

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ ТА ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра алгебри та диференціальних рівнянь**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету математики та
цифрових технологій


Микола МАЛ'ЯР /
«21» 06 2025 року



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

АЛГЕБРАЇЧНА ТЕОРІЯ КОДУВАННЯ


Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Галузь знань	Е Природничі науки, математика та статистика
Спеціальність	Е7 Математика
Освітня програма	Комп'ютерно-математичне моделювання
Статус дисципліни	обов'язкова
Мова навчання	українська

Робоча програма навчальної дисципліни «Алгебраїчна теорія кодування» для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти галузі знань **Е Природничі науки, математика та статистика спеціальності Е7 Математика** освітньої програми «Комп'ютерно-математичне моделювання».

Розробники: Бортош М.Ю., канд. фіз.-мат. наук, доцентка кафедри алгебри та диференціальних рівнянь.

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні *кафедри алгебри та диференціальних рівнянь*

протокол № 10 від « 18 » червня 2025р.

Завідувач кафедри  Олександр РЕЙТІЙ

Схвалено науково-методичною комісією

Факультету математики та цифрових технологій

протокол № 10 від « 26 » червня 2025 р.

Голова науково-методичної комісії  Наталія ЮРЧЕНКО

© Бортош М.Ю., 2025 р.

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2025 р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	
Кількість кредитів ЄКТС – 4	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 120	1-й	
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: 2,67 год.	1-й	2-ий
	Лекції:	
	24	—
	Практичні (семінарські):	
	24	—
Вид підсумкового контролю: екзамен	Лабораторні:	
	—	—
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	72	—

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «**Алгебраїчна теорія кодування**» є ознайомлення студентів з класичними поняттями, методами та досягненнями алгебраїчної теорії кодування; ознайомлення методами побудови і властивостями кодів, зокрема лінійних кодів, кодів Хеммінга, досконалих та квазідосконалих, поліноміальних та циклічних кодів; вміння моделювати та розв'язувати поставлені задачі з теорії кодування; вміння застосовувати результати алгебраїчної теорії кодування для побудови кодів і оцінки їх параметрів, реалізовувати сучасні алгоритми кодування повідомлень і передачі даних по каналах зв'язку та будувати коди заданих параметрів за елементами групових кілець.

Відповідно до освітньої програми «**Комп'ютерно-математичне моделювання**» спеціальності «**Математика**», вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

- Здатність учитися, здобувати нові знання, уміння, у тому числі в галузях, відмінних від математики (ЗК01);
- Здатність використовувати у професійній діяльності знання з галузей математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук (ЗК02);
- Здатність вирішувати проблеми у професійній діяльності на основі абстрактного мислення, аналізу, синтезу та прогнозу (ЗК03);
- Здатність до пошуку, оброблення й аналізу інформації з різних джерел, необхідної для розв'язування наукових і професійних завдань (ЗК04);
- Здатність генерувати нові ідеї (ЗК05);
- Здатність спілкуватися державною мовою і усно, і письмово (ЗК08);
- Здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування (ЗК10);
- Знання на рівні новітніх досягнень, необхідні для дослідницької та/або інноваційної діяльності у сфері математики та її практичних застосувань (ФК01);
- Здатність застосовувати міждисциплінарні підходи при критичному осмисленні математичних проблем (ФК02);
- Спроможність розуміти проблеми та виділяти їхні суттєві риси (ФК04);
- Спроможність розробляти математичну модель ситуації з реального світу та переносити математичні знання у нематематичні контексти (ФК05);
- Здатність доводити знання та власні висновки до фахівців та нефаківців (ФК06);
- Здатність до розвитку нових та удосконалення існуючих математичних методів аналізу, моделювання, прогнозування, розв'язування нових проблем у нових галузях знань (ФК08);
- Здатність до самоосвіти та підвищення кваліфікації на основі інноваційних підходів у сфері математики (ФК10);
- Володіння знаннями та здатність ініціювати й проводити наукові дослідження у спеціалізованій області математики (ФК12).

