

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**3968 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання курсової роботи

«Розроблення алгоритмів роботи і оцінювання інформаційних  
характеристик каналу передачі інформації»  
з дисципліни «Теорія інформації і обробка сигналів»  
для студентів спеціальності 6.05080202 «Електронні системи»  
заочної форми навчання

Суми  
Сумський державний університет  
2015

Методичні вказівки до виконання курсової роботи  
«Розроблення алгоритмів роботи і оцінювання інформаційних  
характеристик каналу передачі інформації» / укладачі:  
В. В. Арбузов, О. В. Бережна. – Суми : Сумський державний  
університет, 2015. – 31 с.

Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

## ЗМІСТ

	С.
1 Загальні положення.....	4
2 Мета і завдання курсової роботи.....	4
3 Завдання до курсової роботи й вихідні дані .....	5
3.1 Завдання до інформаційного розрахунку блоку стиснення.....	6
3.2 Завдання до інформаційного розрахунку завадостійкого кодера.....	6
4 Обсяг, структура й зміст курсової роботи.....	7
5 Методичні вказівки з організації виконання курсвої роботи.....	8
5.1 Організація й планування роботи.....	8
5.2 Термін виконання й порядок захисту курсвої роботи.....	9
6 Рекомендації до виконання курсової роботи .....	9
6.1 Загальні методичні вказівки .....	9
6.2 Методичні вказівки до виконання розрахункової частини курсової роботи.....	11
7 Загальні вимоги до оформлення курсової роботи.....	15
Список літератури.....	22
Додаток А.....	23
Додаток Б.....	26
Додаток В.....	27
Додаток Г.....	29

## **1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

Курсова робота «Розроблення алгоритмів роботи і оцінювання інформаційних характеристик каналу передачі інформації» ґрунтується на матеріалі, що викладається в дисципліні «Теорія інформації і обробка сигналів» та в дисциплінах, що її забезпечують, таких як «Математичний аналіз», «Імовірнісні основи обробки даних», «Дискретна математика», «Обчислювальна математика».

Виконання курсової роботи здійснюється студентами самостійно з метою зміцнення розвитку навиків, використання математичних методів вимірювання кількості інформації, розрахунку інформаційних характеристик системи передачі інформації (СП), застосування способів кодування, що мінімізують інформаційні втрати у каналах зв'язку із завадами і усувають надмірність у каналах зв'язку без завад.

У методичних вказівках викладені мета й завдання курсової роботи, вимоги до її обсягу, змісту, порядку виконання, оформлення й захисту. Надані також варіанти індивідуальних завдань, перелік величин, що підлягають розрахунку, зазначені деякі алгоритми розрахунків.

## **2 МЕТА І ЗАВДАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ**

Виконання курсової роботи має на меті закріплення матеріалу з дисципліни «Теорія інформації і обробка сигналів», набуття знань і вмінь в освоєнні методів аналізу й оцінювання інформаційних параметрів пристроїв та елементів інформаційно-вимірювальних систем, автоматизованих систем обробки, передачі й зберігання інформації, а також набуття досвіду оптимального використання інформаційних характеристик джерел повідомлень і

каналів зв'язку для побудови кодів, що забезпечують задану імовірність переданої інформації із максимально можливою швидкістю, мінімальними інформаційними втратами й мінімально можливою вартістю передачі повідомлень для каналів зв'язку із завадами й без завад.

У процесі виконання курсової роботи студент повинен навчитися:

- виявляти зв'язок між застосуванням логарифмічної міри кількості інформації, алгоритмів завадостійкого й оптимального кодування при синтезі СПІ і необхідністю їх використання при розробленні відмовостійких пристроїв і систем із можливістю організації самоконтролю й діагностики, а також при синтезі інших пристроїв і елементів електронної техніки. До них можна віднести постійні й оперативні запам'ятовувальні пристрої, лічильники, дешифратори, кодуючі та декодуючі пристрої, аналого-цифрові перетворювачі;

- вибирати й обґрунтовувати за результатами розрахунку й аналізу інформаційних характеристик СПІ послідовність розміщення в системі структурних елементів, розрядність кодуючих і декодуючих пристроїв, пристроїв виявлення помилок, блоків пам'яті переданих інформаційних масивів, що передаються, для забезпечення мінімальних апаратних витрат;

- використовувати ефективні методи розрахунку й засоби обчислювальної техніки при визначенні інформаційних характеристик СПІ для скорочення часу й підвищення якості виконання розрахунків і оформлення курсової роботи;

- чітко формулювати ідею обраного рішення;

- користуватися спеціальною літературою, довідковими й нормативними матеріалами.

## **3 ЗАВДАННЯ ДО КУРСОВОЇ РОБОТИ Й ВИХІДНІ ДАНІ**

Студенти виконують курсову роботу відповідно до виданого викладачем варіанта (додаток А).

