**Практичні заняття з теорії інформації та кодування**

[Практичне заняття 1. Ансамблі та джерела повідомлень 3](#_Toc147602940)

[Практичне заняття 2. Кількісна міра інформації 5](#_Toc147602941)

[Практичне заняття 3. Безумовна ентропія 7](#_Toc147602942)

[Практичне заняття 4. Умовна ентропія 9](#_Toc147602943)

[Практичне заняття 5. Продуктивність дискретного джерела 12](#_Toc147602944)

[Практичне заняття 6. Пропускна здатність каналу 14](#_Toc147602945)

[Практичне заняття 7. Інформаційні втрати при передачі інформації по каналу зв’язку 18](#_Toc147602946)

[Практичне заняття 8. Теорема Шеннона про кодування дискретного джерела 23](#_Toc147602947)

[Список використаної літератури 28](#_Toc147602948)

# Практичне заняття 1. Ансамблі та джерела повідомлень

***Мета:*** Отримати загальні відомості про склад дисципліни «Теорія інформації та кодування», математичні моделі каналів зв’язку.

***Питання 1***

**Повідомлення** - це сукупність даних або інформації, яка передається від одного об'єкта до іншого з метою передачі знань, інструкцій, або інших даних. Повідомлення можуть бути представлені в різних формах: текст, зображення, звук, відео тощо. Вони можуть бути закодовані та передані через різноманітні канали зв'язку, наприклад, радіохвилі, оптоволокно, інтернет тощо.

***Питання 2*Дані** представляють собою сировину або необроблені факти та цифри без конкретного значення. Повідомлення - це структуровані дані, які передаються або зберігаються. Інформація виникає, коли дані або повідомлення інтерпретуються та аналізуються в конкретному контексті, надаючи їм значення та корисність.

***Питання 3***

**Неперервні повідомлення** виникають з неперервних джерел і можуть приймати будь-яке значення з нескінченної множини, наприклад, аналоговий аудіосигнал. Дискретні повідомлення формуються з дискретних джерел і можуть приймати значення лише з обмеженої, зазвичай скінченної, множини, наприклад, текстові повідомлення.

***Питання 4***

**Операції перетворення сигналу** на повідомлення включають кілька етапів: кодування, модуляція, передача, демодуляція та декодування. Ці етапи допомагають адаптувати сигнал до характеристик каналу та відновити оригінальне повідомлення.

***Питання 5***

Дисципліна «Теорія інформації та кодування» вивчає основні принципи обробки, передачі, зберігання та захисту інформації, методи кодування та декодування, теорію інформації, теорію кодування та їх практичні застосування в комунікаційних системах.

***Питання 6***Математичні моделі каналів зв’язку розроблені для моделювання характеристик та обмежень фізичних каналів. Вони включають моделі з адитивним білим гауссівським шумом, канали з вибірковим стиранням та канали з постійним затриманням.

***Питання 7*Джерело повідомлень** - це елемент комунікаційної системи, який генерує повідомлення для передачі через канал. Джерело може бути фізичним об'єктом, таким як мікрофон, або абстрактним, наприклад, програмою або користувачем.

***Питання 8***

**Ансамбль повідомлень** - це сукупність усіх можливих повідомлень, які може генерувати джерело, із вказанням імовірностей кожного повідомлення. Це базове поняття в теорії інформації для аналізу властивостей джерел інформації та способів їх кодування.

***Питання 9***Пара множин А = {a1, a2, a3}, P = {1/2; 1/3; 1/5} не визначає ансамбль повідомлень, оскільки сума ймовірностей в множині P . Для визначення ансамблю повідомлень, сума ймовірностей усіх елементів має бути рівна 1.

# Практичне заняття 2. Кількісна міра інформації

**Мета**: Отримати загальні відомості про методи вимірювання інформації, тим, як вона вимірюється у дисципліні «Теорія інформації та кодування», у математичних моделях каналів зв’язку.

