adjacency list. Graph invariants. Routes, chains, cycles. Lemma on the existence of a simple chain. Frame trees	2
17	<b>Algorithms on graphs.</b> Search algorithm in width. Search algorithm in length. Construction of a skeleton graph tree. The permanent of the adjacency matrix of a bipartite graph and the number of perfect pairs. Dijkstra's algorithm.	2
	Total for the first semester:	34

## 5.2. Content of practical classes

No s/p	<b>Topic of practical lesson</b>	<b>Number of hours</b>
	First semester	
1	Solving problems from the theory of sets and relations	2
2	Solving problems from the theory of sets and relations. Test control.	2
3	Solving problems from the theory of sets and relations	2
4	Solving problems from the theory of sets and relations	2
5	Solving problems from the theory of sets and relations Control work	2
6	Solving problems on display and functions.	2
7	Solving problems from the basics of mathematical logic	2
8	Solving problems from the basics of mathematical logic	2
9	Solving problems from the basics of mathematical logic Control work	2
10	Solving combinatorics problems	2
11	Solving combinatorics problems	2
12	Solving combinatorics problems.	2
13	Solving combinatorics problems	2
14	Solving combinatorics problems Control work	2
15	Solving problems in graph theory	2
16	Solving problems in graph theory	2
17	Solving problems in graph theory.	2
	<b>Together for the 1st semester</b>	<b>34</b>



### 5.3 Content of independent (individual) work

Number of the week	Content of independent work	How many hours
<i>First semester</i>		
1-2	Processing of lecture material. Preparation for practical training.	10
3-4	Processing of lecture material. Preparation for practical training.	10
5-6	Processing of lecture material. Preparation for practical training. Preparation for test control.	10
7-8	Processing of lecture material. Preparation for practical training.	10
9-10	Processing of lecture material. Preparation for practical training.	10
11-12	Processing of lecture material. Preparation for practical training.	10
13-14	Processing of lecture material. Preparation for practical training.	10
15-16	Processing of lecture material. Preparation for practical training.	6
17	Processing of lecture material. Preparation for practical training. Preparation for test control.	6
<b>Together for the 1st semester</b>		<b>82</b>

## 6. TEACHING METHODS

The process of teaching in the discipline is based on the use of traditional and modern methods. Practical classes are conducted with the use of information technologies and have the goal of students mastering the basic concepts of discrete mathematics and establishing their connection with programming

## 7. ASSESSMENT FORMS AND METHODS

Control over learning material is carried out on the basis of current control. When evaluating students' knowledge, various means of control are implemented, in particular, current control (processing of theoretical material), test tasks, control works.

Intermediate control, which consists in checking the knowledge of students on topics, is carried out in the form of test tasks.

The grades received by the student during the current, intermediate control are not transferred.

Each type of work is evaluated on a four-point scale. The final grade for the semester is issued taking into account all the grades received by the student for the semester and the results of the assessment. Weighting factors vary depending on the structure of the discipline.

Each type of work in the discipline is evaluated on a *four-point* scale. The semester final grade is defined as a weighted average of all types of academic work completed and passed *positively*, taking into account the weighting factors. A student who scored a positive weighted average score for the current work and did not pass the final test is considered to have failed.

When assessing students' knowledge, various means of control are carried out, in particular, current control is carried out during practical classes, taking into account different types of work. Independent and individual work is monitored separately.

The student must make up the missed practical session within the deadline set by the teacher. During the semester, the student must receive at least 4 grades in practical classes.

When evaluating students' knowledge, the teacher is guided by the following criteria.

The grade "excellent" is given to the student for deep and complete mastery of the content of the educational material, in which he can easily navigate, conceptual apparatus, for the ability to connect theory with practice, solve practical tasks, express and justify his judgments and constructive decisions. An excellent assessment implies a competent, logical presentation of the answer (both orally and in writing), high-quality external design.