### **3.1 Завдання до інформаційного розрахунку блоку стиснення**

Відповідно до заданого варіанта необхідно:

- описати джерело інформації (визначити потужність множини символів  $a_i$  первинного алфавіту  $A$  та ймовірності  $P(a_i)$  їх появи);
- визначити теоретичний коефіцієнт стиску  $\mu_{\text{теор}}$ ;
- синтезувати кодове відображення відповідно до заданого типу нерівномірного коду;
- визначити фактичний коефіцієнт стиску  $\mu_{\text{факт}}$ ;
- сформувати двійкову послідовність стислого інформаційного масиву для перших 20 символів профільтованого тексту;
- зробити висновки.

Вихідні дані:

- інформаційний масив (видається викладачем);
- множина символів  $a_i$  первинного алфавіту  $A$  ( $a_i$ );
- тип нерівномірного коду.

### **3.2 Завдання до інформаційного розрахунку завадостійкого кодера**

Для заданого й описаного джерела інформації (3.1) необхідно:

- синтезувати кодове відображення відповідно до заданого типу завадостійкого коду (навести опис алгоритму, побудувати матрицю кодкових відстаней, записати отримане кодове відображення);

- розрахувати ймовірність  $P_{н.п}(f,A)$  невиявлення помилок для синтезованого кодового відображення  $f$ ;
  - здійснити мінімізацію за ймовірністю  $P_{н.п}(f,A)$  синтезованого кодового відображення методом подвійного впорядкування, визначити ймовірність  $P_{н.п}(f_{min},A)$  невиявлення помилок для мінімізованого кодового відображення  $f_{min}$ ;
  - оцінити інформаційні втрати  $H(B/A)$  при передачі інформації у каналі зв'язку;
  - зробити висновки.
- Вихідні дані:
- тип завадостійкого коду;
  - ймовірність перекручення двійкового розряду  $p_e$  для симетричного каналу зв'язку.

## **4 ОБСЯГ, СТРУКТУРА Й ЗМІСТ КУРСОВОЇ РОБОТИ**

Курсова робота – це текстовий документ, що виконується відповідно до вимог ДСТУ 3.008-95, ГОСТ 2.105-95. Загальний обсяг курсової роботи повинен становити 14–20 аркушів формату А4, що містять текст, виконаний креслярським шрифтом, розрахунки, рисунки й додатки.

Структура курсової роботи: титульний аркуш (зразок наведений у додатку Б); зміст; перелік скорочень; завдання й розрахункова частина, список літератури (у тому числі список використаних матеріалів із методичних вказівок, конспектів лекцій, державного стандарту та ін.); додатки.

Завдання до курсової роботи повинне містити вихідні дані відповідно до варіанта, конкретний перелік величин, що підлягають розрахунку.

Для всіх студентів номер варіанта завдання встановлює керівник.

Розрахункова частина курсової роботи включає опис джерела інформації, розрахунок коефіцієнтів стиску, синтез кодового відображення з описом алгоритму побудови коду, формування стислого інформаційного масиву, висновки, синтез завадостійкого кодового відображення та його мінімізацію, розрахунок ймовірності невиявлення помилок до мінімізації кодового відображення й після мінімізації, оцінку інформаційних втрат, висновки.

## **5 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ З ОРГАНІЗАЦІЇ ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ**

### **5.1 Організація й планування роботи**

Успішне виконання курсової роботи вимагає чіткої організації роботи студента, починаючи з моменту одержання завдання й закінчуючи поданням роботи до захисту. Після одержання завдання студенту необхідно ознайомитися з літературою, яку рекомендують, і за необхідності самостійно підібрати додаткову літературу для виконання курсової роботи. Далі необхідно ознайомитися з методикою розрахунків, виписати необхідні формули й порівняти їх із вихідними даними. Якщо відомостей у завданні недостатньо або виникли сумніви щодо доцільності використання запропонованої методики розрахунку, необхідно звернутися за консультацією до керівника. Студентові треба пам'ятати про те, що регулярна перевірка керівником виконаної ним роботи вчасно дозволить виявити допущені помилки, неточності у розрахунку та ін. Під час виконання курсової роботи студентові треба також мати на увазі, що керівник



під час консультацій не повинен давати студентові готових розв'язків, а шляхом порад, навідних запитань і додаткової літератури допомогти йому знайти правильний шлях до вирішення питання.

## **5.2 Термін виконання і порядок захисту курсової роботи**

Після виправлення зауважень, що з'явилися у процесі виконання курсової роботи, оформлену роботу студент підписує і здає на перевірку в термін, зазначений викладачем, але не пізніше ніж за два тижні до початку сесії. При відповідності роботи встановленим вимогам і за відсутності істотних зауважень керівник допускає студента до захисту курсової роботи.

Під час підготовки до захисту необхідно звернути увагу на коло питань із дисципліни, зазначених у додатку В. Під час захисту студент повинен упродовж 5–10 хвилин стисло обґрунтувати прийняті в роботі рішення й відповісти на запитання викладача.

## **6 РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ**

### **6.1 Загальні методичні вказівки**

Виконання курсової роботи треба починати з вивчення літератури [1–3]. Виконання цього етапу допоможе студентові глибше зрозуміти проблеми завадостійкої передачі та стиску інформації, докладніше вивчити теоретичний матеріал з поданих питань і закріпити знання, набуті під час лекційних занять.

