

Математическая модель решения задачи поиска энтропии шума в двоично-симметричном канале, блок-схема и алгоритм её реализации с оконным интерфейсом на языке JavaScript для дистанционного обучения школьников и студентов вузов в условиях пандемии

П.П. Буркова, e-mail: hottook5@gmail.com

Государственный университет морского и речного флота им.адмирала С.О. Макарова

***Аннотация.** В работе рассматривается математическая модель решения задачи поиска энтропии шума в двоично-симметричном канале, блок-схема и алгоритм её реализации с оконным интерфейсом на языке JavaScript для дистанционного обучения школьников, абитуриентов и студентов вузов при изучении информатики, теории информации, информационных процессов и информационных систем в условиях пандемии. Модель и алгоритм могут быть использованы учителями школ и преподавателями вузов для адаптации методик преподавания информатики к удаленному обучению и цифровой среде.*

***Ключевые слова:** дистанционное обучение, математическая модель, энтропия шума, двоично симметричный канал, энтропия, конечный ансамбль, блок-схема, алгоритм, JavaScript, школьники, абитуриенты, студенты вузов.*

Введение

В условиях коронавирусной пандемии в РФ активно разрабатываются современные дистанционные технологии удаленного обучения школьников с использованием телекоммуникаций, [1] подготовки абитуриентов, обучения бакалавров и магистров, [2] опережающей методической подготовки [3] и переподготовки учителей и преподавателей вузов к работе в новой дистанционной среде образования. [4] [5] [6] Параллельно в экспертных группах министерств и ведомств идет активная работа по разработке и внедрению новых образовательных стандартов ФГОС ВО 3+ с учетом российских и международных профессиональных стандартов. [7] [8] Для работы в новых, инновационных условиях преподавателям вузов и учителям школ нужны системные цифровые подходы, [9] новые интеллектуальные и high-hume методы, формы и инструменты обучения, [10] [11] [12] модели, алгоритмы и технологии работы и управления

учебными процессами, [13] [14] необходима разработка дистанционных сервисов [15] и методик обучения информатике и информационным технологиям, [16] [17] разработка адаптивных материалов и тестовых заданий, [18] в том числе для системы удаленного очного и заочного обучения, которые позволят на практике реализовать эффективные способы взаимодействия с обучаемыми. [19] Одна из таких математических и информационных учебных моделей в виде блок-схемы и алгоритма на языке JavaScript рассматривается в данной работе. [20]

Клодом Элвудом Шенноном в 1963 г. было предложено понятие меры усредненной информативности испытания энтропии, которая учитывает вероятность отдельных исходов. В теории информации энтропия — это средняя скорость генерирования значений некоторым случайным источником данных. Величина информационной энтропии, связанная с определенным значением данных, вычисляется по формуле:

$$H = -\sum_i P_i \cdot \log_2 P_i \quad (1)$$

вероятность i -го состояния системы (значения принимаемого переменной), n — число состояний системы (значений, принимаемых переменной).

В научных статьях, специальной, учебной и методической литературе достаточно широко представлены математические модели решения задачи поиска энтропии шума [21] в двоично-симметричном канале, но отсутствуют учебные алгоритмы реализации решения данной задачи на JavaScript.

Целью данной работы была разработка математической модели решения задачи поиска энтропии шума в двоично-симметричном канале, разработка блок-схемы и алгоритм её реализации с оконным интерфейсом на языке JavaScript для дистанционного обучения школьников и студентов вузов.

В процессе реализации проекта решались следующие задачи:

1. Построение математической модели поиска энтропии шума в двоично-симметричном канале.
2. Разработка блок-схемы и алгоритма с оконным интерфейсом на языке JavaScript для дистанционного обучения школьников и студентов вузов при изучении информатики, теории информации, информационных процессов и систем, а также для методической

подготовки учителей школ и преподавателей вузов в процессе повышения квалификации и непрерывного образования.

