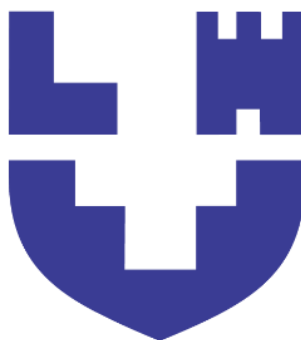


Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет



ТЕОРІЯ ІНФОРМАЦІЇ ТА КОДУВАННЯ

Методичні вказівки до самостійної роботи
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
освітньої програми «Інформаційні системи та технології охорони і
безпеки»

спеціальності 126 (F6) Інформаційні системи та технології
галузі знань 12 (F) Інформаційні технології
денної та заочної форм навчання

Луцьк 2026

УДК 621.391(075.8)

Т 33

Рекомендовано до видання вченою радою факультету КІТ ЛНТУ,
протокол № _____ від « ____ » _____ 20 26 року.

Голова вченої ради факультету КІТ _____ Інна КОНДІУС

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій ЛНТУ
Директор бібліотеки _____ Наталія ПОЛІЩУК

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри комп'ютерної інженерії та безпеки
ЛНТУ, протокол № _____ від « ____ » _____ 20 26 року.

Завідувач кафедри КІБ _____ Тарас ТЕРЛЕЦЬКИЙ

Укладачі: _____ Сергій ГРИНЮК, кандидат технічних наук,
доцент кафедри комп'ютерної інженерії та безпеки ЛНТУ

_____ Микола Поліщук, , кандидат технічних наук,
доцент кафедри комп'ютерної інженерії та безпеки ЛНТУ

Рецензент: _____ Сергій КОСТЮЧКО, кандидат технічних наук,
доцент кафедри комп'ютерної інженерії та безпеки ЛНТУ

Відповідальний за випуск: _____ Тарас ТЕРЛЕЦЬКИЙ, кандидат
технічних наук, доцент кафедри комп'ютерної інженерії та безпеки ЛНТУ

Теорія інформації та кодування: методичні вказівки до самостійної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Інформаційні системи та технології охорони і безпеки» галузі знань F (12) Інформаційні технології спеціальності F6 (126) Інформаційні системи та технології денної та заочної форм навчання / уклад. С.В. Гринюк, М.М. Поліщук. Луцьк: ЛНТУ, 2026. 24 с.

Т 33

Видання містить методичні вказівки до виконання самостійної роботи, завдання для індивідуального опрацювання, контрольні питання та рекомендації щодо підготовки до поточного й підсумкового контролю. Призначене для здобувачів вищої освіти галузі знань 12 (F) «Інформаційні технології» денної та заочної форм навчання.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
Тема 1. Інформація та інформаційні процеси	6
Тема 2. Кількісні характеристики джерел інформації.....	6
Тема 3. Характеристики дискретних і неперервних джерел інформації.....	7
Тема 4. Кодування повідомлень	7
Тема 5. Ефективне кодування.....	8
Тема 6. Штрихове та QR-кодування	9
Тема 7. Лінійні блокові коди.....	9
Тема 8. Циклічні коди.....	10
Тема 9. Недвійкові коди	10
Тема 10. Методи стиснення даних без втрат інформації	11
Тема 11. Архівація даних	11
КОМПЛЕКСНІ ПРАКТИЧНІ ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ.....	13
Завдання 1	13
Завдання 2.....	13
Завдання 3	14
Завдання 4.....	15
Завдання 5	16
ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ІСПИТУ	18
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	22

ВСТУП

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Теорія інформації та кодування» укладено відповідно до робочої програми навчальної дисципліни для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 126 (F6) «Інформаційні системи та технології» освітньої програми «Інформаційні системи та технології охорони і безпеки» галузі знань 12 (F) «Інформаційні технології». Дисципліна є нормативною складовою циклу професійної підготовки, вивчається у третьому семестрі та завершується екзаменом. Загальний обсяг дисципліни становить 150 годин, з яких значна частина відводиться на самостійну роботу здобувачів освіти. Для денної форми навчання передбачено 75 годин самостійної роботи, для заочної форми – 136 годин, що підкреслює важливість системного індивідуального опрацювання навчального матеріалу.

Самостійна робота здобувачів освіти є важливою складовою освітнього процесу, оскільки забезпечує поглиблене засвоєння теоретичних положень, розвиток аналітичного мислення та формування практичних умінь застосовувати математичні моделі, алгоритми й методи теорії інформації у професійній діяльності. У процесі самостійного опрацювання матеріалу здобувачі закріплюють знання про закономірності передавання, опрацювання та збереження інформації, методи кількісного оцінювання інформації, принципи ефективного, завадостійкого та стисненого кодування повідомлень.

Метою самостійної роботи з дисципліни є формування у здобувачів здатності самостійно аналізувати інформаційні процеси, визначати кількісні характеристики джерел повідомлень, оцінювати ентропію, надмірність і пропускну здатність каналів зв'язку, а також застосовувати методи кодування та декодування в інформаційних системах. Особлива увага приділяється опануванню сучасних підходів до безнадлишкового кодування, виявлення та виправлення помилок, стиснення даних без втрат, архівації інформації, штрихового та QR-кодування.

Зміст самостійної роботи охоплює основні теми дисципліни, згруповані у два змістові модулі: «Основи теорії інформації» та «Основи теорії кодування». Здобувачі опрацьовують питання, пов'язані з поняттям інформації та інформаційних процесів, кількісними характеристиками джерел інформації, властивостями дискретних і неперервних джерел, загальними принципами кодування повідомлень, методами ефективного кодування, штриховим і QR-кодуванням, лінійними блоковими, циклічними та недвійковими кодами, а також методами стиснення й архівації даних.

Виконання завдань самостійної роботи сприяє розвитку вмінь працювати з навчальною, науковою та довідковою літературою, здійснювати розрахунки інформаційних характеристик, будувати кодові комбінації, аналізувати ефективність різних методів кодування, порівнювати алгоритми стиснення та оцінювати достовірність передавання інформації в каналах зв'язку. Такі вміння є необхідними для подальшого вивчення дисциплін професійної підготовки, пов'язаних із комп'ютерними мережами, інформаційними системами, кібербезпекою, цифровим зв'язком, обробленням даних і проектуванням програмно-апаратних засобів.