При визначенні ймовірностей  $P(a_i)$  появи символів первинного алфавіту, при побудові матриці кодових відстаней і каналної матриці  $P(b_j/a_i)$ , при визначенні

ймовірності невиявлення помилок і оцінці інформаційних втрат для скорочення часу на обчислення доцільне застосування ЕОМ. Однак потрібно мати на увазі, що застосування засобів обчислювальної техніки при вирішенні ряду завдань не звільняє студента від необхідності опису методики й прикладів обчислень.

Оформляти курсову роботу необхідно поступово упродовж усього семестру, під час виконання окремих завдань.

Під час виконання курсової роботи рекомендовано використовувати такі джерела:

1. Кузьмин И. В. Основы теории информации и кодирования / И. В. Кузьмин, В. А. Кедрус. – К. : Вища шк., 1986. – 238 с.

2. Цымбал В. П. Теория информации и кодирования : учебник / В. П. Цымбал. – К. : Вища шк., 1992. – 263 с.

3. Васильев В. И. Системы связи : учеб. пособие для вузов / В. И. Васильев, А. П. Буркин, В. А. Свириденко. – М. : Высш. шк., 1987. – 280 с.

4. Жураковський Ю. П. Теорія інформації та кодування: підручник / Ю. П. Жураковський, В. П. Полторац. – К. : Вища шк., 2001. – 255 с.

5. Темников Ф. Е. Теоретические основы информационной техники / Ф. Е. Темников, В. А. Афонин, В. И. Дмитриев. – М. : Энергия, 1979. – 512 с.

6. Березюк Н. Т. Кодирование информации (двоичные коды) / Н. Т. Березюк, А. Г. Андрущенко, С. С. Мошицкий и др. – Харьков : Высш. шк., 1978. – 252 с.

7. Борисенко А. А. Оценка помехоустойчивости неразделимых кодов / А. А. Борисенко, Е. Л. Онанченко // Вестник СумГУ. – 1994. – № 2. – С. 64 – 68.

8. Советов Б. Я. Теория информации / Б. Я. Советов. – Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1977. – 184 с.

9. Советов Б. Я. Построение адаптивных систем передачи информации для автоматизированного управления / Б. Я. Советов, В. М. Стах. – Л. : Энергоиздат, 1982. – 120 с.

10. Кузьмин И. В. Кодирование и декодирование в информационных системах / И. В. Кузьмин, В. И. Ключко, В. А. Литвин; под ред. И. В. Кузьмина. – К. : Вища шк., 1985. – 190 с.

## **6.2 Методичні вказівки до виконання розрахункової частини курсової роботи**

Опис джерела інформації здійснюється після фільтрації вихідного тексту шляхом вилучення з нього всіх символів, які не належать множині символів  $a_i$  первинного алфавіту.

Потужність множини  $A$  дорівнює кількості символів  $a_i$  первинного алфавіту. Наприклад, для варіанта 40:  $|A| = 13$ .

Ймовірності  $P(a_i)$  появи символів первинного алфавіту визначаються за формулою [3]:

$$P(a_i) = N(a_i) / N, \quad (6.1)$$

де  $N(a_i)$  – кількість появ символа  $a_i$  у профільтованому тексті;

$N$  – кількість усіх символів у профільтованому тексті.

При описі джерела інформації повинні бути визначені ймовірності  $P(a_i)$  для всіх символів первинного алфавіту. Сума всіх ймовірностей  $P(a_i)$  повинна

дорівнювати одиниці, тобто

$$\sum_{i=1}^{|A|} P(a_i) = 1. \quad (6.2)$$

Результат подається у вигляді таблиці. Наприклад:

Таблиця 6.1 – Ймовірності  $P(a_i)$  появи символів  $a_i$  первинного алфавіту

$a_i$	А	Б	В	Г	Д	Е
$P(a_i)$	0.4	0.05	0.002	0.1	0.25	0.198

Теоретичний коефіцієнт стиску визначається за формулою [3]:

$$\mu_{\text{теор}} = H(A) / H_{\text{max}}, \quad (6.3)$$

де

$$H(A) = - \sum_{i=1}^{|A|} P(a_i) \log_2 P(a_i) \quad [\text{біт} / \text{символ}], \quad (6.4)$$

$$H_{\text{max}} = \log_2 |A| \quad [\text{біт} / \text{символ}]. \quad (6.5)$$

При синтезі кодового відображення відповідно до заданого типу нерівномірного коду наводиться опис алгоритму й процедури формування кодових комбінацій [3–5], і записується отримане кодове відображення. Наприклад:  $f = \{(A;00);(B;01);(V;100); \dots; (E;111111)\}$ .

Фактичний коефіцієнт стиску визначається за формулою

$$\mu_{\text{факт}} = L_{\text{ср.}} / \lceil H_{\text{max}} \rceil, \quad (6.6)$$

де  $L_{\text{ср.}}$  – середня довжина кодової комбінації, а дужки  $\lceil \rceil$  означають округлення виразу до більшого найближчого цілого числа.

$$L_{\text{cp}} = \sum_{i=1}^{|A|} P(a_i) L(a_i), \quad (6.7)$$

де  $L(a_i)$  – довжина кодової комбінації, що відповідає повідомленню  $a_i$ .