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «**Алгебраїчна теорія кодування**» є володіння базовими знаннями з навчальних дисциплін «Алгебра» та «Лінійна алгебра» згідно освітніх програм першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Комп'ютерно-математичне моделювання», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Знати та розуміти фундаментальні і прикладні аспекти наук у сфері математики;	ПРН-3-1.
Відтворювати знання фундаментальних розділів математики в обсязі, необхідному для володіння математичним апаратом відповідної галузі знань і використання математичних методів у обраній професії;	ПРН-3-2.
Володіти основами математичних дисциплін і теорій, зокрема які вивчають моделі природничих і соціальних процесів;	ПРН-3-3.
Володіти математичними методами аналізу, прогнозування та оцінки параметрів моделей, математичними способами інтерпретації числових даних та принципами функціонування природничих процесів;	ПРН-3-4.
Вміти застосовувати на практиці методи теорії кодувань, актуарної та фінансової математики, використовувати динамічні моделі при дослідженні прикладних задач;	ПРН-3-6.
Уміти використовувати фундаментальні математичні закономірності у професійній діяльності;	ПРН-У-1.
Доносити професійні знання, власні обґрунтування і висновки до фахівців і широкого загалу;	ПРН-У-3.
Ініціювати і проводити наукові дослідження у спеціалізованій області математики та/або розв'язувати задачі в інших галузях знань методами математичного моделювання;	ПРН-У-4.
Інтегрувати знання з різних галузей для вирішення теоретичних та/або практичних задач і проблем;	ПРН-У-5.
Уміти самостійно планувати виконання дослідницького та/або інноваційного завдання та формулювати висновки за його результатами;	ПРН-У-9.
Усно й письмово спілкуватися рідною та іноземною мовами в науковій, виробничій та соціально-суспільній сферах діяльності із професійних питань; читати спеціальну літературу; знаходити, аналізувати та використовувати інформацію з різних довідкових джерел;	ПРН-У-10.
Використовувати раціональні способи пошуку та використання науково-технічної інформації, включаючи засоби електронних інформаційних мереж; застосовувати інформаційні ресурси, у тому числі електронні, для пошуку відповідних математичних моделей;	ПРН-У-11.
Застосовувати комп'ютерні технології, прикладні математичні пакети, інші програмні продукти, інформаційні ресурси для розв'язування математичних задач, моделювання, аналізу моделей, для інших професійних цілей.	ПРН-У-13.

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Алгебраїчна теорія кодування»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Знання основних понять алгебраїчної теорії кодування, сучасних алгоритмів кодування повідомлень і передачі даних по каналах зв'язку; знання побудови та властивості еквівалентних кодів, лінійних кодів, кодів Хеммінга, поліноміальних та циклічних кодів; знання способів побудови	ПРН-3-1, ПРН-3-2, ПРН-3-3, ПРН-3-4, ПРН-У-1, ПРН-У-5, ПРН-У-10

кодів за елементами групових кілець.	
Вміння моделювати та розв'язувати поставлені задачі в різних областях математики, бути підготовленим до використання в подальших дослідженнях, вміння обґрунтовувати та чітко формулювати висновки.	ПРН-3-1, ПРН-3-2, ПРН-3-3, ПРН-3-4, ПРН-3-6, ПРН-У-1, ПРН-У-3, ПРН-У-4, ПРН-У-5, ПРН-У-9, ПРН-У-10, ПРН-У-11, ПРН-У-13
Вміння застосовувати результати алгебраїчної теорії кодування для побудови кодів і оцінки їх параметрів; реалізовувати сучасні алгоритми кодування повідомлень і передачі даних по каналах зв'язку; будувати коди заданих параметрів за елементами групових кілець.	ПРН-3-1, ПРН-3-2, ПРН-3-3, ПРН-3-6, ПРН-У-1, ПРН-У-4, ПРН-У-5, ПРН-У-9, ПРН-У-11, ПРН-У-13

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Для визначення рівня засвоєння студентами навчального матеріалу використовуються такі методи оцінювання знань: виконання самостійних домашніх робіт; опитування підчас практичних занять; підсумкові модульні контрольні роботи, екзамен.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю. Поточний контроль знань студентів упродовж семестру включає оцінювання роботи студентів на практичних заняттях, а також оцінювання всіх видів самостійної роботи.

Форма модульного контролю: письмова. До модульного контролю допускаються всі студенти. Модульний контроль проводиться за розкладом, затвердженим деканом факультету.

Форма підсумкового контролю: усна.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота		Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	50	100
25	25		

T1, T2 ... – теми

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота				Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	50	100
10	15	10	15		

T1, T2 ... – теми

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Практичні заняття	6	10	6	10
Виконання самостійних домашніх робіт	4	40	4	40
Модульна контрольна робота	1	50	1	50
Разом		100		100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Оцінювання модульної контрольної роботи здійснюється за шкалою від «0» до «50» балів.