***Питання 1***

**Кількість інформації в повідомленні визначається за формулою** Хартлі: , де N - кількість символів в алфавіті, . Ця формула показує, скільки бітів необхідно для кодування одного повідомлення з ансамблю повідомлень.

Для повідомлення із К літер і алфавіту із N літер:

***Питання 2*Ентропія** - це міра невизначеності стану джерела повідомлень. Вона визначається за формулою Шеннона: , де p(xi) - ймовірність появи повідомлення xi. Властивості ентропії:   
1) Невід'ємність: Ентропія завжди невід'ємна;

2) Дорівнює нулю, якщо ймовірність одного зі станів джерела інформації дорівнює 1, і тим самим стан джерела повністю визначено.   
3) Максимальна, якщо повідомлення рівноймовірні та статистично незалежні:   
4) Адитивність: Ентропія об'єднаних статистично незалежних джерел інформації дорівнює сумі їх ентропій: .

***Питання 3*Для визначення кількості інформації в повідомленні** a1 з ймовірністю p1 = 0,3, використовується формула: I(a1) = -log2(p1).  
Визначено, що кількість інформації, яка міститься в повідомленні a1, становить 1,74 біти.

***Питання 4***Якщо ансамбль С містить 16 рівноймовірних повідомлень, кількість інформації, яку містить кожне таке повідомлення, можна знайти за формулою Хартлі: I = log2(16) = 4 біти.

***Питання 5***Джерело А виробляє трилітерне повідомлення a1 з алфавіту {a, b. c, d}, вибираючи їх рівноймовірно та незалежно одне від одного. Визначити кількість інформації, яку містить кожне таке повідомлення.

**Спосіб 1**

Загальна кількість можливих повідомлень в цьому випадку становить , оскільки кожна літера може бути однією з чотирьох літер алфавіту. Таким чином, кількість інформації, яку містить кожне таке повідомлення, можна знайти за формулою: I = log2() =3 log24 = 6 біт.

**Спосіб 2**

Для повідомлення із К літер та алфавіту із N літер

# Практичне заняття 3. Безумовна ентропія

**Мета**: Ознайомитись з поняттями ентропія, безумовна ентропія, з тим, як визначається кількість інформації.

***Питання 1*Кількість інформації в повідомленні визначається за формулою** Хартлі: , де N - кількість символів в алфавіті, . Ця формула показує, скільки бітів необхідно для кодування одного повідомлення з ансамблю повідомлень.

Для повідомлення із К літер і алфавіту із N літер:

***Питання 2*Ентропія** - це міра невизначеності стану джерела повідомлень. Вона визначається за формулою Шеннона: , де p(xi) - ймовірність появи повідомлення xi. Властивості ентропії:   
1) Невід'ємність: Ентропія завжди невід'ємна;

2) Дорівнює нулю, якщо ймовірність одного зі станів джерела інформації дорівнює 1, і тим самим стан джерела повністю визначено.   
3) Максимальна, якщо повідомлення рівноймовірні та статистично незалежні:   
4) Адитивність: Ентропія об'єднаних статистично незалежних джерел інформації дорівнює сумі їх ентропій: .

***Питання 3*Безумовна ентропія** - це ентропія джерела інформації, яка характеризує середню кількість інформації, що міститься в повідомленнях джерела, не враховуючи будь-яку додаткову інформацію або умови.

***Питання 4*Умовна ентропія** - це міра невизначеності одного випадкового величини, умовно відносно значення іншої випадкової величини. Вона вимірює середню кількість інформації, що міститься в одній величині, коли значення іншої величини відоме.

***Питання 5***Джерела А та В мають розподіли

PA = {0,1; 0,1; 0,15; 0,125; 0,125; 0,1; 0,15; 0,15},

PB = {0,5; 0,3; 0,1; 0,025; 0,025; 0,02; 0,15; 0,15}.

Ентропія якого джерела більше?