Наприкінці виконання розрахунку наводиться стислий інформаційний масив для перших 20 символів профільтованого тексту та формулюються висновки.

При синтезі кодового відображення відповідно до заданого типу завадостійкого коду наводиться опис алгоритму й процедури формування кодових комбінацій [3–5]. Якщо потужність множини символів первинного алфавіту  $|A|$  менша від потужності множини сформованих кодових комбінацій, то з отриманої множини необхідно вибрати  $|A|$  кодових комбінацій, які характеризуються більшою завадостійкістю. Для цього будується матриця кодових відстаней. Більш завадостійкими є кодові комбінації, що характеризуються більшими значеннями кодових відстаней. На підставі аналізу цієї матриці вибираються кодові комбінації в кількості  $|A|$ , які доцільно використовувати для завадостійкого кодування інформації, та записується кодове відображення. Наприклад:

$$f = \{(A;00010);(B;00011);(B;00100); \dots; (E;11000)\}.$$

Для визначення ймовірності  $P_{\text{н.п}}(f, A)$  невиявлення помилок і оцінювання інформаційних втрат  $H(B/A)$  при передачі інформації в каналі зв'язку створюється канална матриця  $P(b_j/a_i)$  [3] для системи передачі інформації з вирішальним зворотним зв'язком, де значення в кожній комірці (крім комірок, що належать головній діагоналі) буде визначено відповідно до формули

$$P(b_j/a_i) = p_{\vartheta}^{d_{ij}} (1-p_{\vartheta})^{n-d_{ij}}, i \neq j, \quad (6.8)$$

де  $n$  – довжина кодової комбінації;

$d_{ij}$  – кодова відстань, що відповідає кодовим комбінаціям  $a_i$  і  $b_j$ .

Значення в комірках головної діагоналі визначаються за формулою

$$P(b_j/a_i) = 1 - \sum_{j=1, j \neq i}^{|A|} P(b_j/a_i). \quad (6.9)$$

Ймовірність  $P_{н.п}(f, A)$  невиявлення помилок для синтезованого кодового відображення визначається за виразом [6]:

$$P_{н.п}(f, A) = \sum_{i=1}^{|A|} P(a_i) P_{н.п}(a_i), \quad (6.10)$$

де

$$P_{н.п}(a_i) = \sum_{j=1, j \neq i}^{|A|} P(b_j/a_i). \quad (6.11)$$

Для зменшення ймовірності невиявлення помилок  $P_{н.п}(f, A)$  здійснюється мінімізація синтезованого кодового відображення методом подвійного впорядкування [3]. Для цього символу джерела повідомлення, що має найбільшу ймовірність  $P(a_i)$  появи, привласнюється кодова комбінація, що має найменшу ймовірність  $P_{н.п}(a_i)$  невиявлення помилок, а символу, що має найменшу ймовірність появи, привласнюється кодова комбінація, що має найбільшу ймовірність  $P_{н.п}(a_i)$ .

Алгоритм мінімізації кодового відображення за ймовірністю невиявлення помилок полягає у такому:

- визначаються ймовірності  $P_{н.п}(a_i)$  невиявлення помилок для кожної кодової комбінації;

- упорядковуються кодові комбінації за зменшенням ймовірностей  $P_{n,n}(a_i)$ ;

- упорядковуються символи первинного алфавіту за зростанням ймовірностей  $P(a_i)$  їх появи;

- упорядкованій послідовності кодових комбінацій ставиться у відповідність упорядкована послідовність символів первинного алфавіту, й записується мінімізоване кодове відображення  $f_{\min}$ .

Для мінімізованого кодового відображення визначається ймовірність  $P_{n,n}(f_{\min}, A)$  невиявлення помилок.

Для оцінювання інформаційних втрат  $H(B/A)$  при передачі інформації в каналі зв'язку за допомогою матриці  $P(b_j/a_i)$  обчислюються частинні умовні ентропії  $H(B/a_i)$  за формулою

$$H(B/a_i) = - \sum_{j=1}^{|A|} P(b_j/a_i) \log_2 P(b_j/a_i). \quad (6.12)$$

Загальна умовна ентропія визначається згідно з виразом

$$H(B/A) = \sum_{i=1}^{|A|} P(a_i) H(B/a_i). \quad (6.13)$$

Наприкінці розрахунку формулюються висновки.

## **7 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ**

7.1 Розрахунково-пояснювальна записка повинна бути надрукована на одному боці аркуша білого паперу формату А4 з полями: верхнє, ліве й нижнє – не менше 20 мм, праве – не менше 10 мм.

Допускається використання аркушів формату А3, коли це необхідно. Текст друкують із розрахунку не більше ніж 40 рядків на одній сторінці з висотою букв і цифр не менше 1,8 мм, кожний рядок – не більше 60 знаків з урахуванням пропусків між словами.

7.2 Курсова робота компонується в такому порядку:

- титульний аркуш;
- завдання;
- реферат;
- зміст;
- перелік скорочень;
- основна (розрахункова) частина;
- список літератури;
- додатки.

