

УДК 621.391

С.Н. Кириллов, В.Т. Дмитриев, Д.Е. Крысяев, С.С. Попов
ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПЕРЕДАВАЕМОЙ РЕЧЕВОЙ
ИНФОРМАЦИИ ПРИ РАЗЛИЧНОМ СОЧЕТАНИИ АЛГОРИТМОВ
КОДИРОВАНИЯ ИСТОЧНИКА И КАНАЛА СВЯЗИ
В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ ПОМЕХ

Проведено исследование устойчивости алгоритмов совместного кодирования источника и канала связи при передаче речевой информации к действию широкополосных, узкополосных и структурных помех. Проанализированы кодеки источника на основе импульсно-кодовой модуляции (ИКМ), адаптивной дельта-модуляции (АДМ), адаптивной дифференциальной ИКМ (АДИКМ) и канальных помехоустойчивых кодеков на основе кодов Хэмминга и Боуза-Чоудхури-Хоквингема. Показаны сочетания кодеков источника и канала связи для разных скоростей передачи и видов помех в канале, обеспечивающие наилучшее качество речевой информации.

Введение. Эффективным средством повышения качества передаваемой информации при действии помех в канале связи является помехоустойчивое кодирование (ПК). Особенно это важно в малокабельной аппаратуре спецназначения. Другим фактором, оказывающим существенное влияние на качество передаваемой речевой информации, является тип используемого кодера источника (КИ).

Существует ряд алгоритмов ПК и КИ, которые широко применяются в современных системах передачи информации. В [1, 2] проведен анализ устойчивости алгоритмов ПК к действию белого шума, а в [3, 4 и др.] – качества передаваемой речевой информации.

В то же время в известной литературе не приведены результаты исследований качества систем передачи речевой информации связи при использовании различных КИ и ПК канала в случае действия помех. При этом отсутствуют рекомендации о возможном сочетании КИ и ПК, обеспечивающих высокое качество передачи речевой информации в случае действия различного рода помех в канале связи. Поэтому актуальными являются исследования качества речи при использовании различных сочетаний КИ и ПК в случае действия помех в канале связи.

Цель работы – исследование устойчивости и качества речи разных сочетаний алгоритмов КИ и ПК канала передачи речевой информации при действии помех в канале связи.

Методика эксперимента. Исследование помехоустойчивости проводилось в соответствии со следующей структурной схемой, приведенной на рисунке 1.

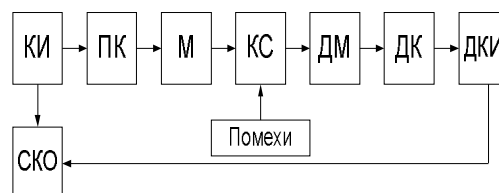


Рисунок 1

В соответствии с требованиями ГОСТ Р 50840-95 была сформирована бригада дикторов, состоящая из 10 человек. Тестовые фразы, используемые для оценки качества речи, в соответствии с ГОСТ Р 50840-95 [5] были записаны с помощью микрофона и звуковой карты компьютера. Данное сообщение оцифровывалось в КИ и кодировалось выбранным ПК, далее модулировалось (М) и поступало в канал связи (КС). В канале связи на передаваемый сигнал аддитивно воздействовали широкополосная, узкополосная и структурная помехи. После канала связи информация поступала на демодулятор (ДМ), декодер (ДК) и преобразовывалась в декодере в аналоговый вид (ДКИ).

Далее проводилось сравнение системой комплексной оценки (СКО) исходной тестовой фразы и полученной фразы после прохождения по каналу связи. Качество речи, характеризующее субъективную оценку звучания речи в испытуемом канале, оценивалось группой аудиторов, состоящей из 20 человек, по пятибалльной системе согласно ГОСТ Р 50840-95 [5].