Визначаємо ентропію кожного джерела за формулою Шеннона

Джерело А

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Σ |
| **P** | 0,1 | 0,1 | 0,15 | 0,125 | 0,125 | 0,1 | 0,15 | 0,15 | 1 |
| **log2 p** | -3,3219 | -3,3219 | -2,7370 | -3,0000 | -3,0000 | -3,3219 | -2,7370 | -2,7370 |  |
| **p\*log** | -0,3322 | -0,3322 | -0,4105 | -0,3750 | -0,3750 | -0,3322 | -0,4105 | -0,4105 | -2,9782 |

Джерело В

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Σ |
| **P** | 0,5 | 0,03 | 0,1 | 0,025 | 0,025 | 0,02 | 0,15 | 0,15 | 1 |
| **log2 p** | -1,0000 | -5,0589 | -3,3219 | -5,3219 | -5,3219 | -5,6439 | -2,7370 | -2,7370 |  |
| **p\*log** | -0,5000 | -0,1518 | -0,3322 | -0,1330 | -0,1330 | -0,1129 | -0,4105 | -0,4105 | -2,1840 |

Виправлено помилку в умові: при 0,3 сума ймовірностей 1,27, що не може бути вірним.

Ентропія джерел

# Практичне заняття 4. Умовна ентропія

**Мета**: Ознайомитись з поняттям умовної ентропії, з тим, яку роль відіграє вона для вимірювання інформації, втрат інформації.

***Питання 1*Умовна ентропія** - це міра невизначеності одного випадкового величини, умовно відносно значення іншої випадкової величини. Вона вимірює середню кількість інформації, що міститься в одній величині, коли значення іншої величини відоме.

***Питання 2***Різновиди умовної ентропії включають часткову умовну ентропію та загальну умовну ентропію.   
**Часткова умовна ентропія** характеризує середню невизначеність одного символу джерела, умовно відносно іншого символу.   
**Загальна умовна ентропія** характеризує середню невизначеність всього джерела, умовно відносно іншого джерела.

***Питання 3***Основні властивості умовної ентропії включають невід'ємність, адитивність та симетрію.   
Умовна ентропія завжди невід'ємна, адитивна відносно незалежних величин та симетрична, тобто H(X|Y) = H(Y|X) для незалежних X та Y.

***Питання 4  
Часткова умовна ентропія*** визначається як середня невизначеність одного символу джерела, умовно відносно іншого символу.

Для двох дискретних немарківських джерел інформації з алфавітами , якщо вони є статистично залежними, поява символу на виході першого джерела дає розподіл умовних ймовірностей , який відрізняється від розподілу Ентропія другого джерела в залежності від символу на виході першого джерела задається наступним виразом

***Питання 5*Загальна умовна ентропія** визначається як середня невизначеність всього джерела, умовно відносно іншого джерела.

Якщо усереднити по всіх , то отримаємо загальну умовну ентропію

де – ймовірність сумісної появи символів на виходах другого та першого джерела.

***Питання 6*Ентропія об’єднання двох джерел** визначається як H(A, B) = H(A) + H(B|A) = H(B) + H(A|B), де H(A) та H(B) - ентропії джерел A та B відповідно, H(B|A) - умовна ентропія B при умові A, та H(A|B) - умовна ентропія A при умові B.

***Завдання 7***Ентропія монітора персонального комп'ютера при виведенні тексту в 28 рядків по 60 рівноймовірних символів у кожному, використовуючи стандартний міжнародний код (128 символів) з двома градаціями яскравості, може бути знайдена за формулою:

***Завдання 8***Ансамбль повідомлень джерела А визначено, як А = {0; 1} та

PA = {0,75;0,25}. Статистична залежність повідомлень характеризується умовними ймовірностями р(0/1) = 0,12 і р(1/0) = 0,08.

Визначити часткову та загальну умовну ентропію цього джерела.

Матриця умовних ймовірностей

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |
|  | 0,63 | 0,12 | 0,08 | 0,17 | 1 |
|  | -0,6666 | -3,0589 | -3,6439 | -2,5564 |  |
|  | -0,4199 | -0,3671 | -0,2915 | -0,4346 |  |

Загальна умовна ентропія

# Практичне заняття 5. Продуктивність дискретного джерела

**Мета**: Ознайомити з поняттям продуктивності дискретного джерела, з тим, яку роль відіграє вона для вимірювання інформації, втрат інформації.

***Питання 1***Основні властивості ентропії об’єднання двох джерел включають:  
 1) Адитивність: H(A, B) = H(A) + H(B|A) = H(B) + H(A|B).  
 2) Невід'ємність: Ентропія об’єднання завжди невід'ємна.  
 3) Симетрія: H(A, B) = H(B, A).  
 4) Максимальна для незалежних джерел: Якщо джерела A та B незалежні, то H(A, B) = H(A) + H(B).

***Питання 2***Кількість інформації на одне повідомлення двох статистично взаємозв’язаних джерел визначається як середня кількість інформації, що міститься в повідомленнях обох джерел. Математично це виражено як H(A, B), де H(A, B) - ентропія об’єднання джерел A та B.

***Питання 3***Ентропія двох джерел стає максимальною, коли повідомлення з цих джерел є статистично незалежними. У цьому випадку максимальна ентропія об’єднання рівна сумі ентропій кожного джерела, тобто

H(A, B) = H(A) + H(B).

***Питання 4***Продуктивність дискретного джерела визначається як середня кількість інформації, яку джерело виробляє за одиницю часу. Математично це виражено як R = H(A)/T, де H(A) - ентропія джерела, а T - середній інтервал часу між послідовними повідомленнями.

***Питання 5***Для визначення продуктивності дискретного джерела з різною тривалістю вибору повідомлень, необхідно врахувати середню тривалість вибору кожного повідомлення. Продуктивність можна визначити як R = H(A)/Tavg, де H(A) - ентропія джерела, а Tavg - середня тривалість вибору повідомлення.

***Питання 6***При передачі банківської інформації реченнями по 16 рядків на кожні 100 речень цифра 5 зустрічається 90 разів, а цифра 9 - 70 разів. Числа 59 і 95 зустрічаються 12 разів. Визначити умовну ентропію появи в реченні цифри 9, якщо в ньому є цифра 5, та умовну ентропію цифри 5, якщо в ньому з’явилась цифра 9.

Ймовірність сумісної появи 5 і 9:

Ймовірність появи в реченні цифри 5:

Ймовірність появи в реченні цифри 9:

Умовна ймовірність появи 9, якщо є 5

Умовна ймовірність появи 5, якщо є 9

Умовна ентропія появи 9, якщо є 5

Умовна ентропія появи 5, якщо є 9

# Практичне заняття 6. Пропускна здатність каналу

***Мета:*** Ознайомити з поняттям пропускної здатністі каналу з тим, яку роль відіграє вона для вимірювання інформації, втрат інформації.

***Питання 1***

**Швидкість передачі інформації** по дискретному каналу визначається як кількість біт інформації, яка передається через канал за одиницю часу. Це можна визначити за формулою:

R = B log2(1 + S/N)

де R - швидкість передачі інформації, B - пропускна здатність каналу, S/N - відношення сигнал/шум.

***Питання 2***

**Інформаційні втрати** при передачі інформації по каналу зв’язку дорівнюють різниці між вхідною ентропією джерела інформації та вихідною ентропією, яка досягається при передачі через канал. Це можна визначити як:

Інформаційні втрати = H(X) - H(X|Y)

де H(X) - вхідна ентропія, H(X|Y) - умовна ентропія на виході каналу.

***Питання 3***

**Пропускна здатність каналу передачі** - це максимальна швидкість передачі даних, яку канал може підтримувати. Для дискретних каналів це можна визначити за формулою Шеннона:

C = B log2(1 + S/N)

де C - пропускна здатність, B - пропускна здатність каналу, S/N - відношення сигнал/шум.

***Питання 4***

**Пропускна здатність каналу при відсутності завад** визначається просто як пропускна здатність каналу, оскільки відсутність завад означає, що відношення сигнал/шум є нескінченно великим. Тобто:

C = B log2(1 + ∞) = B log\_2(∞) = ∞

Отже, теоретично, при відсутності завад, пропускна здатність каналу є нескінченною.

***Завдання 5***

Дослідження каналу зв’язку між джерелом А та спостерігачем В виявило такі умовні ймовірності вибору повідомлень bj ∈ B

p(bj /ai) = 

Визначити часткову та загальну умовну ентропію повідомлень в цьому каналі при рівноймовірному виборі їх джерелом А та при PA = {0,65; 0,3; 0.05}.

Часткова ентропія

Загальна умовна ентропія

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0,97 | 0,02 | 0,01 |  |  |
| p = | 0,1 | 0,86 | 0,04 |  |  |
|  | 0,03 | 0,08 | 0,89 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  | -0,0439 | -5,6439 | -6,6439 |  |  |
| log p = | -3,3219 | -0,2176 | -4,6439 |  |  |
|  | -5,0589 | -3,6439 | -0,1681 |  |  |
|  |  |  |  |  | Σ |
|  | -0,0426 | -0,1129 | -0,0664 |  | -0,2219 |
| p\*log = | -0,3322 | -0,1871 | -0,1858 |  | -0,7051 |
|  | -0,1518 | -0,2915 | -0,1496 |  | -0,5929 |

Отже, часткові ентропії

Загальна умовна ентропія при рівномірному виборі джерелом А

Загальна умовна ентропія при

***Завдання 8***

Два статистично незалежних джерела визначаються матрицею сумісних ймовірностей

p(ai ,bj) = 

Визначити часткову та загальну умовну ентропію, ентропію об’єднання, безумовну ентропію цих джерел, а також кількість інформації, що припадає на пару повідомлень ai,bj.

Безумовні ймовірності

Безумовні ентропії

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| p(a) | log | p\*log |
| 0,35 | -1,5146 | -0,5301 |
| 0,55 | -0,8625 | -0,4744 |
| 0,1 | -3,3219 | -0,3322 |
|  |  | -1,3367 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| p(b) | 0,4 | 0,35 | 0,25 |  |
| log | -1,3219 | -1,5146 | -2,0000 |  |
| p\*log | -0,5288 | -0,5301 | -0,5000 | -1,5589 |
|  |  |  |  |  |

Сумісна ентропія (ентропія об’єднання)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0,25 | 0 | 0,1 |  |
| p = | 0,15 | 0,3 | 0,1 |  |
|  | 0 | 0,05 | 0,05 |  |
|  |  |  |  |  |
|  | -2,0000 | 0,0000 | -3,3219 |  |
| log = | -2,7370 | -1,7370 | -3,3219 |  |
|  | 0,0000 | -4,3219 | -4,3219 |  |
|  |  |  |  |  |
|  | -0,5000 | 0,0000 | -0,3322 |  |
| p\*log= | -0,4105 | -0,5211 | -0,3322 |  |
|  | 0,0000 | -0,2161 | -0,2161 |  |
|  |  |  |  | -2,5282 |

Отже, джерела не є статистично незалежними.

Часткові умовні ентропії

Кількість інформації розраховується як:

I(A;B) = H(A) + H(B) - H(A,B)

# Практичне заняття 7. Інформаційні втрати при передачі інформації по каналу зв’язку

**Мета**: Отримати загальні відомості про інформаційні втрати при передачі інформації по каналу зв’язку, про методи боротьби з перешкодами при передачі інформації

***Питання 1***

**Інформаційні втрати при передачі інформації по каналу зв’язку** дорівнюють різниці між вхідною ентропією джерела інформації та вихідною ентропією, яка досягається при передачі через канал. Це можна визначити як:

Інформаційні втрати = H(X)−H(X∣Y) де H(X) - вхідна ентропія,

H(X∣Y) - умовна ентропія на виході каналу.

***Питання 2***

**Інформаційні втрати в каналі з абсолютною статистичною залежністю між входом і виходом** дорівнюють нулю, оскільки вся інформація, що входить в канал, передається на вихід без втрат. В цьому випадку:

Інформаційні втрати = 0

***Питання 3***

**Інформаційні втрати в каналі з статистичною незалежністю входу і виходу** дорівнюють вхідній ентропії, оскільки інформація, що входить в канал, не впливає на вихід, і тому вся інформація втрачається. В цьому випадку:

Інформаційні втрати = H(X)

***Завдання 4***

Ансамбль повідомлень джерела А визначено,

як A = {a1, a2, a3} та PA = {0,65; 0,25; 0,1}.

Матриця умовних ймовірностей каналу має вигляд:

Визначити кількість інформації, що передається в одному та 100 повідомленнях. Чому дорівнюють інформаційні втрати в каналі при передачі 100 повідомлень з алфавіту А.

Безумовна ентропія джерела А

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| p(a) | log | p\*log |
| 0,65 | -0,6215 | -0,4040 |
| 0,25 | -2,0000 | -0,5000 |
| 0,1 | -3,3219 | -0,3322 |
|  |  | -1,2362 |

Часткова ентропія

Загальна умовна ентропія

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0,99 | 0,005 | 0,005 |  |  |  |  |
| p = | 0,13 | 0,75 | 0,12 |  |  |  |  |
|  | 0,15 | 0,35 | 0,5 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | -0,0145 | -7,6439 | -7,6439 |  |  |  |  |
| log = | -2,9434 | -0,4150 | -3,0589 |  |  |  |  |
|  | -2,7370 | -1,5146 | -1,0000 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | H(B/ai) | Pa | H\*Pa |
|  | -0,0144 | -0,0382 | -0,0382 |  | 0,0908 | 0,65 | 0,0590 |
| p\*log = | -0,3826 | -0,3113 | -0,3671 |  | 1,0610 | 0,25 | 0,2652 |
|  | -0,4105 | -0,5301 | -0,5000 |  | 1,4406 | 0,1 | 0,1441 |
|  |  |  |  |  |  |  | 0,4683 |

Сумісна ентропія (ентропія об’єднання)

Безумовна ентропія джерела В

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0,6435 | 0,00325 | 0,00325 |  |
| p(ai,bj) = | 0,0325 | 0,1875 | 0,03 |  |
|  | 0,015 | 0,035 | 0,05 |  |
|  |  |  |  |  |
| p(B) | 0,6910 | 0,2258 | 0,0833 |  |
| log | -0,5332 | -2,1472 | -3,5864 |  |
| p\*log | -0,3685 | -0,4847 | -0,2986 | -1,1518 |

Кількість інформації в одному повідомленні

I(A;B) = H(A) + H(B) - H(A,B)

Кількість інформації в 100 повідомленнях

Інформаційні втрати = H(A) - H(A|B)

де H(A) - вхідна ентропія, H(A|B) - умовна ентропія на виході каналу.

Інформаційні втрати для 100 повідомлень

***Завдання 5***

Визначити інформаційні втрати в каналі передачі з матрицею умовних ймовірностей

p(bj /ai) = 

Оскільки це одинична матриця, канал передачі є ідеальним, і в ньому немає інформаційних втрат. Тобто, інформаційні втрати в каналі дорівнюють 0.

# Практичне заняття 8. Теорема Шеннона про кодування дискретного джерела

**Мета**: Ознайомитись з торемою Шеннона про кодування дискретного джерела та її практичним застосуванням.

***Питання 1***

**Продуктивність дискретного джерела** визначається як середня кількість інформації, яка виробляється джерелом за одиницю часу. Математично це може бути виражено як V=H(X)⋅R, де H(X) - ентропія джерела, а R - швидкість видачі символів джерелом.

***Питання 2*Теорема Шеннона про кодування дискретного джерела** формулюється наступним чином: для будь-якого дискретного джерела з ентропією H, існує код з середньою довжиною слова, яка відрізняється від H менше ніж на довільно задану величину ϵ > 0, за умови, що довжина блоку достатньо велика.