7.3 Сторінки курсової роботи необхідно нумерувати арабськими цифрами, дотримуючись наскрізної нумерації усього тексту роботи. Номер сторінки проставляють у правому верхньому куті сторінки без крапки наприкінці.

Титульний аркуш, а також ілюстрації і таблиці, що розміщені на окремих сторінках, ураховуються в загальній нумерації сторінок роботи. Номер сторінки на титульному аркуші не проставляють.

7.4 Суть роботи викладають, поділяючи матеріал на розділи. Розділи можуть містити підрозділи й пункти. Пункти, якщо це необхідно, поділяють на підпункти. Кожний пункт і підпункт повинен містити закінчену інформацію.

7.5 Розділи, підрозділи, пункти, підпункти необхідно нумерувати арабськими цифрами.

Розділи роботи повинні мати порядкову нумерацію в межах викладання суті роботи й позначатися арабськими цифрами без крапки, наприклад, 1, 2, 3 і т. п.



Підрозділи повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номера розділу й порядкового номера підрозділу, відділеного крапкою. Після номера підрозділу крапку не ставлять, наприклад, 1.1, 1.2, 1.3 і т. п.

Пункти повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу або підрозділу. Номер пункту складається з номера розділу й порядкового номера пункту або з номера розділу, порядкового номера підрозділу та порядкового номера пункту, розділених крапкою.

Після номера пункту крапку не ставлять, наприклад, 1.1, 1.2 або 1.1.1, 1.1.2 і т. п.

Якщо текст ділять лише на пункти, їх необхідно нумерувати, за винятком додатків, порядковими номерами.

Структурні елементи «ЗМІСТ», «ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ», «ВСТУП», «СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ», «ВИСНОВКИ» не нумерують, а їх назви є заголовками структурних елементів.

7.6 Ілюстрації (креслення, рисунки, графіки, схеми, діаграми, фотознімки) треба розміщувати в роботі безпосередньо після тексту, у якому вони згадуються вперше, або на наступній сторінці. На всі ілюстрації повинні бути посилання.

Ілюстрації повинні мати назву, розміщену під ілюстрацією. За необхідності під ілюстрацією розміщують пояснювальні дані (підрисунковий текст).

Ілюстрація позначається словом «Рисунок», що разом із назвою ілюстрації розміщують після пояснювальних даних, наприклад, «Рисунок 3.1 – Схема розміщення».

Ілюстрації необхідно нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу, за винятком ілюстрацій, що наведені у додатках.

Номер ілюстрації складається з номера розділу й порядкового номера ілюстрації, розділених крапкою, наприклад: «Рисунок 3.2 – Другий рисунок третього розділу».

Якщо ілюстрація не вміщається на одну сторінку, можна перенести її на інші сторінки й під нею зазначити «Рисунок 3.1, аркуш 2».

7.7 Список джерел, на які посилаються в розрахунковій частині роботи, повинен бути наведений наприкінці тексту курсової роботи, починаючи з нової сторінки. У відповідних місцях тексту повинні бути посилання.

Бібліографічні описи в переліку посилань наводять у порядку, в якому вони вперше згадуються в тексті. Порядкові номери описів у переліку є посиланнями в тексті (номерні посилання).

7.8 Помилки, описки й графічні неточності допускається виправляти підчищенням або зафарбовуванням білою фарбою й нанесенням на тому самому місці або між рядками виправлене.

7.9 Розділи й підрозділи повинні мати заголовки. Пункти й підпункти можуть мати заголовки.

Заголовки структурних елементів роботи й заголовки розділів потрібно розміщувати всередині рядка й друкувати великими літерами без крапки наприкінці, не підкреслюючи.

Заголовки підрозділів, пунктів і підпунктів роботи треба починати з абзацного відступу й друкувати малими літерами, крім першої великої, не підкреслюючи, без крапки наприкінці.

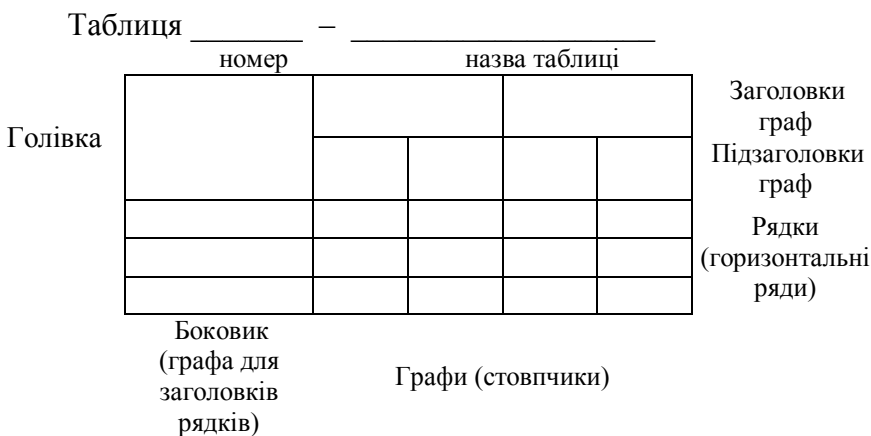
Абзацний відступ повинен бути однаковим по всьому тексту роботи й дорівнювати п'яти знакам.