Вплив поточного контролю та модульної контрольної роботи на модульну оцінку (100 бальну оцінку) однаковий (50 балів максимум). Після завершення вивчення дисципліни викладач виводить підсумкову модульну оцінку за 100-бальною шкалою, шкалою ЄКТС та національною шкалою.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Оцінювання знань студента здійснюється за 100-бальною шкалою.

До складання іспиту допускаються здобувачі вищої освіти, у яких підсумкова модульна оцінка за семестр становить не менше 35 балів.

Здобувач вищої освіти, підсумкова модульна оцінка якого складає від 0 до 34 балів, зобов'язаний скласти (перескласти) модуль до початку підсумкового контролю у строки, визначені викладачем дисципліни та погоджені деканатом факультету.

У випадку, якщо за поточну успішність студент набрав більше 59 балів, то за його бажанням може бути виставлена відповідна набраним балам підсумкова оцінка з дисципліни без складання іспиту. Здобувач вищої освіти може підвищити на екзамені підсумковий бал, при цьому, за результатами складання іспиту оцінка не може бути менша за підсумкову модульну оцінку, яку він отримав за результатами модульних контролів у семестрі.

При оформленні документів за екзаменаційну сесію використовується таблиця відповідності оцінювання знань студентів за різними системами.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Оцінка в балах	Оцінка ECTS	Екзаменаційна оцінка за національною шкалою
90–100	A	<i>Відмінно</i>
82–89	B	<i>Добре</i>
74–81	C	
64–73	D	<i>Задовільно</i>
60–63	E	
35–59	FX	<i>Незадовільно з можливістю повторного складання</i>
0–34	F	<i>Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни</i>

Критерій оцінювання з дисципліни

— **"А"** (90 та вище балів) заслуговує студент, який виявив всебічне і глибоке знання програмового матеріалу, вміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, засвоїв основну і ознайомився з додатковою літературою, розуміє взаємозв'язок головних понять дисципліни та їх значення для майбутньої професії;

— **"В"** (82–89 балів) заслуговує студент, який виявив повне знання програмного матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу рекомендовану програмою, виявив систематичний характер знань з дисциплін і здатний до самостійного доповнення, але під час відповіді допустив деякі неточності;

— **"С"** (74–81 балів) заслуговує студент, що виявив не цілком повне знання програмного матеріалу, не завжди успішно виконує передбачені програмою завдання, частково засвоїв основну літературу, рекомендовану програмою, виявив не систематичний характер знань з дисциплін і не завжди здатний до їх самостійного доповнення і під час відповіді допускає деякі неточності;

— **"D"** (64–73 балів) заслуговує студент, що виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, вмів виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий з основною рекомендованою літературою. Як правило, оцінка "D" виставляється студентам, що допустили помилки у відповіді на екзамені та при виконанні екзаменаційних завдань, але які володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача;

— **"E"** (60–63 балів) заслуговує студент, що виявив часткове знання основного програмового матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, не завжди вмів виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий лише частково з основною рекомендованою літературою. Як правило, оцінка "E" виставляється студентам, що допустили грубі помилки у відповіді на екзамені та при виконанні екзаменаційних завдань, але які частково володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача;

— **"FX"** (35–59 балів) виставляється студенту, який виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань;

— **"F"** (0–34 балів) виставляється студенту коли протягом семестру він допустив грубі помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1

Тема 1. Вступ до теорії кодування.

Вступ до теорії кодування. Основні алгебраїчні структури в теорії кодування. Скінченні поля. Поля F_2 , F_3 і F_4 . Двійковий симетричний канал. Виявлення і виправлення помилок. Двійкові (m,n) -коди. Блочні коди. Основна проблема теорії кодування. (n,M,d) -коди. Еквівалентні коди. Коди, отримані додаванням символу загального контролю парності. Обмеження розміру кодів. Складність проблеми найближчого кодового слова та мінімальної відстані.

Тема 2. Лінійні коди.

Лінійні коди. Кодуюча матриця лінійного коду. Найменша відстань коду зі заданою перевіркою матрицею. Кодування і декодування лінійним кодом. Дуальні лінійні коди.

Еквівалентність лінійних кодів. Суміжний клас і синдром кодового слова. Модифікація кодів.

Модуль 2

Тема 1. Коди Хеммінга.

Коди Хеммінга. Коди Ріда-Мюллера.

Тема 2. Досконалі і квазідосконалі коди.

Досконалі і квазідосконалі коди. Коди Голя. Розширені коди Голя. Коди Голя над полем з трьох елементів.

Тема 3. Поліноміальні коди.