Методичні вказівки містять перелік тем для самостійного опрацювання, рекомендовані питання для вивчення, контрольні питання та список джерел, необхідних для якісної підготовки до лабораторних і практичних занять, модульного контролю та підсумкового екзамену. Самостійна робота передбачає не лише опрацювання теоретичного матеріалу, а й виконання розрахункових, аналітичних і прикладних завдань, що забезпечують зв'язок теорії з практикою функціонування сучасних інформаційних систем.

Самостійна робота з дисципліни «Теорія інформації та кодування» є важливим елементом формування професійної компетентності майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій. Вона спрямована на поглиблення знань, розвиток навичок самостійного навчання, критичного аналізу, математичного обґрунтування технічних рішень і практичного застосування методів кодування для забезпечення ефективного, надійного та достовірного передавання інформації в комп'ютерних системах і мережах.

Тема 1. Інформація та інформаційні процеси

Література: [1, 2, 3, 4, 5, 6]

Питання для вивчення

1. Поняття інформації у технічних, кібернетичних та інформаційних системах.
2. Основні властивості інформації: достовірність, повнота, актуальність, цінність, доступність.
3. Види інформації за формою подання: текстова, числова, графічна, звукова, відеоінформація.
4. Поняття повідомлення, даних і сигналу, їх взаємозв'язок у процесі передавання інформації.
5. Основні інформаційні процеси: збирання, зберігання, оброблення, передавання, перетворення та захист інформації.
6. Загальна модель інформаційної системи: джерело повідомлень, кодер, канал зв'язку, декодер, приймач.
7. Сигнали як фізичні носії інформації: аналогові, дискретні, цифрові сигнали.
8. Поняття завад і шумів у каналах зв'язку, їх вплив на достовірність передавання інформації.
9. Математичні моделі сигналів і повідомлень у теорії інформації.
10. Роль теорії інформації та кодування в сучасних інформаційних системах і технологіях.

Контрольні питання

1. Що таке інформація і чим вона відрізняється від даних?
2. Які основні властивості інформації використовуються під час її оцінювання?
3. Що таке повідомлення і сигнал?
4. Які основні елементи входять до моделі передавання інформації?
5. Які бувають види сигналів у теорії інформації?
6. Що таке завада в каналі зв'язку?
7. Чому під час передавання інформації виникає потреба у кодуванні?
8. Як інформаційні процеси реалізуються в комп'ютерних системах?

Тема 2. Кількісні характеристики джерел інформації

Література: [1, 2, 3, 4, 5, 6]

Питання для вивчення

1. Кількісна оцінка інформації як основа теорії інформації.
2. Одиниці вимірювання інформації: біт, байт, кілобайт, мегабайт, гігабайт.
3. Формула Хартлі для визначення кількості інформації при рівноймовірних повідомленнях.
4. Формула Шеннона для оцінювання кількості інформації з урахуванням імовірності повідомлення.
5. Поняття ансамблю повідомлень дискретного джерела інформації.
6. Імовірнісна модель джерела повідомлень.
7. Поняття ентропії як міри невизначеності джерела інформації.
8. Безумовна ентропія дискретного джерела повідомлень.

9. Умовна ентропія та її використання для залежних повідомлень.
10. Властивості ентропії: невід'ємність, максимальність, адитивність.

Контрольні питання

1. У яких одиницях вимірюється кількість інформації?
2. У чому полягає відмінність між підходами Хартлі та Шеннона?
3. Що таке ентропія джерела інформації?
4. Коли ентропія джерела набуває максимального значення?
5. Що характеризує умовна ентропія?
6. Як імовірність повідомлення впливає на кількість інформації?
7. Чому рідкісне повідомлення несе більше інформації?
8. Як ентропія використовується для оцінювання надмірності повідомлень?

Тема 3. Характеристики дискретних і неперервних джерел інформації

Література: [1, 2, 3, 4, 5, 6]

Питання для вивчення

1. Поняття дискретного джерела інформації та його основні характеристики.
2. Алфавіт дискретного джерела повідомлень і ймовірності появи символів.
3. Продуктивність джерела інформації та її зв'язок з ентропією.
4. Швидкість передавання інформації дискретним каналом зв'язку.
5. Інформаційні втрати під час передавання повідомлень.
6. Пропускна здатність дискретного каналу зв'язку.
7. Поняття неперервного джерела інформації.
8. Дискретизація, квантування та цифрове подання неперервних сигналів.
9. Продуктивність неперервного джерела інформації.
10. Пропускна здатність неперервного каналу зв'язку та її залежність від шумів.

Контрольні питання

1. Що таке дискретне джерело інформації?
2. Якими параметрами характеризується дискретне джерело повідомлень?
3. Що таке швидкість передавання інформації?
4. Чим відрізняється швидкість передавання даних від швидкості передавання інформації?
5. Що таке пропускна здатність каналу зв'язку?
6. Які особливості має неперервне джерело інформації?
7. Для чого виконують дискретизацію неперервного сигналу?
8. Як шум впливає на передавання інформації каналом зв'язку?

Тема 4. Кодування повідомлень

Література: [1, 2, 3, 4, 5, 6]

Питання для вивчення

1. Поняття кодування повідомлень і його призначення.
2. Код, кодове слово, кодова комбінація, кодовий алфавіт.
3. Основні характеристики кодів: довжина, основа, потужність, надмірність, ефективність.

4. Класифікація кодів: рівномірні, нерівномірні, двійкові, недвійкові, префіксні, блокові.
5. Однозначність декодування та умова префіксності коду.
6. Позиційні системи числення як основа подання інформації в комп'ютерних системах.
7. Двійкова, вісімкова, десяткова та шістнадцяткова системи числення.
8. Надмірність повідомлень і кодів.
9. Постановка задачі кодування для каналів без завад.
10. Основні теореми кодування для джерел і каналів зв'язку.

Контрольні питання

1. Що таке код і кодове слово?
2. Які основні характеристики має код?
3. Чим рівномірний код відрізняється від нерівномірного?
4. Що означає однозначне декодування повідомлення?
5. Для чого використовуються префіксні коди?
6. Що таке надмірність коду?
7. Які системи числення найчастіше використовуються в комп'ютерних системах?
8. Чому двійкова система числення є основною для цифрової техніки?

Тема 5. Ефективне кодування

Література: [1, 2, 3, 4, 5, 13, 14, 15]

Питання для вивчення

1. Поняття ефективного кодування та його призначення.
2. Надмірність повідомлень як основа можливості стиснення даних.
3. Середня довжина кодового слова та її вплив на ефективність коду.
4. Кодування Шеннона-Фано: принцип побудови та основні етапи.
5. Кодування Хаффмена: побудова кодового дерева та формування кодових слів.
6. Порівняння методів Шеннона-Фано і Хаффмена.
7. Арифметичне кодування як метод наближення до ентропійної межі.
8. Поняття оптимального коду.
9. Коефіцієнт ефективності коду та методика його розрахунку.
10. Практичне використання ефективного кодування в архіваторах і форматах даних.

Контрольні питання

1. Що таке ефективне кодування?
2. За рахунок чого зменшується середня довжина повідомлення?
3. У чому полягає принцип кодування Шеннона-Фано?
4. Як будується код Хаффмена?
5. Чому символам з більшою ймовірністю доцільно надавати коротші кодові слова?
6. Який код називається оптимальним?
7. Чим арифметичне кодування відрізняється від кодування Хаффмена?

8. Де практично застосовуються методи ефективного кодування?

Тема 6. Штрихове та QR-кодування

Література: [1, 2, 3, 4, 5, 11, 12]

Питання для вивчення

1. Поняття машинозчитуваного кодування інформації.
2. Призначення штрихового кодування в інформаційних системах.
3. Лінійні штрихові коди: структура та принцип зчитування.
4. Штрихові коди EAN: структура, призначення, контрольний розряд.
5. Штрихові коди UPC та сфери їх використання.
6. Методика обчислення контрольної цифри штрихового коду.
7. QR-код як двовимірний матричний код.
8. Структурні елементи QR-коду: позиційні маркери, область даних, службова інформація.
9. Рівні корекції помилок у QR-кодах.
10. Практичне застосування QR-кодів у торгівлі, логістиці, освіті, банківських і безпекових системах.

Контрольні питання

1. Що таке штриховий код?
2. Для чого використовується контрольний розряд у штриховому коді?
3. Які основні типи лінійних штрихових кодів існують?
4. Чим QR-код відрізняється від звичайного штрихового коду?
5. Які дані можуть зберігатися в QR-коді?
6. Які елементи забезпечують правильне зчитування QR-коду?
7. Для чого у QR-кодах використовується корекція помилок?
8. У яких сферах застосовується штрихове та QR-кодування?

Тема 7. Лінійні блокові коди

Література: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 16, 17]

Питання для вивчення

1. Поняття завадостійкого кодування та його призначення.
2. Основні принципи виявлення та виправлення помилок у кодових комбінаціях.
3. Поняття блокового коду та його параметри: n , k , r .
4. Інформаційні та перевірочні розряди кодового слова.
5. Кодова відстань і мінімальна кодова відстань.
6. Зв'язок мінімальної кодової відстані зі здатністю коду виявляти й виправляти помилки.
7. Поняття лінійного блокового коду.
8. Твірні матриця лінійного коду та її використання для кодування.
9. Перевірочна матриця та синдромне декодування.
10. Код Хеммінга як приклад лінійного блокового коду.

Контрольні питання

1. Що таке завадостійке кодування?

2. Чим блоковий код відрізняється від простого двійкового коду?
3. Що таке кодова відстань?
4. Як мінімальна кодова відстань впливає на виправну здатність коду?
5. Для чого використовуються перевірочні розряди?
6. Що таке твірна матриця коду?
7. Що таке перевірочна матриця?
8. Як виконується синдромне декодування?

Тема 8. Циклічні коди

Література: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10]

Питання для вивчення

1. Поняття циклічного коду та його місце серед лінійних блокових кодів.
2. Основна властивість циклічного коду.
3. Поліноміальне подання кодових слів у полі $GF(2)$.
4. Породжувальний многочлен циклічного коду.
5. Перевірочний многочлен і його роль у декодуванні.
6. Формування кодового слова методом поліноміального ділення.
7. Обчислення синдрому для виявлення помилок.
8. Виявлення та виправлення помилок у циклічних кодах.
9. CRC-коди як приклад циклічних кодів для контролю цілісності даних.
10. Застосування циклічних кодів у мережевих протоколах, носіях інформації та цифровому зв'язку.

Контрольні питання

1. Який код називається циклічним?
2. У чому полягає властивість циклічного зсуву кодових слів?
3. Як кодове слово подається у вигляді многочлена?
4. Що таке породжувальний многочлен?
5. Як формується кодове слово циклічного коду?
6. Що таке синдром у циклічному коді?
7. Для чого використовуються CRC-коди?
8. У яких системах застосовуються циклічні коди?

Тема 9. Недвійкові коди

Література: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10]

Питання для вивчення

1. Поняття недвійкового коду та його відмінність від двійкового коду.
2. Алфавіт недвійкового коду та поле $GF(q)$.
3. Структура кодових слів у недвійкових кодах.
4. Параметри недвійкових блокових кодів.
5. Формування кодових комбінацій над багатосимвольним алфавітом.
6. Особливості декодування недвійкових кодів.
7. Коди Ріда-Соломона: призначення, структура, виправна здатність.
8. BCH-коди над недвійковими полями.
9. Переваги недвійкових кодів під час виправлення пакетних помилок.

10. Застосування недвійкових кодів у QR-кодах, оптичних носіях, цифровому телебаченні та системах зберігання даних.

Контрольні питання

1. Що таке недвійковий код?
2. Чим недвійкові коди відрізняються від двійкових?
3. Що означає запис $GF(q)$?
4. Які переваги мають недвійкові коди?
5. Що таке код Ріда-Соломона?
6. Які помилки ефективно виправляють коди Ріда-Соломона?
7. Де застосовуються недвійкові коди?
8. Чому недвійкові коди важливі для QR-кодування?

Тема 10. Методи стиснення даних без втрат інформації

Література: [1, 2, 3, 4, 5, 13, 14, 15]

Питання для вивчення

1. Поняття стиснення даних без втрат інформації.
2. Надмірність даних як основа можливості стиснення.
3. Класифікація методів стиснення без втрат.
4. Ентропійні методи стиснення: кодування Хаффмена та арифметичне кодування.
5. Словникові методи стиснення: LZ77, LZ78, LZW.
6. Принцип побудови словника повторюваних фрагментів повідомлення.
7. Комбіновані методи стиснення даних.
8. Показники ефективності стиснення: коефіцієнт стиснення, відсоток стиснення, швидкість оброблення.
9. Залежність ефективності стиснення від типу вхідних даних.
10. Застосування методів стиснення без втрат у форматах ZIP, PNG, GIF, 7z, GZIP.