Якщо заголовок складається з двох або більше речень, їх розділяють крапкою. Переноси слів у заголовку тексту не допускаються.

Відстань між заголовком і наступним або попереднім текстом повинна бути не меншою одного рядка.

Не допускається розміщувати назву розділу, підрозділу, а також пункту й підпункту в нижній частині сторінки, якщо після нього розміщений лише один рядок тексту.

7.10 Цифровий матеріал, як правило, оформляють у вигляді таблиць відповідно до рисунка 7.1. Таблицю треба розміщувати безпосередньо після тексту, в якому вона згадується вперше, або на наступній сторінці.



*Рисунок 7.1 – Приклад оформлення таблиці*

На всі таблиці повинні бути посилання в тексті роботи.

Таблиці необхідно нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу, за винятком таблиць, що наведені у додатках.

Номер таблиці складається з номера розділу й порядкового номера таблиці, розділених крапкою, наприклад: Таблиця 2.1 – перша таблиця другого розділу.

Таблиця може мати назву, яку друкують малими літерами (крім першої великої) і розміщують над таблицею. Назва повинна бути короткою і відобразити зміст таблиці.

Заголовки граф таблиці друкують, починаючи з великих букв, а підзаголовки – з малих, якщо вони становлять одне речення із заголовком.

Підзаголовки, що мають самостійне значення, починають писати з великої букви. Наприкінці заголовків і підзаголовків таблиць крапки не ставлять. Заголовки й підзаголовки граф зазначають в однині.

Якщо рядки або графи таблиці виходять за формат сторінки, таблицю ділять на частини, розміщують одну частину під одною або поруч, або переносять частину таблиці на наступну сторінку. При цьому в кожній частині таблиці повторюють її голівку й боковик.

7.11 Перелік за необхідності може бути наведений усередині пунктів або підпунктів. Перед переліком ставлять двокрапку. Перед кожною позицією переліку треба ставити малу літеру українського алфавіту з дужкою або, не нумеруючи, – тире (перший рівень деталізації).

Для подальшої деталізації переліку необхідно використати арабські цифри з дужкою (другий рівень деталізації). Приклад:

- а) форма й розмір клітин;
- б) живий вміст клітин:
  - 1) частини клітин;
  - 2) неживі включення протопластів;
- в) утворення тканини.

Перелік першого рівня деталізації друкують малими літерами з абзацного відступу, другого рівня – з відступом щодо місця розміщення переліку першого рівня.

7.12 Формули й рівняння розміщують безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються.

Вище й нижче від кожної формули або рівняння повинно бути залишено не більше одного вільного рядка.

Формули й рівняння в роботі (за винятком формул і рівнянь, наведених у додатку) необхідно нумерувати порядковою нумерацією в межах розділу.

Номер формули або рівняння складається з номера розділу й порядкового номера формули або рівняння, розділених крапкою, наприклад, формула (1.3) – третя формула першого розділу.

Номер формули або рівняння записують на рівні формули або рівняння в дужках у крайньому правому положенні на рядку.

Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів, що входять до формули або рівняння, треба наводити безпосередньо під формулою в тій послідовності, в якій вони подані у формулі або рівнянні.

Пояснення значень кожного символу та числового коефіцієнта необхідно наводити з нового рядка. Перший рядок пояснення починають з абзацу словом «де» без двокрапки.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кузьмин И. В. Основы теории информации и кодирования / И. В. Кузьмин, В. А. Кедрус. – К. : Вища шк., 1986. – 238 с.
2. Васильев В. И. Системы связи : учеб. пособие для вузов / В. И. Васильев, А. П. Буркин, В. А. Свириденко. – М. : Высш. шк., 1987. – 280 с.
3. Цымбал В. П. Теория информации и кодирования : учебник / В. П. Цымбал. – К. : Вища шк., 1992. – 263 с.
4. Кодирование информации (двоичные коды) / Н. Т. Березюк, А. Г. Андрущенко, С. С. Мошицкий и др. – Харьков : Высш. шк., 1978. – 252 с.
5. Борисенко А. А. Оценка помехоустойчивости неразделимых кодов / А. А. Борисенко, Е. Л. Онанченко // Вестник СумГУ. – 994.– №2. – С. 64 – 68.