***Питання 3*Зміст теореми Шеннона про кодування дискретного джерела** полягає в тому, що існує можливість стиснення даних дискретного джерела до його ентропії з довільно високою точністю. Тобто, ентропія джерела визначає нижню межу середньої довжини кодового слова, і існують коди, які можуть досягти цього ліміту з довільно великою точністю.

***Завдання 4***

Повідомлення передаються взаємонезалежними рівноймовірними символами тривалістю сек. Визначити швидкість передачі кожного символу та всієї інформації, якщо обсяг алфавіту дорівнює 16, 32, 64.

Швидкість передачі – це відношення ентропії одного символу до часу його передачі

Ентропія одного символу для алфавіту із N символів

При

При

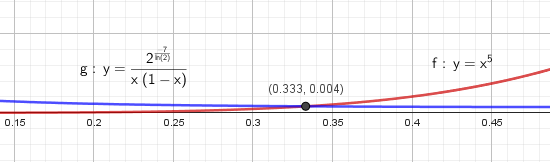
При

***Завдання 5***

Час передачі повідомлення 0 дорівнює 0,1 с., а повідомлення 1 – 0,6 с. Знайти розподіл ймовірностей р0 та р1 , за яких досягається максимальна швидкість передачі інформації.

Швидкість передачі інформації для двох повідомлень

Розв’язуємо графічно в GeoGebra



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| signal | 0 | 1 |  |
| p | 0,333 | 0,667 |  |
| log | -1,5864 | -0,5842 |  |
| -p\*log | 0,5283 | 0,3897 | 0,9180 |
| /t | 5,2827 | 0,6495 | 5,9322 |

Розподіл

Максимальна швидкість

***Завдання 6***

Визначити пропускну здатність каналу, матриця ймовірностей якого при τ = 10-2 с. має вигляд

p(ai ,bj) = .

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0 | 0,2 | 0,15 |  |
| p(a,b) = | 0 | 0,2 | 0 |  |
|  | 0,3 | 0 | 0,15 |  |
|  |  |  |  |  |
|  | 0 | -2,32193 | -2,73697 |  |
| log | 0 | -2,32193 | 0 |  |
|  | -1,73697 | 0 | -2,73697 |  |
|  |  |  |  |  |
|  | 0 | -0,46439 | -0,41054 |  |
| p\*log | 0 | -0,46439 | 0 |  |
|  | -0,52109 | 0 | -0,41054 |  |
|  |  |  |  | -2,2710 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| p(a) | log | p\*log |
| 0,35 | -1,5146 | -0,5301 |
| 0,2 | -2,3219 | -0,4644 |
| 0,45 | -1,1520 | -0,5184 |
|  |  | -1,5129 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| p(b) | 0,3 | 0,4 | 0,3 |  |
| log | -1,7370 | -1,3219 | -1,7370 |  |
| p\*log | -0,5211 | -0,5288 | -0,5211 | -1,5710 |

Пропускна здатність каналу

C = H(B) - H(B|A)

Швидкість передачі інформації по каналу

***Завдання 7***

Чи можлива безпомилкова передача інформації по каналу, параметри якого задані в попередній задачі, якщо продуктивність джерела

Vдж = 9,6 Кбіт/с?

За теоремою Шеннона для каналу з перешкодами завжди можна знайти таку систему кодування, при якій повідомлення будуть передані з будь-яким великим ступенем вірності, якщо тільки продуктивність джерела не перевищує пропускну здатність каналу.

В даному випадку продуктивність джерела 9600 біт/с більша за швидкість передачі інформації по каналу 81 біт/с.

Отже, безпомилкова передача інформації неможлива.

# Список використаної літератури

1. Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки. М.: Мир, 1986. – 576 с.

2. Жураковський Ю. П., Полторак В. П. Теорія інформації та кодування. К.: Вища шк., 2001. – 255с.

3. Жураковський Ю.П., Гніліцький В.В. Теорія інформації та кодування в задачах. Житомир: ЖІТІ, 2002. – 230 с.

4. Кузьмин И.В., Кедрус В.А. Основы теории информации и кодирования. - К.: Вища школа, 1986. — 238 с.