Использование оконного интерфейса алгоритма позволит более оперативно и наглядно представлять входную и выходную информацию, а при работе с готовой программой у школьников и студентов повышается интерес и расширяется кругозор и приобретаются новые знания, умения и навыки.

2. Построение решения задачи

В проекте рассматривается энтропия сигнала, описываемого некоторым образом, она стремится к нулю. Для случайных процессов энтропия возрастает тем больше, чем выше уровень «непредсказуемости». Возможно, именно из такой связки трактовок энтропии:

вероятность→непредсказуемость→информативность,
вытекает понятие «хаотичности», хотя оно достаточно неконкретно и расплывчато.

Рассмотрим представленную ниже задачу на определение энтропии шума $H(Y/X)$ в двоично-симметричном канале, при условии, что энтропия источника на входе канала $H(X)=3400$ бит, энтропия ансамбля на выходе канала $H(Y)=6800$ бит, ненадежность канала $H(X/Y)=700$ бит.

Для начала нужно определить математические формулы.

Условной энтропией ансамбля величины Y при наблюдении величины энтропии источника X называется

$$H(Y/X) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M p(x_i, y_j) \log_2 \frac{1}{p(y_j/x_i)} \quad (2)$$

Взаимная информация величин X и Y определяется из рис.1. [22]

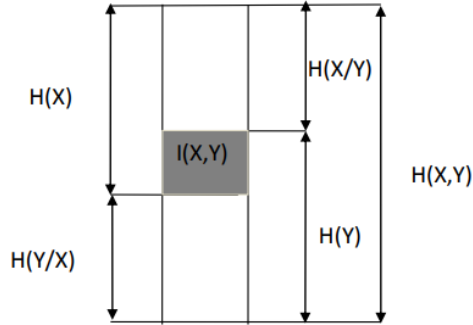


Рис. 1. Взаимная информация источников сообщений

Это штриховая часть $I(X, Y)$, показывающая какое (в среднем) количество информации содержит сообщение X о сообщении Y или наоборот сообщение Y о сообщении X . [23]

$$I(X, Y) = H(X) - H(X/Y),$$

$$I(X, Y) = I(Y, X) = H(Y) - H(Y/X) \quad (3)$$

$$I(X, Y) = H(X) + H(Y) - H(X, Y)$$

Если X и Y независимы, то $I(X, Y) = 0$, если X и Y полностью зависимы (содержат одну и ту же информацию), то $I(X, Y) = H(X) = H(Y)$. Справедливы следующие соотношения:

$$I(X, Y) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M p(x_i, y_j) \log_2 \frac{p(x_i, y_j)}{p(x_i)p(y_j)}, \quad (4)$$

$$0 \leq I(X, Y) \leq H(X), \quad 0 \leq I(X, Y) \leq H(Y).$$

Полная средняя взаимная информация определяется формулой:

$$I(X, Y) = H(X) - H(X/Y) = H(Y) - H(Y/X). \quad (5)$$

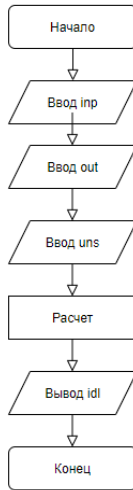


Рис. 2. Блок-схема алгоритма

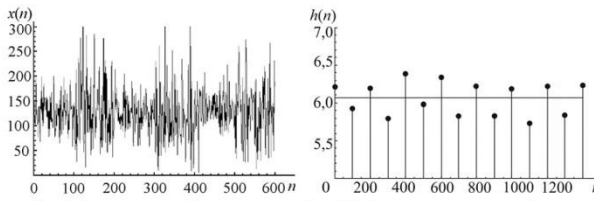


Рис. 3. Реализация наблюдаемого процесса на выходе и изменения энтропии наблюдаемой переменной на выходе

Теперь, после обзора необходимых математических формул, найдем математическое решение задачи (рис.5). [24]

Взаимная информация источника сообщений

$$I(X, Y) = H(X) - H(X/Y) = H(Y) - H(Y/X).$$

$$I(X, Y) = H(X) - H(X/Y) = 3400 - 700 = 2700 \text{ бит.}$$

Энтропия шума $H(Y/X) = H(Y) - I(X, Y) = 6800 - 2700 = 4100 \text{ бит.}$

Рис. 4. Решение задачи

3. Реализация на JavaScript

Информационные технологии позволяют решить данную задачу различными способами. [25] Одно из решений включает в себя написание алгоритма решения на различных языках программирования. Ниже представлен фрагмент реализации алгоритма с оконным интерфейсом на языке JavaScript(рис.6).

```
1 function shennon() {  
2     var input = + document.getElementById('inp').value;  
3     var output = + document.getElementById('out').value;  
4     var unsafe = + document.getElementById('uns').value;  
5     var result = output - input + unsafe;  
6     document.getElementById("id").innerHTML = + result;  
7 }
```

Рис. 5. Алгоритм реализации на языке JavaScript

Для выполнения проекта была выбрана операционная система Windows 10, а средой разработки «Visual Studio Code» от Microsoft.

Для удобного использования алгоритма был реализован интерфейс, используя который школьники и студенты вузов вводят исходные данные и получают ответ.

Результат работы программы и код графического интерфейса представлен ниже (рис.7-8).

Введите энтропию на входе:

Введите энтропию на выходе:

Введите ненадежность канала:

Результат вычислений : 4100

Рис. 6. Результат работы программы

```

1  [!DOCTYPE html]
2  <html lang="en">
3  <head>
4      <meta charset="UTF-8">
5      <title>Document</title>
6      <script src="cal.js" defer></script>
7  </head>
8  <body>
9      <p>
10         Введите энтропию на входе: <input type="number" id="inp">
11     </p>
12     <p>
13         Введите энтропию на выходе: <input type="number" id="out">
14     </p>
15     <p>
16         Введите ненадежность канала: <input type="number" id="uns">
17     </p>
18     <p>
19
20
21
22     <button onclick="shennon()">Посчитать</button>
23     <div
24         id="id1">
25         | <p>Здесь будет результат</p>
26     </div>
27
28 </body>
29 </html>
30

```

Рис. 7. Графический интерфейс

Заключение

В результате построения математической модели решения представленной задачи, мы получили действующий алгоритм определения энтропии шума в двоично-симметричном канале на языке JavaScript. Таким образом, школьники и студенты вузов смогут подробнее познакомиться с одним из вариантов решения классической задачи из раздела «Теория информации» с помощью современных программных продуктов на примере языка JavaScript.

По мнению автора, алгоритм и его реализация может быть полезен для учителей школ, преподавателей вузов, школьников, абитуриентов вузов [26] и студентов при дистанционном изучении и преподавании информатики, теории информации, информационных процессов и систем, так как моделировать информационные процессы, проводить несложные эксперименты в области защиты и кодирования информации, [27] [28] кроме того на основе данного алгоритма может быть разработан SAAS сервис обучения. [29] [30] Использование оконного интерфейса позволяет более оперативно и наглядно представлять входную и выходную информацию, при работе с готовой программой в режиме интернет-технологий обучения у школьников и студентов [31] повышается интерес и расширяется кругозор и приобретаются новые знания, умения и навыки, а педагоги приобретают

навыки использования средств ЭВТ в совершенствовании своей профессиональной деятельности. [32]

Список литературы

2. Абрамян, Г.В. Технологии дистанционного обучения с использованием телекоммуникаций / Г.В. Абрамян // Информатика - исследования и инновации. РГПУ им. А. И. Герцена, ЛГОУ. СПб., 1998. С. 91-95.

3. Абрамян, Г.В., Катасонова Г.Р. Особенности организации дистанционного образования в вузах в условиях самоизоляции граждан при вирусной пандемии // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 3.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=29830> (дата обращения: 12.01.2021) - DOI: 10.17513/spno.29830.