**Додаток А**  
(обов'язковий)

Таблиця А.1 – Вихідні дані для виконання курсової роботи

Ном. варіанта	Символи $a_i$ первинного алфавіту	Нерівномірний код	Завадостійкий код	Ймовірність $p_e$ перекручення двійкового розряду
1	2	3	4	5
1	_ , . А Г Л Ж Е В М Ц Р	Шеннона-Фано	Бергера	$3 \cdot 10^{-2}$
2	_ , . К Е Б Р Ї В Щ П О Д И	Хаффмена	Біноміальний, $k = 2$	$2 \cdot 10^{-1}$
3	_ , . Б Д И З Ш Ь Р Н У Е	Шеннона-Фано	Біноміальний, $k = 2$	$5 \cdot 10^{-2}$
4	_ , . К В А О Я Р Ш Г Ж М	Хаффмена	Біноміальний, $k = 3$	$10^{-2}$
5	_ , . Щ У В Д Л О А Э Ч	Шеннона-Фано	Бергера	$10^{-1}$
6	_ , . Г Е Ж М О П С Ф Я У	Хаффмена	Бергера	$9 \cdot 10^{-3}$
7	_ , . Б З И Н Т Х Ч А У В Е	Шеннона-Фано	Біноміальний, $k = 2$	$4 \cdot 10^{-2}$
8	_ , . Ц Ш Е Ъ А О И Э Б	Хаффмена	Біноміальний, $k = 3$	$10^{-2}$

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5
9	_, . А В Д Ж С Ф Я У Н Т	Шеннона-Фано	Біноміальний, $k = 3$	$8 \cdot 10^{-2}$
10	_, . Б О П Ф С Я У Г Н М	Хаффмена	Біноміальний, $k = 2$	$10^{-2}$
11	_, . Р Ш Г Ж К В А У Н	Шеннона-Фано	Бергера	$6 \cdot 10^{-2}$
12	_, . Щ У В Д Ш Г Ж Н Х Э	Хаффмена	Бергера	$2 \cdot 10^{-2}$
13	_, . Ж Е У М З Ш Ъ Р А	Шеннона-Фано	Біноміальний, $k = 2$	$7 \cdot 10^{-2}$
14	_, . Б И Д Ш О Я Ъ Г Ж А	Хаффмена	Бергера	$4 \cdot 10^{-2}$
15	_, . Г Е Ж П С У В Б Д О Н	Шеннона-Фано	Бергера	$5 \cdot 10^{-2}$
16	_, . Ц Ж М У А Я Ш В Г Ъ	Хаффмена	Бергера	$6 \cdot 10^{-3}$
17	_, . В Б Щ У Ъ Р Х А О Ж	Шеннона-Фано	Біноміальний, $k = 3$	$7 \cdot 10^{-3}$
18	_, . К В А О Я Р Х Ч У Б Е	Хаффмена	Біноміальний, $k = 2$	$8 \cdot 10^{-4}$
19	_, . З Щ Ъ Р А Я М Л Ж	Шеннона-Фано	Бергера	$9 \cdot 10^{-4}$
20	_, . Б И Д О В А Х Ъ Н Л С	Хаффмена	Біноміальний, $k = 3$	$4 \cdot 10^{-2}$
21	_, . У М З Н А С Х Ъ О В Г	Шеннона-Фано	Біноміальний, $k = 2$	$10^{-2}$
22	_, . Б З И К У Р Л Е Н Ц Ж	Хаффмена	Біноміальний, $k = 2$	$2 \cdot 10^{-2}$
23	_, . Б Э И Я Ю К О И Р	Шеннона-Фано	Бергера	$3 \cdot 10^{-4}$



Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5
24	_,. А Б Е Р В Б Н Ч Ъ У С	Хаффмена	Бергера	$4 \cdot 10^{-3}$
25	_,. К Н Е Р Ы В П С Д	Шеннона-Фано	Біноміальний, $k = 3$	$4 \cdot 10^{-3}$
26	_,. В У Д Л С Н А О Ъ Г	Хаффмена	Біноміальний, $k = 3$	$4 \cdot 10^{-2}$
27	_,. Г Е Ж М Ъ А У Х Я	Шеннона-Фано	Бергера	$10^{-4}$
28	_,. Б З И Н Т У А Ж Р П	Хаффмена	Біноміальний, $k = 2$	$2 \cdot 10^{-3}$
29	_,. Ц Ш Э Е У П С А О	Шеннона-Фано	Бергера	$2 \cdot 10^{-4}$
30	_,. А Д К Л С Н У Х Ю	Хаффмена	Бергера	$5 \cdot 10^{-2}$
31	_,. Б В Д И М П Ч Ъ У З	Шеннона-Фано	Біноміальний, $k = 3$	$10^{-3}$
32	_,. Г Е Ж И М П Р Ф У	Хаффмена	Біноміальний, $k = 3$	$10^{-2}$
33	_,. В Д Я Ъ Л О Е К Х А Р	Шеннона-Фано	Біноміальний, $k = 2$	$6 \cdot 10^{-4}$
34	_,. Б Ж Е К Ф Ю Р Г Д Ц	Хаффмена	Біноміальний, $k = 2$	$7 \cdot 10^{-4}$
35	_,. М Л О А Р П Б Я Ъ	Шеннона-Фано	Бергера	$4 \cdot 10^{-3}$
36	_,. Е И З К Я Ж В Ъ А	Хаффмена	Бергера	$10^{-3}$
37	_,. Б Г Д Л Н О С Т Ц Я	Шеннона-Фано	Біноміальний, $k = 3$	$10^{-2}$
38	_,. В Е И К Р У Х Ш Э Я Л	Хаффмена	Біноміальний, $k = 2$	$3 \cdot 10^{-3}$
39	_,. Д З Л М С Т Ф Ч Щ	Шеннона-Фано	Біноміальний, $k = 2$	$2 \cdot 10^{-2}$
40	_,. Б Д И К М Н О У Х Ъ	Хаффмена	Бергера	$5 \cdot 10^{-3}$

**Додаток Б**  
(обов'язковий)

Титульний аркуш  
(зразок)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

**КУРСОВА РОБОТА**

«Розроблення алгоритмів роботи і оцінювання інформаційних  
характеристик каналу передачі інформації»  
з дисципліни  
«Теорія інформації і обробка сигналів»

Виконав студент гр.