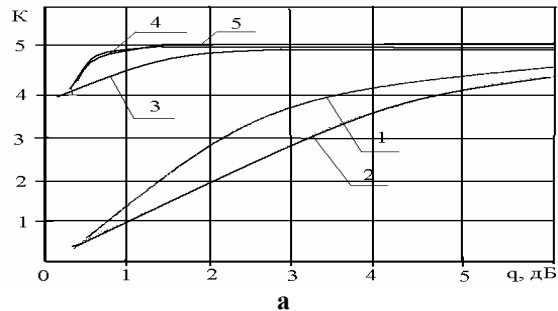
В качестве кодеков источника сообщения исследовались наиболее распространенные в цифровых системах передачи информации кодеки на основе ИКМ при скорости передачи 64

кбит/с, АДМ при скорости 16 кбит/с, а также АДИКМ при скорости передачи 24 кбит/с. В качестве ПК выбирались помехоустойчивые коды Хэмминга и Боуза-Чоудхури-Хоквингема: Хэм.(7,4), Хэм.(31,26), БЧХ(15,5), БЧХ(31,6), БЧХ(31,16). [6, 7]

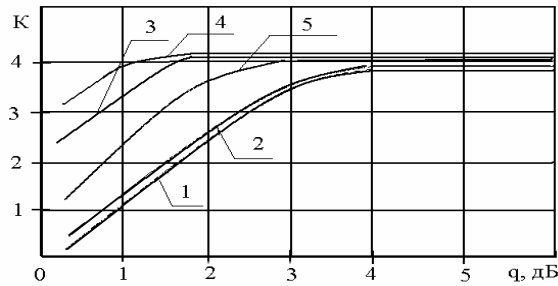
Результаты экспериментальных исследований. В ходе экспериментальных исследований рассмотрено воздействие трех видов помех в канале (широкополосной, узкополосной и структурной) при различных сочетаниях КИ и ПК в

случае передачи речевой информации при использовании ФМ-2.

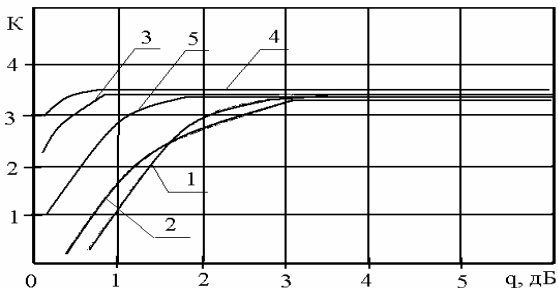
На рисунке 2 приведены зависимости качества восстановленного речевого сигнала на выходе исследуемой системы при действии широкополосных помех от отношения сигнал-шум в канале (q) для кодеков ИКМ (а), АДИКМ (б) и АДМ (в) при использовании следующих видов помехоустойчивого кодирования 1 – Хэм(7,4), 2 – Хэм(31,26), 3 – БЧХ (15,5), 4- БЧХ (31,6), 5 - БЧХ (31,16).



