**Верхняя оценка для скорости передачи по суммирующему каналу множественного доступа**

Глебов А.А., магистр кафедры безопасности информационных систем ГУАП, gaa1994@mail.ru

**Аннотация**

В данной статье рассмотрен расчет верхней оценки для скорости передачи по суммирующему каналу множественного доступа. Представлена модель системы передачи по суммирующему каналу множественного доступа с аддитивным белым гауссовским шумом. Показан расчет и оценка максимальной скорости передачи для бесшумного канала. Приведены примеры расчета скорости границы максимальной скорости для канала с аддитивным белым гауссовским шумом в частных случаях.

**Введение**

В теории информации показано, что совместное использование канала может повысить пропускную способность [1]. Так же в сетях пятого поколения предлагается использовать подходы, основанные на совместном использовании канала (non-orthogonal multiple access schemes) [2]. При этом актуальной является задача определения потенциальных возможностей таких систем с учетом тех ограничений, которые обусловлены спецификой построения системы.

Модель системы передачи, рассматриваемая в данной статье представлена на рис.1. Обозначим число пользователей через . Закодированные сообщения каждого пользователя поступают на двоичный модулятор. Полученные последовательности , принадлежащие алфавиту подаются на вход суммирующего канала, где к сумме данных последовательностей добавляется аддитивный белый гауссовский шум(АБГШ).



Рисунок 1: Модель системы передачи по суммирующему каналу множественного доступа с АБГШ.

**Расчет максимальной скорости передачи для бесшумного канала**

Выход канала вычисляется как

Обозначим вероятность передачи -ым пользователем бита за .

Тогда

В соответствии с [1]

где - скорость передачи -го пользователя, а - средняя взаимная информация. Так как шум отсутствует, то

где – энтропия выхода канала.

Если считать сигналы пользователей равновероятными, т.е.

Получим, что максимальная скорость передачи при отсутствии шума вычисляется как

При больших значениях параметра найти вычислительно сложно, но для такого канала можно построить оценку максимальной скорости передачи [3].

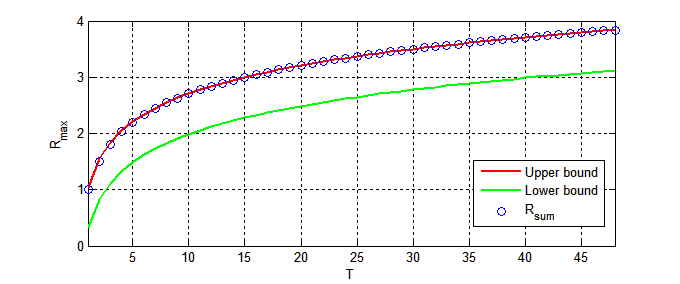


Рисунок 2: Оценка максимальной скорости передачи для бесшумного канала

Рис. 2 показывает, что результат вычисления оценки близок с результатом вычисления напрямую.

**Расчет максимальной скорости передачи для канала с АБГШ**

При наличии АБГШ выход канала вычисляется как

где .

Средняя взаимная информация между входом и выходом канала будет равна

где – условная энтропия.

В итоге

где – функция плотности вероятности случайной величины .

**Расчет максимальной скорости передачи для канала с АБГШ в частных случаях**

При числе пользователей количество вариантов набора сообщений Сумма последовательностей может принимать четыре различных значения: с вероятностью , с вероятностью , с вероятностью и с вероятностью . Тогда функция плотности вероятности будет иметь следующий вид

где Зависимость от показана на рис. 3.

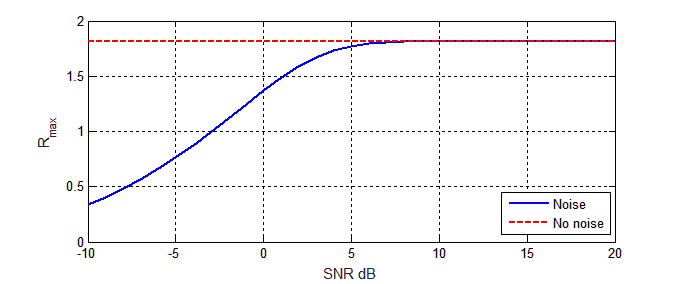
**

Рисунок 3: Расчет максимальной скорости передачи для канала с АБГШ при T=3

В случае получим Сумма последовательностей может принимать пять различных значений: с вероятностью , с вероятностью , с вероятностью , с вероятностью и с вероятностью . Тогда функция плотности вероятности будет иметь следующий вид

Зависимость от показана на рис. 4.

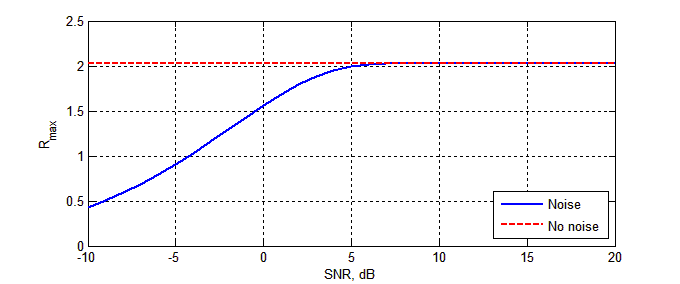
**

Рисунок 4: Расчет максимальной скорости передачи для канала с АБГШ при T=4

Рис.3 и рис. 4 показывают, что при увеличении соотношения сигнал шум максимальная скорость передачи для канала с АБГШ стремится к максимальной скорости передачи бесшумного канала.

**Заключение**

В данной статье был описан расчет максимальной скорости передачи для бесшумного суммирующего канала с учетом ограничения на вид модуляции и данный расчет обобщен на случай канала с аддитивным белым гауссовским шумом. Описана вычислительная процедура, которая для заданного числа пользователей и заданного отношения сигнал шум вычисляет значения максимальной скорости. Для случая трех и четырех абонентов приведены примеры вычисления максимальной скорости передачи. При стремлении дисперсии шума к нулю результат вычисления для канала с шумом совпадает с результатом вычисления для бесшумного канала.

**Литература**

1. T. M. Cover and J. A. Thomas, Elements of Information Theory. New York: Wiley, 1991.
2. [https://www.metis2020.com](https://www.metis2020.com/)
3. J. K. Wolf, “Multi-user communication networks,” in Communicution Systems and Random Process Theory, J. K. Skwirzynski, Ed., Alphen aan den Rijn: The Netherlands, 1978, pp. 37-53.