**Лабораторная работа № 5**

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

**ИСТОЧНИКОВ СООБЩЕНИЙ И КАНАЛОВ СВЯЗИ**

1. **Цель работы**

Исследование информационных характеристик источника дискретных сообщений и канала связи без шума.

2. **Общие сведения**

**2.1. Содержание лабораторной работы**

Лабораторная работа содержит пять задач. Исходными данными является закон распределения двумерной дискретной случайной величины (X,Y), который необходимо сформировать на основе таблицы 1 в соответствии с Вашим индивидуальным номером (см. п.2.2).

В лабораторной работе необходимо вычислить:

1. Энтропию источника дискретных сообщений.

2. Избыточность источника дис­кретных сообщений.

3. Среднее количество взаимной информации .

4. Скорость создания информации источником дискретных сообщений.

5. Скорость передачи информации и пропускную способность бинарного канала без шума.

**2.2. Исходные данные**

Формирование исходных данных. В таблице 1 вычеркните строки с номерами ,  и столбцы с номерами , . Здесь *j* − после­дняя, а *i* − предпоследняя цифры Вашего индивидуального номера. Оставшиеся после вычеркивания строки обозначьте в порядке возрастания символами , а оставшиеся столбцы − символами . Далее, просуммируйте все оставшиеся в таблице 1 числа (цифры первого столбца и первой строки не суммировать) и разделите каждое из "участвовавших" в суммировании чисел на результат сумми­рования. Полученные данные сведите в таблицу 2.

Таблица 1. Таблица для формирования исходных данных.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | 16 | 10 | 4 |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 8 | 45 | 22 | 17 | 23 |  |  |  |  |  |
| 2 | 6 | 19 | 54 | 26 | 35 | 29 | 13 |  |  |  |
| 3 |  | 11 | 39 | 76 | 70 | 51 | 31 |  |  |  |
| 4 |  | 8 | 14 | 31 | 95 | 82 | 57 |  |  |  |
| 5 |  |  | 12 | 29 | 69 | 97 | 74 | 11 |  |  |
| 6 |  |  |  | 17 | 47 | 73 | 83 | 30 | 6 |  |
| 7 |  |  |  |  | 31 | 43 | 36 | 62 | 13 | 5 |
| 8 |  |  |  |  |  |  | 15 | 25 | 37 | 7 |
| 9 |  |  |  |  |  |  |  | 12 | 9 | 21 |

Таблица 2. Закон распределения случайной величины (X,Y).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 0,016 | 0,010 |  |  |  |  |  |  |
|  | 0,008 | 0,045 | 0,017 | 0,023 |  |  |  |  |
|  | 0,006 | 0,019 | 0,026 | 0,035 | 0,029 | 0,013 |  |  |
|  |  | 0,008 | 0,031 | 0,094 | 0,082 | 0,057 |  |  |
|  |  |  | 0,029 | 0,069 | 0,096 | 0,074 |  |  |
|  |  |  |  | 0,031 | 0,043 | 0,036 | 0,013 | 0,005 |
|  |  |  |  |  |  | 0,015 | 0,037 | 0,007 |
|  |  |  |  |  |  |  | 0,009 | 0,021 |

В таблице 2 (в качестве примера) приведены исходные дан­ные контрольного задания, соответствующие варианту с двумя последни­ми цифрами 73 (в таблице 1 вычеркнуты строки 3 и 6 и столбцы 7 и 2).

После формирования таблицы 2 выполните проверку следующего условия:

, (1)

где  − вероятность совместного появления событий  и  (число в полученной таблице исходных данных, стоящее на пересечении ***i***-го столбца и ***j***-ой строки).

Если условие (1) не выполняется, то найдите и исправьте ошибку.

**Примечание.** Отличие от нуля в третьей цифре после запятой в (1) следует рассматривать как погрешность вычислений.

При решении задач понадобятся законы распределения случайных величин X, Y и условных случайных величин () (*j*=1, 2, ..., 8). Вероятности и условные вероятности событий этих случай­ных величин вычисляются соответственно по следующим формулам:

, (2)

, (3)

. (4)

Расчеты по формулам (2) − (4) выполняются при решении приведенных ниже задач.

**2.3. Задачи лабораторной работы**

1. Вычислить энтропию дискретной случайной величины X.

Указания. Энтропия дискретной случайной величины определяется по формуле

,

где  − вероятность события , определяемая в этой задаче по формуле (2).

2, В предположении, что случайная величина **Х** из примера 1 является математической моделью источника дискретных сообщений, вычислить информационную избыточность этого источника.

Указания. Информационная избыточность источника дис­кретных сообщений определяется по формуле

,

где  − максимальная энтропия источника сообщений.

3, В предположении, что сообщения источника из задачи 2 наблюдаются посредством устройства, математическая модель которого задана случайной величиной **Y** и что задано совместное распределение случайных величин **X** и **Y**, вычислить среднее количество взаимной информации  (количество информации, поставляемое в среднем на один опыт данным устройством относительно сообщений, вырабатываемых источником).

Указания. Среднее количество взаимной информации определяется по формуле

,

где



Здесь  − условная энтропия случайной величины **X**. Вероятности  и условные вероятности  в этой за­даче определяются по формулам (3) и (4). Вычисление  можно выполнять и по другим формулам.

 4. Вычислите скорость создания информации источником дискретных сообщений из задачи 2 при условии, что длительность передачи каждого символа (буквы) источника одинакова и составляет

Указания. Скорость создания информации источником дискретных сообщений определяется по формуле

,

где  − длительность передачи буквы источника.

5. Определите скорость передачи информации и пропускную способность бинарного канала без шума, если для передачи сообщения источника из задачи 2 используется равномерный двоичный код, а длительность передачи элементарной кодовой посылки 

Указания. Пропускная способность бинарного канала без шума ***С*** и скорость передачи информации  при использо­вании равномерного двоичного кода определяется по формулам

; ,

где  - энтропия источника,  − количество элементарных ко­довых посылок, необходимых для передачи одной буквы источника. Для определения  закодируйте буквы источника равномерным двоичным кодом.

**3. Порядок выполнения работы**

3.1. Ознакомьтесь с материалом, изложенным в пункте 2, этой работы.

3.2. Сформируйте исходные данные в соответствии с Вашим индивидуальным номером.

3.3. Выполните согласно п. 2.3 необходимые вычисления. Расчеты рекомендуется выполнять с использо­ванием Microsoft Excel или Matlab.

3.4. Проанализируйте полученные результаты.

3.5. Оформите отчет и защитите лабораторную работу.

3.6. Выключите компьютер и приведите в порядок рабочее место.

**4. Содержание отчета**

4.1. Цель работы.

4.2. Сформированные в соответствии с Вашим индивидуальным номером исходные данные.

4.3. Результаты решения задач с необходимыми пояснениями.

4.4. Анализ полученных результатов.

4.5. Выводы по работе.

**5. Контрольные вопросы**

1. Какие значения может принимать избыточность источника дис­кретных сообщений?

2. В каком случае будет иметь место ?

3. Что характеризует в выражении  условная энтропия ?

4. Влияют ли на скорость передачи информации статистические характеристики источника информации?

5. Зависит ли пропускная способность канала связи от свойств источника информации?