а

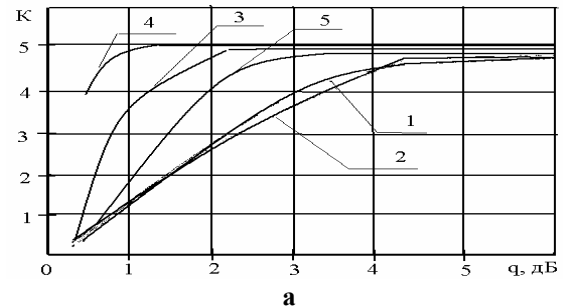


б

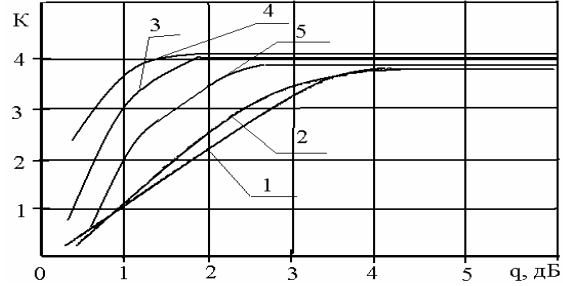


в

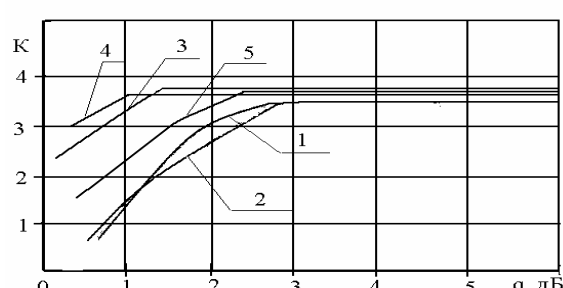
Рисунок 2



а



б

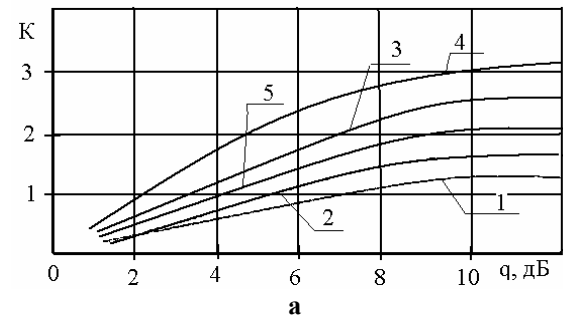


в

Рисунок 3

Как следует из анализа приведенных на рисунке 2 зависимостей, при воздействии широкополосной помехи наиболее помехоустойчивыми методами ПК являются для ИКМ – БЧХ (31,6), БЧХ (31,16); для АДИКМ и АДМ– БЧХ (31,6), БЧХ (15,5).

На рисунках 3 и 4 показаны аналогичные зависимости качества восстановленных речевых сигналов при воздействии на канал узкополосной и структурной помех.



а

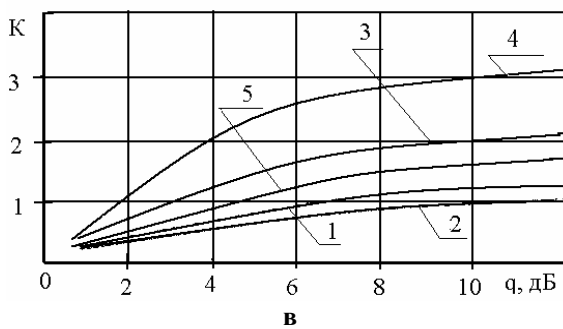
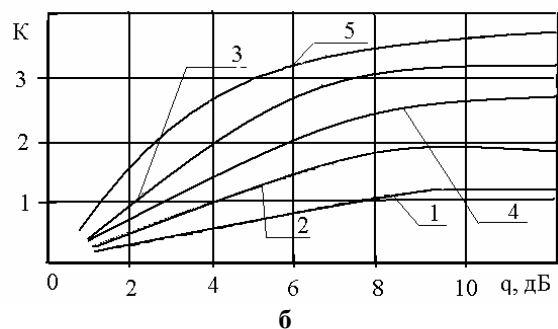


Рисунок 4

Как следует из анализа приведенных зависимостей для узкополосной помехи, наилучшими с точки зрения качества речи являются следующие методы ПК: для ИКМ – БЧХ (31,6), для АДИКМ и АДМ – БЧХ (31,6), БЧХ (15,5), а в случае структурной помехи для ИКМ и АДМ – БЧХ (31,6), а для АДИКМ – БЧХ (31,16).

Показанные на графике зависимости не могут быть использованы для окончательного выбора оптимального сочетания КИ и ПК, так как рассмотренные алгоритмы ПК вносят различные избыточности и соответственно обеспечивают различные скорости передачи в канале.

Поэтому необходимо классифицировать данные методы по результирующей скорости и сделать соответствующие выводы. В таблице 1 приведены результирующие скорости (кбит/с) передачи сочетаний КИ и ПК.