Поліноміальне подання лінійного блокового (n,k) -коду. Поліноміальний (n,k) -код. Визначення і виявлення помилок поліноміальним кодом.

Тема 4. Циклічні коди

Визначення циклічного коду, властивості. Ідеали і циклічні коди. Недвійкові циклічні коди. Циклічні BCH-коди. Коди Ріда-Соломона.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин: 120					
	Форма навчання: денна					
	Усього	у тому числі				
лекції		практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота	
Модуль 1						
Тема 1. Вступ до теорії кодування.	38	6	8	-	-	24
Тема 2. Лінійні коди.	32	6	6	-	-	20
Модульна контрольна робота	2	2	-	-	-	-
Разом за модуль	72	14	14	-	-	44
Модуль 2						
Тема 1. Коди Хеммінга.	8	2	2	-	-	4
Тема 2. Досконалі і квазідосконалі коди.	12	2	4	-	-	6
Тема 3. Поліноміальні коди	10	2	2	-	-	6
Тема 4. Циклічні коди	16	2	2	-	-	12
Модульна контрольна робота	2	2	-	-	-	-
Разом за модуль	48	10	10	-	-	28
Разом за семестр	120	24	24	-	-	72

6.3. Теми практичних (семінарських, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість Годин
1-й семестр		
1.	Вступ до теорії кодування.	1
2	Двійковий симетричний канал	1
3	Двійкові (m,n)-коди. Блочні коди	2
4	Основна проблема теорії кодування. (n,k,d)-коди	2
5	Еквівалентні коди	1
6	Коди, отримані додаванням символу загального контролю парності	1
7	Лінійні коди	2
8	Кодуюча матриця лінійного коду	1
9	Найменша відстань коду зі заданою перевіркою матрицею	1
10	Кодування і декодування лінійним кодом	2
11	Коди Хеммінга	2
12	Досконалі і квазідосконалі коди	2
13	Коди Голея. Розширені коди Голея.	2
14	Поліноміальні коди	2
15	Циклічні коди	2
Усього за перший модуль		24

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		<i>Денна форма</i>
1-й семестр		
1.	Основні алгебраїчні структури в теорії кодування	4
2	Скінченні поля. Поля F_3 і F_4	4
3	Виявлення і виправлення помилок	4
4	Обмеження розміру кодів	6
5	Складність проблеми найближчого кодового слова та мінімальної відстані	6
6	Дуальні лінійні коди	4
7	Еквівалентність лінійних кодів	4
8	Суміжний клас і синдром кодового слова	6
9	Модифікація кодів	6
10	Коди Ріда-Мюллера	4
11	Коди Голея над полем з трьох елементів	6
12	Визначення і виявлення помилок поліноміальним кодом.	6
13	Ідеали і циклічні коди. Недвійкові циклічні коди.	6
14	Циклічні БЧХ-коди. Коди Ріда-Соломона	6
Разом		72

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Технічні засоби – персональні комп'ютери, мультимедійний проєктор.

Програмне забезпечення – система електронного навчання Moodle.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Шапочка І.В. Алгебраїчна теорія кодування. Методична розробка. Ужгород: Ужгород. нац. ун-т, 2002. 20 с.
2. Теорія інформації і кодування: курс лекцій: навч. посіб. КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: А.Є. Коваленко. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 248 с.

Допоміжна література

1. Основи теорії інформації та кодування: навч. посібник / І. А. Прокопишин, Р. Є. Рикалюк, В. Ф. Чекурін, К. А. Червінка. Електрон. вид. Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2023. 156 с.
2. Фетюхіна Л. В., Бутова О.А. Теорія інформації та кодування: навч.-метод. посібник. Харків: НТУ «ХПІ», 2012. 68 с.
3. J.I. Hall. Notes on Coding Theory. Department of Mathematics Michigan State University, 2010. 204 p.
4. W. Cary Huffman, Vera Pless. Fundamentals of Error Correcting Codes. Cambridge University Press, 2003. 665 p.
5. Sarah A. Spence. Introduction to Algebraic Coding Theory. Supplementary material for Math 336 Cornell University. 41 p.
6. Raymond Hill. A First Course in Coding Theory. Oxford University Press Inc. 1986. 265 p.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. <https://dspace.uzhnu.edu.ua> — репозитарій ДВНЗ «Ужгородський національний університет».
2. <http://moodle.uzhnu.edu.ua> — сайт електронного навчання ДВНЗ «Ужгородський національний університет».
3. <http://www.nbuv.gov.ua> — Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського.