

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» (ДГТУ)**

Факультет «Информатика и вычислительная техника»

Кафедра «Кибербезопасность информационных систем»

**ОТЧЁТ**

Лабораторная работа № 4 «Определение пропускной способности дискретного канала связи с помехами»

Выполнила: обучающаяся гр. ВКБ42

Михайлов А. С.

Проверили:

Егорова Р. В.

Рощина Е. В.

г. Ростов-на-Дону

2024 г.

**Вариант 20**

**Цель работы:** приобрести умение рассчитывать пропускную способность дискретного симметричного канала связи при наличии помех.

Требуется определить пропускную способность канала связи для двух систем A(источник) и B(получатель), если известны вероятности появления символов в сообщениях на выходе системы А: p(a1) = 0,34; p(a2) = 0,18; p(a3) = 0,26; p(a4) = 0,22 и матрица условных вероятностей:

**Ход работы:**

Значения совместных вероятностей рассчитываются по формуле (1-4):

(1)

(2)

(3)

(4)

Найдем значения совместных вероятностей по формуле (1):

Найдем значения совместных вероятностей по формуле (2):

Найдем значения совместных вероятностей по формуле (3):

Найдем значения совместных вероятностей по формуле (4):

Построим матрицу совместных вероятностей для объединений системы:

Значения вероятности появления сигналов на входе системы В рассчитываются по формуле (5) полученной матрицы:

(5)

Найдем вероятности появления сигналов по формуле (5) на входе системы В полученной матрицы:

Значение условных вероятностей вида рассчитываются по формуле (6):

*(6)*

*(7)*

*(8)*

*(9)*

Найдем условные вероятности вида по формуле (6):

Найдем условные вероятности вида по формуле (7):

Найдем условные вероятности вида по формуле (8):

Найдем условные вероятности вида по формуле (9):

Построим соответствующую матрицу условных вероятностей:

Значения безусловной энтропии источника А рассчитывается по формуле (10):

(10)

Найдем значение безусловной энтропии источника А по формуле (10):

бит/символ;

Значения безусловной энтропии источника И рассчитывается по формуле (11):

(11)

Найдем значение безусловной энтропии источника B по формуле (11):

бит/символ.

Условные энтропии будут рассчитываться по формуле (12), энтропия рассчитывается по формуле (13):

(12)

(13)

Найдем условную энтропию по формуле (12):

Найдем условную энтропию по формуле (13):

Пропускная способность канала связи A будет вычислять по формуле (14), для канала B по формуле (15):

(14)

(15)

Найдем пропускную способность для источника по формуле (14):

Найдем пропускную способность для получателя по формуле (15):

**Вывод:** приобрели умение рассчитывать пропускную способность дискретного симметричного канала связи при наличии помех. Выяснили, что пропускная способность принимающего канала A и B равна 13 бит/сек.

**Контрольные вопросы:**

1. Что понимают под каналом связи?

Канал связи — это система технических средств и среда распространения сигналов для передачи информации (сообщений) от источника к получателю. В более широком смысле, канал связи включает в себя все элементы, необходимые для передачи информации: источник сигнала, передатчик, среда распространения, приемник и получатель.

Канал связи может быть физическим (например, проводные линии, оптические кабели) или беспроводным (радиоволны, инфракрасное излучение). В зависимости от типа сигнала, каналы связи могут быть аналоговыми или цифровыми (дискретными).

2. Какие каналы связи называют дискретными?

Дискретными каналами связи называют каналы, в которых передача информации осуществляется в виде дискретных (цифровых) сигналов. Дискретный сигнал представляет собой последовательность символов, каждый из которых может принимать конечное число значений.

Примеры дискретных каналов связи включают:

1) Цифровые телефонные линии (DSL).

2) Беспроводные сети (Wi-Fi).

3) Передача данных по оптическим кабелям (например, в интернете).

В отличие от аналоговых каналов, где сигнал непрерывен и может принимать бесконечное число значений, дискретные каналы используют конечное множество символов для передачи информации, что позволяет более эффективно бороться с помехами и обеспечивать более высокую надежность передачи данных.

3. Каким образом задают описание дискретного канала связи с помехами?

Описание дискретного канала связи с помехами обычно задается с помощью матрицы переходных вероятностей. Эта матрица описывает вероятности перехода символа на входе канала в символ на выходе при наличии помех.

Матрица переходных вероятностей имеет размерность , где n — количество символов на входе, а m — количество символов на выходе. Элемент этой матрицы представляет собой вероятность того, что при передаче символа i на входе будет принят символ j на выходе.

Кроме того, для описания канала связи с помехами могут использоваться:

1) Модель канала с аддитивным белым гауссовским шумом (AWGN): В этой модели предполагается, что на сигнал накладывается гауссовский шум с нулевым средним и постоянной дисперсией.

2) Модель канала с памятью: В таких каналах вероятность ошибки зависит не только от текущего символа, но и от предыдущих символов.

4. Как определяют скорость передачи информации по дискретному каналу связи?

Скорость передачи информации по дискретному каналу связи определяется как количество информации, передаваемой в единицу времени. Она измеряется в битах в секунду (бит/с).

Формально, скорость передачи информации R по дискретному каналу связи определяется как формула (16):

(16)

где:

1) — взаимная информация между входным сигналом X и выходным сигналом Y.

2) T — среднее время передачи одного символа.

Взаимная информация характеризует количество информации, которое передается от источника к получателю и определяется как формула (17):

(17)

где:

1) H(X) — энтропия источника (среднее количество информации на символ на входе).

2) H(X|Y) — условная энтропия (среднее количество информации, которое теряется из-за помех).

5. Что такое пропускная способность канала связи?

Пропускная способность канала связи — это максимальная скорость передачи информации, которую может обеспечить канал связи при заданных условиях (например, при наличии помех). Пропускная способность измеряется в битах в секунду (бит/с) и является важнейшей характеристикой канала связи, определяющей его информационную производительность.

Пропускная способность канала связи зависит от:

1) Типа канала (аналоговый или дискретный).

2) Уровня помех.

3) Ширины полосы пропускания канала.

4) Мощности сигнала.

6. Как определяется пропускная способность дискретного канала при отсутствии помех?

При отсутствии помех (идеальный канал) пропускная способность дискретного канала связи определяется как максимальная скорость передачи информации, которую можно достичь без потерь.

Для дискретного канала без помех пропускная способность C определяется по формуле (18):

(18)

где:

1) M — количество символов в алфавите (например, для двоичного канала (M = 2).

2) — скорость передачи символов (символов в секунду).

Таким образом, пропускная способность идеального дискретного канала равна произведению скорости передачи символов на логарифм по основанию 2 от количества символов в алфавите.

7. Как определяется пропускная способность дискретного канала с помехами?

При наличии помех пропускная способность дискретного канала связи определяется как максимальная скорость передачи информации, которую можно достичь при заданном уровне помех.

Формула для пропускной способности дискретного канала с помехами была предложена Клодом Шенноном и известна как формула Шеннона (19):

(19)

где:

1) B — ширина полосы пропускания канала (Гц).

2) S — мощность сигнала.

3) N — мощность шума.

4) — отношение сигнал/шум.

Эта формула показывает, что пропускная способность канала зависит от ширины полосы пропускания и отношения сигнал/шум. Чем выше отношение сигнал/шум и шире полоса пропускания, тем выше пропускная способность канала.

В случае дискретного канала с помехами, пропускная способность также может быть определена через взаимную информацию между входным и выходным сигналами, формула (20):

(20)

где:

1) p(x) — распределение вероятностей на входе канала.

2) I(X;Y) — взаимная информация между входным и выходным сигналами.

Максимизация взаимной информации по всем возможным распределениям на входе позволяет найти максимальную скорость передачи информации, которую может обеспечить канал с заданными помехами.