Контрольні питання

1. Що таке стиснення без втрат інформації?
2. Чим стиснення без втрат відрізняється від стиснення з втратами?
3. Які основні класи методів стиснення без втрат існують?
4. У чому полягає принцип словникового стиснення?
5. Як працюють алгоритми LZ77, LZ78 і LZW?
6. Що таке коефіцієнт стиснення?
7. Чому текстові дані зазвичай стискаються краще, ніж випадкові?
8. У яких форматах застосовуються методи стиснення без втрат?

Тема 11. Архівація даних

Література: [1, 2, 3, 4, 5, 13, 14, 15]

Питання для вивчення

1. Поняття архівації даних і її призначення.
2. Відмінність між стисненням і архівацією даних.

3. Основні функції архіваторів: стиснення, пакування, збереження структури каталогів, контроль цілісності.
4. Архівація текстових, графічних, аудіо-, відео- та бінарних файлів.
5. Особливості архівації вже стиснених і зашифрованих даних.
6. Формати архівів ZIP, RAR, 7z, TAR, GZIP.
7. Алгоритми, що застосовуються в архіваторах: Huffman, LZW, DEFLATE, LZMA.
8. Оцінювання ефективності архівації для різних типів файлів.
9. Перевірка цілісності архівів за допомогою контрольних сум і хеш-функцій.
10. Практичне застосування архівації в резервному копіюванні, передаванні даних і зберіганні інформації.

Контрольні питання

1. Що таке архівація даних?
2. Чим архівація відрізняється від звичайного стиснення?
3. Які функції виконує архіватор?
4. Які формати архівів є найпоширенішими?
5. Чому різні типи файлів стискаються з різною ефективністю?
6. Для чого під час архівації використовують контрольні суми?
7. Які алгоритми застосовуються у ZIP і 7z?
8. У яких випадках архівація є практично необхідною?

КОМПЛЕКСНІ ПРАКТИЧНІ ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Завдання 1

Кожен здобувач виконує індивідуальне завдання згідно з номером варіанта. Індивідуальне завдання охоплює основні змістові модулі дисципліни «Теорія інформації та кодування» та передбачає виконання розрахункових, аналітичних і прикладних завдань з кількісної оцінки інформації, ефективного та завадостійкого кодування.

Завдання 1

Маємо два дискретні джерела інформації з алфавітами $X = \{x_1, x_2\}$ та $Y = \{y_1, y_2, y_3\}$. Чисельні значення безумовних імовірностей $p(y_1)$, $p(y_2)$, $p(y_3)$ та умовних імовірностей $p(y_j / x_i)$ наведено у таблиці 1.

Необхідно:

1. визначити ентропію джерела $H(Y)$;
2. визначити ентропію джерела $H(X)$;
3. побудувати спільний розподіл імовірностей $p(x_i, y_j)$;
4. обчислити спільну ентропію $H(X, Y)$;
5. визначити повну взаємну інформацію $I(X, Y)$;
6. обчислити надмірність джерел X та Y ;
7. зробити висновок, яке джерело має більшу надмірність.

Таблиця 1 – Вихідні дані до завдання 1

№ варіанта	$p(y_1)$	$p(y_2)$	$p(y_3)$	Матриця умовних імовірностей $P(Y/X)$
1	0,370	0,594	0,036	[0,56 0,10 0,34; 0,36 0,62 0,02]
2	0,498	0,240	0,262	[0,75 0,15 0,10; 0,33 0,30 0,37]
3	0,500	0,240	0,260	[0,76 0,12 0,12; 0,24 0,36 0,40]
4	0,575	0,290	0,135	[0,75 0,15 0,10; 0,25 0,55 0,20]
5	0,304	0,290	0,406	[0,36 0,15 0,49; 0,16 0,65 0,19]
6	0,479	0,348	0,173	[0,40 0,19 0,41; 0,50 0,39 0,11]
7	0,206	0,168	0,626	[0,15 0,18 0,67; 0,43 0,12 0,45]
8	0,266	0,466	0,268	[0,28 0,48 0,24; 0,14 0,34 0,52]
9	0,424	0,136	0,440	[0,40 0,12 0,48; 0,55 0,22 0,23]
10	0,656	0,188	0,156	[0,74 0,23 0,03; 0,54 0,13 0,33]
11	0,257	0,504	0,239	[0,17 0,33 0,50; 0,27 0,53 0,20]
12	0,412	0,202	0,386	[0,37 0,58 0,05; 0,42 0,13 0,45]
13	0,181	0,449	0,370	[0,15 0,48 0,37; 0,25 0,38 0,37]
14	0,368	0,178	0,454	[0,53 0,34 0,13; 0,33 0,14 0,53]
15	0,532	0,082	0,386	[0,74 0,16 0,10; 0,34 0,01 0,65]
16	0,236	0,328	0,436	[0,33 0,14 0,53; 0,13 0,54 0,33]
17	0,483	0,221	0,296	[0,27 0,15 0,58; 0,57 0,25 0,18]
18	0,312	0,348	0,340	[0,18 0,15 0,67; 0,38 0,45 0,17]
19	0,168	0,286	0,546	[0,11 0,17 0,72; 0,31 0,57 0,12]
20	0,444	0,225	0,331	[0,36 0,12 0,52; 0,48 0,27 0,25]
21	0,440	0,332	0,228	[0,62 0,21 0,17; 0,22 0,48 0,30]
22	0,348	0,352	0,300	[0,18 0,52 0,30; 0,46 0,24 0,30]
23	0,550	0,215	0,235	[0,69 0,11 0,20; 0,29 0,41 0,30]
24	0,435	0,325	0,240	[0,24 0,26 0,50; 0,54 0,36 0,10]
25	0,276	0,396	0,328	[0,12 0,63 0,25; 0,42 0,18 0,40]

Завдання 2

Згідно з варіантом, поданим у таблиці 2, визначити кодові відстані Хеммінга між комбінаціями А, В, С, D двійкового n-елементного простого коду.

Необхідно:

1. визначити відстані $d(A,B)$, $d(A,C)$, $d(A,D)$, $d(B,C)$, $d(B,D)$, $d(C,D)$;
2. знайти мінімальну кодову відстань d_{\min} ;
3. знайти максимальну кодову відстань d_{\max} ;
4. зробити висновок щодо відмінності заданих кодових комбінацій.

Таблиця 2 – Двійкові кодові комбінації

№ варіанта	A	B	C	D	n
1	11011011	01001010	01010101	11001101	8
2	11001101	01010101	00110110	11100011	8
3	011100	011010	100011	101110	6
4	0101101	0101110	1101011	0010001	7
5	10101	00011	11110	11011	5
6	011100	101011	011010	110100	6
7	11100011	10110110	11001101	01011101	8
8	0010000	1101011	0101110	0101101	7
9	1010000	1101111	0100110	0111101	7
10	11100111	00110010	01000101	11011101	8
11	00010101	11000011	11001010	11001101	8
12	1111000	1010000	0101010	0101110	7
13	101100	010110	101011	101111	6
14	11110101	11011011	01000010	10001101	8
15	01111101	11011011	01001111	11000001	8
16	101000	000110	010011	101111	6
17	0010001	1101100	0101110	0111100	7
18	1010101	1101001	0101011	0001101	7
19	01110100	01011010	01010010	10111101	8
20	10001	00010	11110	11011	5
21	1110111	1101111	0101111	1001101	7
22	01110111	01011110	11011011	10100101	8
23	110000	101110	010111	001111	6
24	1011101	1001001	0101011	1011111	7
25	11101	10011	11000	11111	5

Завдання 3

Значення ймовірностей p_i , з якими дискретне джерело інформації генерує символи алфавіту, наведено в таблиці 3.

Необхідно:

1. побудувати нерівномірний ефективний код за методом Шеннона-Фано;
2. побудувати нерівномірний ефективний код за методом Хаффмена;
3. визначити середню довжину кодового слова для кожного методу;
4. обчислити ентропію джерела;
5. визначити коефіцієнт ефективності кожного коду;
6. порівняти ефективність кодів і зробити висновок.

Таблиця 3 – Ймовірності символів дискретного джерела

№ варіанта	p_1	p_2	p_3	p_4	p_5	p_6	p_7	p_8	p_9
1	0,31	0,08	0,05	0,14	0,02	0,20	0,08	0,07	0,05
2	0,11	0,16	0,03	0,26	0,04	0,05	0,03	0,02	0,30
3	0,55	0,07	0,04	0,04	0,15	0,07	0,05	0,03	0
4	0,08	0,05	0,11	0,07	0,33	0,24	0,04	0,04	0,04
5	0,22	0,18	0,04	0,06	0,03	0,04	0,06	0,29	0,08
6	0,07	0,41	0,13	0,09	0,06	0,11	0,05	0,04	0,04

7	0,35	0,15	0,06	0,02	0,03	0,08	0,02	0,07	0,22
8	0,18	0,05	0,27	0,29	0,02	0,03	0,05	0,11	0
9	0,12	0,03	0,05	0,40	0,12	0,08	0,05	0,04	0,11
10	0,52	0,12	0,05	0,18	0,04	0,03	0,06	0	0
11	0,26	0,14	0,05	0,10	0,07	0,11	0,02	0,20	0,05
12	0,04	0,33	0,17	0,06	0,02	0,12	0,05	0,16	0,05
13	0,28	0,03	0,04	0,15	0,05	0,04	0,07	0,34	0
14	0,07	0,15	0,06	0,39	0,05	0,14	0,08	0,03	0,03
15	0,45	0,15	0,03	0,07	0,08	0,02	0,06	0,09	0,05
16	0,09	0,44	0,18	0,09	0,03	0,05	0,02	0,02	0,08
17	0,06	0,05	0,15	0,04	0,14	0,08	0,03	0,20	0,25
18	0,22	0,05	0,16	0,05	0,05	0,03	0,02	0,34	0,08
19	0,33	0,24	0,05	0,08	0,06	0,12	0,05	0,07	0
20	0,08	0,22	0,15	0,05	0,08	0,05	0,06	0,24	0,07
21	0,18	0,06	0,12	0,25	0,03	0,09	0,05	0,17	0,05
22	0,07	0,31	0,08	0,11	0,04	0,16	0,02	0,09	0,12
23	0,41	0,05	0,06	0,09	0,07	0,04	0,14	0,10	0,04
24	0,13	0,18	0,22	0,04	0,09	0,06	0,05	0,19	0,04
25	0,05	0,09	0,07	0,38	0,12	0,11	0,03	0,10	0,05

Завдання 4

Алфавіт дискретного джерела інформації складається з чотирьох символів: {A, B, C, D}. Чисельні значення ймовірностей виникнення символів наведено в таблиці 4, а фрагменти текстів — у таблиці 5.

Необхідно:

1. побудувати нерівномірний ефективний код за методом Шеннона-Фано або Хаффмена для поодиноких символів;
2. побудувати код для слів довжиною у два символи;
3. визначити середню довжину кодового слова для обох випадків;
4. обчислити ентропію джерела;
5. оцінити ефективність кодування;
6. закодувати фрагмент тексту згідно з варіантом;
7. порівняти ефективність кодування поодиноких символів і двосимвольних блоків.

Таблиця 4 – Ймовірності символів алфавіту {A, B, C, D}

№ варіанта	p(A)	p(B)	p(C)	p(D)
1	0,15	0,63	0,05	0,17
2	0,33	0,10	0,12	0,45
3	0,25	0,07	0,53	0,15
4	0,08	0,35	0,11	0,46
5	0,32	0,38	0,24	0,06
6	0,27	0,51	0,13	0,09
7	0,65	0,15	0,06	0,14
8	0,18	0,05	0,27	0,50
9	0,12	0,53	0,25	0,10
10	0,42	0,22	0,18	0,18
11	0,16	0,43	0,07	0,34
12	0,05	0,33	0,32	0,30
13	0,27	0,15	0,45	0,13
14	0,24	0,04	0,64	0,08
15	0,14	0,16	0,29	0,41

16	0,51	0,05	0,34	0,10
17	0,28	0,22	0,07	0,43
18	0,12	0,35	0,11	0,42
19	0,08	0,45	0,24	0,23
20	0,25	0,15	0,51	0,09
21	0,30	0,25	0,35	0,10
22	0,18	0,22	0,15	0,45
23	0,62	0,14	0,09	0,15
24	0,10	0,31	0,44	0,15
25	0,20	0,10	0,50	0,20

Таблиця 5 – Фрагменти тексту для кодування

№ варіанта	Фрагмент тексту
1	BBDBDABDBACBBDBDBBBABDBBABBBD
2	AADABDDCABAADDADBACDDDDDCADBA
3	CCCCABC DACBDCCCCDCAACCADCDDC
4	ABDBDDDCDDBDDBDDDBDBDCBDCBDB
5	BCBABBBAAACCBCCAAACABBBBABADAAA
6	CBABABACAABCBCABDABCBBABDBBB
7	ACBABAAAADDAADBAADAADBAAAAAADA
8	CDDCDDDDCCDDDDCCDCDCBCBCDA
9	BDBBDAABBBBCBDCBBB BBBACCCBCBC
10	CACBADBAAAABABABBABCAACCADACBA
11	BBDBADABCBBBADADABADBACBBABCA
12	DBDVCBABCDBDCBDCBDBBCCBDBCC
13	BACCBCCCCADBAABABABACDCBCACC
14	CCCACBCACCAACACDCCCCACACACAAC
15	DDDACDDCDCCCCBDCDBBCCBADCAABD
16	AAADAAAAAADAACBCACACCACCAACBAC
17	DDAACBCABDAAABCDAADDADDDCBABDB
18	ABBDDDBBDBCDBDDBBDDDBDADBDDDD
19	CADDDDCDBBDBADCBADBBABCBCDBAB
20	CBACCADCCCCDCCACDDDABCCACBAD
21	CACABCCABACCBCACBCACCBABCCABA
22	ADBADDDBCADDBACDDBDABCDBDDABCD
23	AAAAABACADABAAABACADAACABAAAAD
24	BCDBCCDBADCBCCBADCBCCBADCBCCA
25	CDACDCCACDABCDCCACDCDABCCDACDC

Завдання 5

Закодувати двійковим циклічним кодом з $d_{\min} = 3$, що виправляє однократні помилки, комбінацію двійкового простого коду $Q(x)$ довжиною k інформаційних елементів згідно з варіантом, поданим у таблиці 6.

Необхідно:

1. записати інформаційну комбінацію у поліноміальній формі;
2. визначити параметри циклічного коду;
3. виконати кодування комбінації $Q(x)$;
4. отримати кодову комбінацію;
5. внести будь-яку однократну помилку;
6. обчислити синдром помилки;

7. показати процес виявлення та виправлення помилки;

8. визначити надмірність коду.

Таблиця 6 – Вихідні дані для циклічного кодування

№ варіанта	k	Поліном комбінації двійкового простого коду Q(x)
1	4	$x^2 + x + 1$
2	5	$x^4 + x^2 + x$
3	6	$x^5 + x^2 + 1$
4	7	$x^6 + x + 1$
5	8	$x^7 + x^6 + x^4 + x$
6	9	$x^7 + x^5 + x^3 + 1$
7	10	$x^9 + x^6 + x^2 + x + 1$
8	11	$x^{10} + x^9 + x^8 + x^4 + x$
9	12	$x^{11} + x^{10} + x^7 + x^6 + x^3 + 1$
10	14	$x^{13} + x^{12} + x^{10} + x^9 + x^3 + x^2$
11	4	$x^3 + x + 1$
12	5	$x^4 + x^3 + x + 1$
13	6	$x^5 + x^4 + x^2 + 1$
14	7	$x^6 + x^5 + x^3 + x$
15	8	$x^7 + x^5 + x^2 + 1$
16	9	$x^8 + x^7 + x^4 + x^2 + x$
17	10	$x^9 + x^8 + x^5 + x^3 + 1$
18	11	$x^{10} + x^7 + x^6 + x^2 + x$
19	12	$x^{11} + x^9 + x^8 + x^4 + 1$
20	13	$x^{12} + x^{10} + x^5 + x^3 + x + 1$
21	14	$x^{13} + x^{11} + x^8 + x^7 + x^2$
22	5	$x^4 + x^3 + x^2 + 1$
23	6	$x^5 + x^3 + x^2 + x$
24	7	$x^6 + x^4 + x^3 + 1$
25	8	$x^7 + x^6 + x^3 + x^2 + x$

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ІСПИТУ

1. Які існують види інформації?
2. Як формулюють теорему дискретизації?
3. Що таке інформація, кодування, канал зв'язку, завади?
4. Що таке ансамблі та джерела повідомлень?
5. У чому полягають основні положення К. Шеннона до визначення кількості інформації?
6. Як визначають кількість інформації, що міститься в одному повідомленні дискретного джерела? Які її властивості?
7. Що таке ентропія джерела та які її властивості?
8. Як визначають кількість інформації на одне повідомлення джерела взаємозалежних повідомлень? Які її властивості?
9. Що таке умовна ентропія? Які є види умовної ентропії?
10. Чим задають статистичну залежність двох джерел?
11. Як знаходять часткову умовну ентропію?
12. Як знаходять загальну умовну ентропію?
13. Які основні властивості умовної ентропії?
14. Чим зумовлена статистична надлишковість джерела інформації?
15. Чим описують інформаційний канал?
16. Що таке двійковий симетричний канал, як його описують?
17. Як визначають ентропію об'єднання двох джерел інформації?
18. Які основні властивості взаємної ентропії?
19. Як знаходять кількість інформації на одне повідомлення двох статистично залежних джерел?
20. Що таке марковський процес?
21. Класифікація станів марковського процесу. Що таке ергодичний стан?
22. Класифікація станів марковського процесу. Що таке нестійкий стан?
23. Класифікація станів марковського процесу. Що таке поглинальний стан?
24. Що таке марковські джерела? Чим їх характеризують?
25. Що таке ланка Маркова. Чим описують процес ланки Маркова?
26. Основні властивості ланок Маркова.
27. Що таке продуктивність дискретного джерела інформації і як її визначають?
28. Чому дорівнюють інформаційні втрати під час передавання інформації через канал зв'язку?
29. Чому дорівнюють інформаційні втрати в каналі з абсолютною статистичною залежністю його входу та виходу?
30. Чому дорівнюють інформаційні втрати в каналі зі статистично незалежними його входом та виходом?
31. Що таке швидкість передавання інформації через канал зв'язку і які її визначають?
32. Що таке пропускна здатність каналу зв'язку та чим вона визначена, якщо в каналі нема завад?
33. Яке формулювання теореми Шеннона про кодування дискретного джерела без завад?
34. Чим визначена пропускна здатність каналу зв'язку за наявності завад?
35. Яке формулювання теореми Шеннона про кодування дискретного джерела за наявності завад?
36. Якими статистичними моделями описують джерела інформації?
37. Що таке економне кодування інформації? З якою метою його застосовують?
38. Які є способи задання кодів?
39. Що таке рівномірні й нерівномірні коди?
40. Що таке надлишковість коду? Як її визначають?
41. З якою метою використовують оптимальні нерівномірні коди?
42. Які коди називають префіксними? Що таке вектор Крафта? Як записують нерівність Крафта?
43. Який критерій існування префіксного коду? У чому він полягає?
44. У чому полягає умова оптимальності префіксних кодів?
45. Що визначає пряма теорема посимвольного нерівномірного кодування?
46. Що визначає обернена теорема посимвольного нерівномірного кодування?

47. Який критерій існування коду з середньою довжиною кодових слів, що дорівнює ентропії джерела? З чого він випливає?
48. У чому полягає алгоритм побудови оптимального коду Хафмена?
49. У чому полягає алгоритм побудови оптимального коду Шеннона–Фано?
50. Які переваги та недоліки використання оптимального кодування Шеннона–Фано і Хафмена?
51. У чому полягає алгоритм побудови коду Шеннона?
52. З чого випливає однозначна декодованість коду Шеннона?
53. У чому полягає алгоритм побудови коду Гільберта–Мура?
54. З чого випливає однозначна декодованість коду Гільберта–Мура?
55. Які коди називають блоковими? Що таке порядок блокового коду?
56. У чому полягає метод блокування повідомлень?
57. Яка мета стиснення інформації? Які основні елементи охоплює система стиснення інформації? Які функції вони виконують?
58. За якими ознаками класифікують системи й методи стиснення даних?
59. Чим відрізняються системи стиснення інформації, призначені для передавання й архівації даних?
60. Які способи стиснення належать до лінійних, матричних, каскадних?
61. Як характеризують системи стиснення інформації за ступенем і швидкістю стиснення?
62. Які системи характеризують стисненням без втрат інформації? Які основні елементи вони охоплюють?
63. Як знаходять коефіцієнт і швидкість стиснення двійкових даних?
64. Які системи характеризують стисненням із втратами інформації? У чому різниця систем із втратами й без втрат інформації?
65. Чим визначені швидкість стиснення й розмір спотворень у системах стиснення з втратами інформації?
66. Як відбувається стиснення інформації за допомогою алгоритму Хафмена? Яка структура кодового слова? Як передають інформацію про код?
67. Як визначають границі стискання інформації у разі двопрхідного кодування за алгоритмом Хафмена?
68. Як будують блоковий код Хафмена?
69. Чим оцінюють ефективність стиснення інформації?
70. Які недоліки та характерні особливості двопрхідного алгоритму Хафмена?
71. У чому полягає арифметичний алгоритм кодування інформації? Які його переваги порівняно з іншими статистичними методами стиснення інформації?
72. Як відбувається кодування даних за арифметичним алгоритмом?
73. Як відбувається декодування даних за арифметичним алгоритмом?
74. Які проблеми виникають у разі практичній реалізації арифметичного кодування? Як їх можна усунути?
75. У чому полягає основна ідея словникових методів стиснення інформації? У чому переваги використання словникових методів порівняно зі статистичними?
76. На які основні групи поділяють словникові алгоритми стиснення? Які їхні ознаки?
77. У чому полягають словникові методи стиснення з використанням “ковзного” вікна LZ77, LZSS? Чим визначена довжина кодів цих алгоритмів?
78. Які переваги модифікованого алгоритму LZSS порівняно з LZ77?
79. Які недоліки словникових алгоритмів LZ77, LZSS?
80. У чому полягають словникові методи стиснення LZ78, LZW? Чим визначена довжина кодів для цих алгоритмів? Які переваги модифікації LZW?
81. Які переваги алгоритмів LZ78, LZW порівняно з LZ77, LZSS?
82. У чому полягає алгоритм кодування довжин повторів (RLE)? Які є варіанти алгоритму? Чим вони відрізняються?
83. У чому полягає алгоритм диференціального кодування? Для яких даних диференціальне кодування є ефективнішим, ніж просте кодування, і чому?

84. Які коди належать до завадостійких? Які загальні властивості вони мають?
85. Для чого в завадостійкій коді вводять надлишковість?
86. Які є типи завадостійких кодів?
87. Що таке кодова відстань на прикладі двійкового три розрядного коду?
88. Як визначають вагу і відстань Хеммінга для двійкових послідовностей?
89. Що таке мінімальна кодова відстань Хеммінга? Як її визначають?
90. Який існує зв'язок між мінімальною кодовою відстанню та властивостями завадостійких кодів?
91. Яка загальна методика проектування завадостійких кодів?
92. Які коди належать до лінійних блокових кодів? Які коди мають властивість систематичності?
93. У чому полягає принцип кодування з перевіркою на парність? Яка надлишковість коду? У чому переваги та недоліки кодування?
94. У чому полягає принцип виявлення і виправлення помилок ітеративним кодом? Які переваги та недоліки такого кодування?
95. Які є способи задання лінійних блокових кодів? Які основні частини мають кодові слова лінійного блокового коду?
96. Що таке твірна матриця лінійного блокового коду? Які її властивості? Яка структура твірної матриці?
97. Що таке перевірна матриця лінійного блокового коду? Які її властивості? Яка структура перевірної матриці?
98. Як визначають вектор помилок у двійковому каналі зв'язку? У чому полягає задача декодування переданого кодового слова?
99. Що таке кодовий синдром лінійного коду? Як його визначають?
100. Яку властивість має кодовий синдром прийнятої кодової послідовності? У яких випадках синдром не дає змоги знайти помилки в переданій послідовності?
101. Як вектор помилки пов'язаний з кодовим синдромом лінійного блокового коду?
102. Як за допомогою кодового синдрому виявляють та виправляють помилки лінійним блоковим кодом?
103. Які необхідна і достатня умови існування завадостійкого коду?
104. Як визначають мінімальну кількість перевірних символів для лінійного блокового коду із заданими характеристиками?
105. Як побудувати твірну матрицю лінійного блокового коду із заданими характеристиками?
106. Які лінійні блокові коди називають кодом Хеммінга?
107. Як знаходять кількість інформаційних і перевірних символів для коду Хеммінга?
108. Як утворюються кодові слова коду Хеммінга?
109. Як будують перевірну матрицю коду Хеммінга?
110. Як побудувати твірну матрицю коду Хеммінга?
111. Як виконують декодування коду Хеммінга?
112. Як будують розширений код Хеммінга?
113. Що дає змогу виявити та виправити розширений код Хеммінга? Як виконують декодування розширеного коду Хеммінга?
114. У чому полягає принцип поліноміального кодування?
115. Які коди називають поліноміальними?
116. Що таке твірний поліном коду? Які властивості він має?
117. Як виявляють помилки поліноміальним кодом? У яких випадках помилки є не знайденими?
118. Як побудувати твірну матрицю поліноміального коду?
119. Які поліноміальні коди називають циклічними? Яка їхня структура та властивості?
120. У чому полягає алгоритм кодування циклічним кодом?
121. Що таке двійкове скінченне поле ГалуаGF(2)? Як визначають арифметичні операції в поліGF(2)?

122. Як утворюється розширене поле Галуа(2) m GF? Як визначають основні операції над елементами поля?
123. Що таке примітивний поліном? Що таке примітивний елемент поля?
124. Що таке незвідний поліном? Які його властивості?
125. Яке співвідношення між кодовим словом та коренями твірного полінома?
126. Що таке циклотомічний клас?
127. Як визначають поліном синдрому для циклічних кодів?
128. Як пов'язаний поліном синдрому з поліномом помилок у каналі?
129. Як побудувати твірну та перевірну матриці циклічного коду?
130. Як виявляють і виправляють помилки циклічним кодом?
131. У чому полягає алгоритм декодування циклічного коду на основі побудови гіпотез про наявність помилки в певному розряді?
132. У чому полягає алгоритм декодування циклічних кодів, що використовує послідовний циклічний зсув елементів кодової послідовності?
133. Які поліноміальні коди називають кодами Боуза–Чоудхурі–Хоквінгема (БЧХ)? Як визначають основні параметри коду?
134. Що таке примітивний код БЧХ?
135. Як визначають твірний поліном та будують твірну матрицю коду БЧХ?
136. Що таке непримітивний код БЧХ?

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Івашко А. В. Теорія інформації та кодування в прикладах і задачах : навч. посібник / А. В. Івашко, В. А. Крилова ; Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». Харків : НТУ «ХПІ», 2022. 317 с. URL: електронний ресурс (дата звернення: 19.06.2026).
2. Майданюк В. П. Основи теорії інформації та кодування : навчальний посібник / В. П. Майданюк, О. Н. Романюк, С. Є. Тужанський. Вінниця : ВНТУ, 2022. 133 с. URL: електронний ресурс (дата звернення: 19.06.2026).
3. Прокопишин І. А. 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. URL: електронний ресурс (дата звернення: 19.06.2026).
4. Гнусов Ю. В. Теорія інформації та кодування : навчальний посібник / Ю. В. Гнусов, В. В. Носов. Харків : ХНУВС, 2023. 212 с.
5. Гайдур Г. І. Теорія інформації та кодування : навчальний посібник для підготовки до практичних занять / Г. І. Гайдур, З. З. Бондаренко. Київ : ДУІКТ, 2024. 43 с. URL: електронний ресурс (дата звернення: 19.06.2026).
6. Polyanskiy Y. Information Theory: From Coding to Learning / Y. Polyanskiy, Y. Wu. Cambridge : Cambridge University Press, 2025. URL: electronic resource (date of access: 19.06.2026).
7. Guruswami V. Essential Coding Theory / V. Guruswami, A. Rudra, M. Sudan. Draft version. 2026. URL: electronic resource (date of access: 19.06.2026).
8. Vinck A. J. H. Coding Concepts and Reed-Solomon Codes. 2022. URL: electronic resource (date of access: 19.06.2026).
9. Kadir W. K. Efficient Interpolation-Based Decoding of Reed-Solomon Codes / W. K. Kadir, H.-Y. Lin, E. Rosnes. 2023. URL: electronic resource (date of access: 19.06.2026).
10. Alrabiah O. Randomly punctured Reed-Solomon codes achieve list-decoding capacity over linear-sized fields / O. Alrabiah, V. Guruswami, R. Li. 2023. URL: electronic resource (date of access: 19.06.2026).
11. ISO/IEC 18004:2024. Information technology — Automatic identification and data capture techniques — QR Code bar code symbology specification. Geneva : International Organization for Standardization, 2024. URL: electronic resource (date of access: 19.06.2026).
12. GS1 General Specifications Standard. Release 25.0. GS1, 2025. URL: electronic resource (date of access: 19.06.2026).
13. Collet Y. Zstandard Compression and the “application/zstd” Media Type / Y. Collet, M. Kucherawy. RFC 8878. IETF, 2021. URL: electronic resource (date of access: 19.06.2026).
14. Pavlov I. LZMA SDK : software development kit. Version 26.01. 7-Zip, 2026. URL: electronic resource (date of access: 19.06.2026).
15. 7-Zip : file archiver with LZMA and LZMA2 compression. 2026. URL: electronic resource (date of access: 19.06.2026).

16. Linear Error-Correcting Codes : lecture notes. MIT OpenCourseWare, 2024. URL: electronic resource (date of access: 19.06.2026).
17. Blackledge J. Coding Theory — Advances and Applications in Informatics. IntechOpen, 2025. URL: electronic resource (date of access: 19.06.2026).
18. Mouloua E. M. Foundations of Information Theory for Coding Theory / E. M. Mouloua, E. Mohamed. 2025. URL: electronic resource (date of access: 19.06.2026).
19. Niu K. A Mathematical Theory of Semantic Communication / K. Niu, P. Zhang. 2024. URL: electronic resource (date of access: 19.06.2026).
20. Noever D. Dueling QR Codes: The Hyding of Dr. Jeckyl / D. Noever, F. McKee. 2025. URL: electronic resource (date of access: 19.06.2026).

Т 33 **Теорія інформації та кодування:** методичні вказівки до самостійної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Інформаційні системи та технології охорони і безпеки» галузі знань F (12) Інформаційні технології спеціальності F6 (126) Інформаційні системи та технології денної та заочної форм навчання / уклад. С.В. Гринюк, М.М. Поліщук. Луцьк: ЛНТУ, 2026. 24 с.

Комп'ютерний набір: С.В. Гринюк
Редактор: С.В. Гринюк

Підп. до друку _____ 2026 р.
Формат 60x84/16. Папір офс. Гарнітура Таймс.
Ум. друк. арк. ____ Тираж ____ прим. Зам. _____

Відділ іміджу та промоції
Луцького національного технічного університету
43018 м. Луцьк, вул. Львівська, 75