4. Абрамян, Г.В. Опережающее образование педагога и проблемы его информатизации / Г.В. Абрамян // Человек и образование. 2005. № 2. С. 16-19.

5. Абрамян, Г.В. Непрерывное образование учителя в условиях информатизации (послевузовский период) / Г.В. Абрамян // Информатика -исследования и инновации. ЛГОУ, РГПУ им. А.И. Герцена. СПб., 1999. С. 36-40.

6. Абрамян, Г.В. Особенности средств информатизации в образовании учителя / Г.В. Абрамян // Информатика - исследования и инновации. ЛГОУ им. А. С. Пушкина. СПб., 2000. С. 125-128.

7. Абрамян, Г.В. Проблемы профессионального становления учителя в условиях информатизации системы непрерывного образования / Г.В. Абрамян // Информатика -исследования и инновации. ЛГОУ, РГПУ им. А.И. Герцена. СПб., 1999. С. 26-29.

8. Абрамян, Г.В. Особенности обучения информатике и информационным технологиям в условиях перехода на профессиональные стандарты образования / Г.В. Абрамян, Г.Р. Катасонова // В сборнике: Информатика: проблемы, методы, технологии. Материалы XX Международной научно-методической конференции. Под редакцией А.А. Зацаринного, Д.Н. Борисова. 2020. С. 2259-2265.

9. Катасонова, Г.Р. Технологии подготовки академических и прикладных бакалавров в условиях ФГОС ВО 3+ с учетом российских профессиональных стандартов / Г.Р. Катасонова, Г.В. Абрамян // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации. Пермь, 2015. С. 120-122.

10. Катасонова, Г.Р. Системный подход к формированию целей обучения информационным технологиям в условиях цифровизации образования / Г.Р. Катасонова, Г.В. Абрамян // В сборнике:

Информационные технологии в образовании. материалы XI Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции. 2019. С. 109-112.

11. Абрамян, Г.В. Методы и уровни акселерации информационных компетенций субъектов-пользователей цифровых HIGH-HUME, HIGH-TECH экосистем / Г.В. Абрамян // В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018) VII Международная нацнотехническая и научно-методическая конференция. Санкт-Петербург, 2018. С. 429-434.

12. Абрамян, Г.В. Методы, формы и инструменты HIGH-HUME обучения в условиях цифрового HIGH-TECH образования / Г.В. Абрамян // В сборнике: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018) VII Международная нацнотехническая и научно-методическая конференция. Санкт-Петербург, 2018. С. 434-439.

13. Абрамян, Г.В. Методология формирования профессиональных компетенций выпускников вузов на основе нейролингвистического программирования познавательной и учебной деятельности обучаемых / Г.В. Абрамян // В сборнике: Современное программирование. Материалы II Международной научно-практической конференции. Отв. редактор Т.Б. Казиахмедов. 2019. С. 11-14.

14. Катасонова, Г.Р. Современные подходы и информационные технологии моделирования управления образовательными процессами / Г.Р. Катасонова, Г.В. Абрамян // Региональная информатика "РИ-2012". 2012. С. 238-239.

15. Фокин, Р.Р. Метамоделю обучения информационным технологиям в высшей школе / Р.Р. Фокин, Г.В. Абрамян // СПб ГУСЭ. Санкт-Петербург, 2011.

16. Абрамян, Г.В. Сервисы обучения информатике и новая наука о сервисах, управлении и инжиниринге как основе инновационной деятельности в современной высшей школе / Г.В. Абрамян, Р.Р. Фокин, М.А. Абиссова, А.А. Емельянов // Письма в Эмиссия.Оффлайн: электронный научный журнал. 2012. № 4. С. 1783.

17. Абрамян, Г.В. Методика преподавания информатики / Г.В. Абрамян // Учебно-методическое пособие. ЛГОУ им. А.С. Пушкина. СПб., 2000.