Прізвище І.П/б студента

Перевірив

Прізвище І.П/б викладача

Суми  
20 р.

**Додаток В**  
(обов'язковий)

Бланк завдання на курсову роботу  
(зразок)

**СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
Факультет заочний. Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки.  
Спеціальність **6.050802 “Електронні системи”**

ЗАТВЕРДЖУЮ  
зав. кафедри Опанасюк А. С.  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**  
на курсову роботу студентіві

\_\_\_\_\_ (прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи: \_\_\_\_\_

2 Термін здачі студентом закінченого проекту - \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . 20\_\_ р.

3 Вихідні дані до проекту: \_\_\_\_\_

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (питання, які необхідно розробити):

4.1 Інформаційний розрахунок блоку стиснення.

4.2 Інформаційний розрахунок завадостійкого кодера.

5 Дата видачі завдання \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . 20\_\_ р.

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище, ім'я, по батькові)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_  
(підпис студента)

## Продовження додатка В

(зворотний бік бланка завдання)

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів проектування	Термін виконання	Примітка
1	Опис джерела інформації		
2	Синтез кодового відображення при стисненні інформації		
3	Синтез кодового відображення при завадостійкому кодуванні		
4	Мінімізація кодового відображення. Визначення ймовірності невиявлення помилок		
5	Оцінювання інформаційних втрат		
6	Оформлення курсової роботи		
7	Здача курсової роботи викладачу для перевірки та її захист		

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Додаток Г**  
(обов'язковий)

**КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ**

- 1 Проблеми передачі, зберігання й обробки інформації.
- 2 Інформація. Способи передачі інформації.
- 3 Інформаційні системи й мережі.
- 4 Структурні схеми систем передачі інформації. Елементи систем передачі інформації. Їх призначення та принцип дії.
- 5 Джерело інформації. Обіг інформації та його етапи. Математичні моделі та інформаційні характеристики сигналів.
- 6 Форми представлення сигналів (безперервна функція безперервного аргументу, безперервна функція дискретного аргументу, дискретна функція безперервного аргументу, дискретна функція дискретного аргументу). Способи перетворення безперервних сигналів у дискретні.
- 7 Частотне представлення сигналів. Спектр амплітуд. Практична ширина спектра.
- 8 Теорема Котельникова.
- 9 Поняття про первинний та вторинний алфавіти. Код і кодування (процедура кодування).
- 10 Види якісних ознак (полярний, амплітудний, часовий, частотний, фазовий). Процедури модуляції та демодуляції.
- 11 Кількісне оцінювання інформації. Одиниці кількості інформації.
- 12 Кількісна міра інформації. Міра Хартлі. Міра Шеннона.
- 13 Ентропія та її основні властивості.
- 14 Безумовна ентропія.
- 15 Умовна ентропія.
- 16 Ентропія об'єднання.
- 17 Інформаційні характеристики джерела повідомлення та каналу зв'язку. Узгодження властивостей джерела інформації та каналу зв'язку.
- 18 Кодування інформації в дискретних каналах без завад.

- 19 Надмірність інформації. Стискання інформації.
- 20 Основна теорема Шеннона при передачі інформації дискретним каналом без завад.
- 21 Оптимальні нерівномірні коди.
- 22 Код Шеннона-Фано.
- 23 Код Хаффмена.
- 24 Кодування в дискретних каналах із завадами.
- 25 Завадостійке кодування.
- 26 Основна теорема Шеннона при передачі інформації дискретним каналом із завадами.
- 27 Основні характеристики кодових відображень. Спектр кодових відстаней.
- 28 Ймовірність невиявлення та виявлення помилок.
- 29 Коди з постійною вагою. Коди з інформаційною та перевірною частиною. Нероздільні коди.
- 30 Код Бергера.
- 31 Код із контролем на парність.
- 32 Біноміальний код.

Навчальне видання

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання курсової роботи

«Розроблення алгоритмів роботи і оцінювання інформаційних характеристик каналу передачі інформації»  
з дисципліни «Теорія інформації і обробка сигналів»  
для студентів спеціальності 6.05080202 «Електронні системи»  
заочної форми навчання

Відповідальний за випуск А. С. Опанасюк

Редактор Н. В. Лисогуб

Комп'ютерне верстання О. В. Бережної

Підп. до друку 04.08.2015, поз.

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк.    Обл.-вид.арк    Тираж 20 пр. Зам. №  
Собівартість видання    грн    к.

Видавець і виготовлювач

Сумський державний університет,  
вул. Р.- Корсакова, 2, м. Суми, 40007

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.