Таблица 1

	Хэм (7,4)	Хэм (31,26)	БЧХ (15,5)	БЧХ (31,16)	БЧХ (31,6)
ИКМ	112	76,5	192	124	330
АДМ	28	19	48	31	82
АДИКМ	42	29	72	46,5	124

Таким образом, на основе анализа сочетаний кодеков с результирующими скоростями, приведенными в таблице 1, можно сделать следующие рекомендации о совместном использовании алгоритмов КИ и ПК в виде таблицы 2. В таблице показаны рекомендуемые сочетания алгоритмов КИ и ПК для различных скоростей передачи R (в кбит/с) и при различной мощности помех (1 и 3

дБ) для широкополосных, узкополосных и структурных (таблица 2) помех в канале.

Таблица 2

Широкополосные помехи		
R	q=1 дБ	q=3 дБ
32	АДМ+БЧХ(31,16)	АДМ+БЧХ(31,16)
64	АДМ+БЧХ(15,5)	АДИКМ+БЧХ(31,16)
128	ИКМ+БЧХ(31,16)	ИКМ+БЧХ(31,16)
192	ИКМ+БЧХ(31,16)	ИКМ+БЧХ(31,16)
Узкополосные помехи		
32	АДМ+БЧХ(31,16) АДИКМ+ Хэм.(31,26)	АДИКМ+Хэм.(31,26)
64	АДМ+БЧХ(15,5)	АДИКМ+БЧХ(31,16)
128	АДИКМ+БЧХ(31,6)	АДИКМ+БЧХ(31,6)
192	АДИКМ+БЧХ(31,6)	АДИКМ+БЧХ(31,6)
Структурные помехи		
32	АДМ+БЧХ(31,16)	АДМ+БЧХ(31,16)
64	АДМ+БЧХ(15,5)	АДИКМ+БЧХ(31,16)
128	АДМ+БЧХ(31,6) АДИКМ+БЧХ(31,6)	ИКМ+БЧХ(31,16)
192	АДИКМ+БЧХ(31,6) ИКМ+БЧХ(15,5)	ИКМ+БЧХ(15,5)

Заключение. Результаты исследования показали, что для малоканальных систем с каналами низкого качества, где требуются небольшие скорости передачи и предъявляются значительные требования к качеству передаваемой речевой информации, целесообразно применять ПК в сочетании с КИ, обладающие высокой исправляющей способностью. Получены сочетания КИ и ПК, обеспечивающие лучшее качество восстановленного РС при действии определенного типа помех.

Из рассмотренных видов помех самой опасной для сочетания КИ и ПК является структурная помеха. При ее воздействии только сочетания кодеков АДИКМ и БЧХ (31, 6) обеспечивают удовлетворительное качество при скоростях передачи выше 128 кбит/с.

Библиографический список

1. Золотарев В. В., Овечкин Г. В. Помехоустойчивое кодирование. Методы и алгоритмы: справочник. - М.: Горячая линия – Телеком, 2004. - 126 с.
2. Кларк Дж., Кейн Дж. Кодирование с исправлением ошибок в системах цифровой связи. - М.: Радио и связь, 1987. - 392 с.

3. Рабинер Л. Р. , Шафер Р.В. Цифровая обработка речевых сигналов: пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1981. – 496 с.

4. Кириллов С. Н., Стукалов Д. К. Цифровые системы обработки речевых сигналов: учеб. пособие// РГРТА – Рязань, 1995. - 80 с.

5. ГОСТ Р 50840-95. Передача речи по трактам связи. Методы оценки качества, разборчивости, узнаваемости. – М.: Госстандарт России.

6. Дмитриев В.Т., Крысяев Д.Е., Попов С.С. Исследование совместной работы кодеков источника и алгоритмов помехоустойчивого кодирования на качество передаваемой информации при действии помех//

Двенадцатая всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых ученых и специалистов "Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании": Тез. докладов. – Рязань: РГРТУ, 2007. –131 с.

7. Дмитриев В.Т., Крысяев Д.Е., Попов С.С. Исследование устойчивости алгоритмов совместного кодирования источника и канала передачи информации к действию комплекса помех // 32-я всероссийская научно-практическая конференция «Сети, системы связи и телекоммуникации». - Рязань: РВВКУС, 2007. С. 121.