18. Абрамян, Г.В. Таксономия и методология определения целей обучения информационным технологиям в условиях цифровизации образования и перехода к ФГОС ВО 3++ / Г.В. Абрамян, Г.Р. Катасонова // В книге: Преподавание информационных технологий в Российской Федерации. Материалы Семнадцатой открытой Всероссийской

конференции. Ответственный редактор А. В. Альминдеров. 2019. С. 144-147.

19. Фокин, Р.Р. О методике разработки учебных пособий по информатике / Р.Р. Фокин, Г.В. Абрамян // Телекоммуникации, математика и информатика-исследования и инновации. СПб., 2002. С. 267-268.

20. Абрамян, Г.В. Опыт разработки и использования адаптивных тестовых заданий в системе заочного обучения с элементами дистанционной технологии / Г.В. Абрамян // Развитие системы тестирования в России. МГПИ. Центр ТВОУ РФ. 1999. С. 101-102.

21. Воробьев, В.И. Об изучении современных технологий алгоритмизации и программирования в педагогическом вузе / В.И. Воробьев, Р.Р. Фокин, Г.В. Абрамян // Вестник СЗО РАО. 1998. № 3. С. 170-176.

22. Зверева Е.Н., Лебедев Е.Г. Сборник примеров и задач по основам теории информации и кодирования сообщений. – СПб: НИУ ИТМО, 2014. – 76 с.

23. Луценко Е.В. Математическая сущность системной теории информации (сти) (системное обобщение формулы Больцмана-Найквиста-Хартли, синтез семантической теории информации Харкевича и теории информации Шеннона), Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2008. № 42. С. 45-72.

24. Форманов Ш.К., Пресман Э.Л. О теореме Колмогорова-Прохорова о существовании математических ожиданий случайных сумм. Доклады Академии наук. 2009. Т. 425. № 6. С. 747-750.

25. Цветков О.В. Энтропийный анализ данных в физике, биологии и технике. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2015. С. 202

26. Брюс М.П., Джеффри У.Т., Патрик Д.М. Способ и устройство передачи данных между периферийными устройствами и главным блоком. С. 70-78.

27. Абрамян, Г.В. Пособие по математике и информатике для поступающих в Ленинградский областной педагогический институт / Г.В. Абрамян, В.И. Погорелов, П.И. Совертков // ЛОПИ. Пушкин, 1996

28. Абрамян, Г.В. Инновационные подходы в области обработки данных экспериментов по автоматизации систем управления вузом и обучения информационным технологиям в высшей школе / Г.В. Абрамян, Р.Р. Фокин, М.А. Абиссова // Письма в Эмиссия.Оффлайн: электронный научный журнал. 2012. № 11. С. 1898

29. Абрамян, Г.В. Адаптация электронных учебников к индивидуальным особенностям студентов при разработке сервисов

обучения информатике / Г.В. Абрамян, Р.Р. Фокин, М.А. Абиссова, А.А. Емельянов // Письма в Эмиссия.Оффлайн: электронный научный журнал. 2012. № 5. С. 1788

30. Абрамян, Г.В. Особенности формирования системы дистанционного образования в России / Г.В. Абрамян // Информатика - исследования и инновации. ЛГОУ, РГПУ им. А. И. Герцена. СПб., 1999. С. 86-89

31. Абрамян, Г.В. Модели и технологии оптимизации телекоммуникаций в науке и образовании северо-западного региона на основе использования SAAS/SOD облачных сервисов / Абрамян Г.В. // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии. 2015. С. 27

32. Фокин, Р.Р. Мета модель развертывания Интернет-технологий обучения в региональном вузе для студентов гуманитарного и социально-экономического профиля / Р.Р. Фокин, Г.В. Абрамян // Интернет. Общество. Личность: ИОЛ-2000. 2000. С. 32

33. Абрамян, Г.В. Дидактические условия использования средств ЭВТ в совершенствовании профессиональной деятельности педагога. Дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 / Г. В. Абрамян // ; РАО ИОВ. - СПб., 1994. - 214 с.: ил. - Библиогр.: с. 188-202