A student receives a grade of "good" for complete assimilation of the educational material, mastery of the conceptual apparatus, orientation in the studied material, conscious use of knowledge to solve practical tasks, competent presentation of the answer, but in the content and form of the answer there were some inaccuracies (errors), unclear formulations of laws, etc. The student's answer should be based on independent thinking.

"satisfactory" grade is awarded to a student who has demonstrated knowledge of the basic curriculum material to the extent necessary for further study and practical work in a profession that copes with the implementation of practical tasks provided for by the program.

"satisfactory" grade for incomplete mastery of the program material.

The grade "unsatisfactory" is assigned when the student has scattered, unsystematic knowledge, does not know how to distinguish the main and secondary, makes mistakes in the definition of concepts, distorts their meaning, presents the material chaotically and uncertainly, cannot use knowledge when solving practical tasks.

Based on the results of the current control, a final semester grade is issued.

### **Structuring the course by types of work and assessing learning outcomes for full-time students in the semester according to weighing coefficients**

Auditory work				Independent, individual work			Semester control		
<i>1 semester</i>									
Control works				Tests			Practical training	Preparation for practical classes	exam
1	2	3	4	1	2	3			
0.4				0.1			0.1		0.4

The final semester grade according to the national scale and the ECTS scale is set in an automated mode after entering all grades into the electronic journal. At the same time, according to the national scale, "credited" is indicated, and according to the ECTS scale, the letter designation of the grade corresponding to the number of points scored by the student.

### *Correspondence of the national and ECTS grading scales*

<i>ECTS grade</i>	<i>Institutional score scale</i>	<i>Institutional grade</i>	<i>Assessment criteria</i>	
A	4,75-5,00	5	<b>Passed</b>	
B	4,25-4,74	4		<b>Excellent</b> – deep and complete mastery of educational material and demonstrating relevant skills and abilities.
C	3,75-4,24	4		<b>Good</b> – complete knowledge of the material with a few minor errors.
D	3,25-3,74	3		<b>Good</b> – correct answer in general with two to three significant errors.
E	3.00-3,24	3		<b>Satisfactory</b> – incomplete mastery of the program material but sufficient for practical activities in the professional field.
			<b>Satisfactory</b> – incomplete mastery of the program material	

				that meets the minimum assessment criteria.
FX	2,00-2,99	2	Failed	<b>Unsatisfactory</b> – unsystematic knowledge and inability to continue studies without additional knowledge of the course.
F	0,00-1,99	2		<b>Unsatisfactory</b> – serious further work is needed and the course is to be retaken.

## 8. QUESTIONS FOR STUDENTS' SELF-CONTROL

1. Sets, methods of setting plural.
2. Axioms of set theory.
3. Subsets. Criterion of equality of sets.
4. The degree of the set and its power.
5. Operations on sets and their properties.
6. Euler circles and Venn diagrams
7. Algebra Sets. Cartesian product of sets and its properties.
8. Operations on binary relations.
9. Special binary relations and their criteria.
10. Transitive closure of the relation
11. Symmetrical and reflexive closure of the relation.
12. Equivalence relation and its properties.
13. Order relation and its properties.
14. Lexicographic order. Examples.
15. Extremal elements of partially ordered sets.
16. Mapping, definitions and basic properties
17. Functions. Definition and main properties.
18. Composition of reflections and its properties.
19. Injective, surjective mapping and their properties.
20. Biobjective mapping and its properties. Examples.
21. Inverse mapping and its properties.
22. Expressions, operations on expressions.
23. Formulas, truth tables.
24. Tautologies and their properties.
25. Logically equivalent formulas.
26. Boolean functions.
27. Boolean functions of one and two variables.
28. Boolean algebra.
29. Normal forms, KNF and DNF.
30. Perfect normal forms, DKNF and DDNF.
31. The principle of duality.
32. Zhegalkin Algebra.
33. Method of mathematical induction.
34. Combinatorics. Sum rule. Product rule.
35. Combinatorial objects -- samples, placement, connections, permutations.
36. Combinatorial objects -- samples, placement, compounds with repetition
37. Newton's binomial. Binomial coefficients and their properties.
38. Multinomial theorem.
39. The inclusion-exclusion principle.
40. Compounds with repetition
41. Recurrent relations and recurrent equations.  
Compound interest formula. Fibonacci numbers. Binet's formula. Catalan's numbers.
42. Linear homogeneous recurrent equations.  
Linear inhomogeneous recurrent equations.
43. Definition of graph. Basic types of graphs.
44. Edges and vertices of the graph.
45. A handshake lemma for a simple and directed graph.

46. Completion of the graph.
47. Operations on graphs.
48. Representation of graphs. Adjacency matrix.
49. Representation of graphs. Incidence matrix, adjacency list.
50. Isomorphism of graphs. Graph invariants. Examples.
51. Routes, chains, cycles. Lemma on the existence of a simple chain.
52. Connectivity, components of connectivity

## 9. TEACHING AND LEARNING MATERIALS

The educational process in the discipline "Discrete Mathematics" is fully and sufficiently provided with the necessary educational and methodical literature.

Дискретна математика : методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» /Л.П.Бедратюк, Г.І. Бедратюк.– Хмельницький : ХНУ, 2023, 91~с.

## 10. RECOMMENDED LITERATURE

### Main

1. Rosen K., Discrete Mathematics and Its Applications, 8th Edition, McGraw-Hill Education, 2018, 1118 pp
2. Sridharan S., Balakrishnan R., Foundations of Discrete Mathematics with Algorithms and Programming, CRC Press, 2019, 535 pp
3. Lewis H., Rachel Zax R., Essential Discrete Mathematics for Computer Science, Princeton University Press, 2019, 402 pp
4. 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, 2021. – 432 с.
5. Журавчак Л.М. Дискретна математика для програмістів: навч. посібник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 420 с.
6. Базилевич Л.Є., Дискретна математика у прикладах і задачах, Львів, Чижиков, 2013 рік,- 487 с

### Auxiliary

7. Борисенко О.А. Дискретна математика : підручник для студентів вищих навчальних закладів / О.А. Борисенко. – Суми : Університетська книга, 2019. – 255 с.
8. Дискретна математика: практикум : навч посіб. / О.С. Манзій, І.Є. Тесак, І.І. Кавалець, Н.В. Чарковська. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2016. – 212 с.
9. Карнаух Т.О. Комбінаторика. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2011.
10. Sridharan S., Balakrishnan R., Foundations of Discrete Mathematics with Algorithms and Programming, CRC Press, 2019, 535 pp
11. Lewis H., Rachel Zax R., Essential Discrete Mathematics for Computer Science, Princeton University Press, 2019, 402 pp
12. Jenkyns, T., Stephenson, B., Fundamentals of discrete math for computer science: a problem-solving primer, Springer, 2018, 516 pp
13. Liben-Nowell D., Discrete Mathematics for Computer Science, Wiley, 2017, 680pp
14. White, R. T., Ray, A. T. (2021). Practical Discrete Mathematics: Discover Math Principles that Fuel Algorithms for Computer Science and Machine Learning with Python. Packt Publishing. – 330 p
15. Litvin, M., Litvin, G. (2019). Coding in Python and Elements of Discrete Mathematics. (n.p.): Skylight Publishing. – 420 p

16. Junghenn, H. D. (2023). Discrete Mathematics with Coding, CRC Press. – 550 p
17. L. Bedratyuk, A. Bedratyuk, A new formula for the generating function of the numbers of simple graphs, Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences, Tome 69, No 3, 2016, p.259-268.

## **11 . INFORMATION RESOURCES**

1. MOODLE Learning Platform. Access to the resource <https://msn.khmnu.edu.ua>.
2. University Electronic Library. Access to the resource: <http://library.khmnu.edu.ua>.
3. University Repository. Access to the resource <https://elar.khmnu.edu.ua/home>