

Рис. 6. Зависимости выигрышей по разрешению инверсных фильтров от порога ограничения при наличии шума: 1 – ИФ с ограничением усиления; 2 – ИФ с ограничением полосы частот

## Литература

1. Василенко Г.И. Теория восстановления сигналов. М.: Сов. радио, 1979. – 272 с.
2. Кловский Д.Д. Теория электрической связи. М.: Радиотехника, 2009. – 647 с.
3. Grigorov I.V. Nonlinear processing of signals on the basis of model in the form of generalized nonlinear Schrodinger equation. Proceedings of SPIE vol. 7374, 2009. – P. 7374OH-01 – 7374OH-08.
4. Grigorov I.V. Research compressing of properties nonlinear phase filters. Proceedings of SPIE vol. 6605, 2006. – P. 660505-01 – 660505-08.
5. Горячкин О.В. Лекции по статистической теории систем радиотехники и связи. М.: Радиотехника, 2008. – 192 с.

## THE COMPATATIVE ANALYSIS OF ALGORITMS OF OPTICAL SIGNAL DISPERSION ELECTRONIC COMPENSATION

Bourdin A.V., Grigorov I.V., Tsveybelman E.V.

Linear and nonlinear algorithms of electronic compensation of a dispersion of signals in fiber-optical lines of transfer are considered. Algorithms of an inverse filtration with restriction of a strip of frequencies and strengthening restriction, and also various variants of a nonlinear phase filtration are thus investigated. Results of modeling and the comparative analysis of these algorithms by an estimation of efficiency of indemnification of dispersion by criterion of Relay are resulted.

**Keywords:** dispersion electronic compensation, the nonlinear phase filter, the inverse filter, criterion of Relay.

Бурдин Антон Владимирович, к.т.н., доцент Кафедры «Линии связи и измерения в технике связи» Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ). Тел./факс (8-846) 228-00-66. E-mail: bourdine@yandex.ru

Григоров Игорь Вячеславович, к.т.н., доцент Кафедры «Теоретические основы радиотехники и связи» (ТОРС) ПГУТИ. Тел. (8-846) 228-00-87. E-mail: igor\_grogorov@mail.ru

Цвейбельман Евгения Львовна, аспирант Кафедры ТОРС ПГУТИ. Тел. 8-927-695-97-27. E-mail: evgeniya51@mail.ru

УДК 621.372.88(075)

## ОЦЕНКА МЕШАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ ТОКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЭХА В СОВРЕМЕННЫХ ТЕЛЕФОННЫХ СЕТЯХ

Иванов В.И.

По результатам абонентской оценки мешающего действия токов электрического эха даются рекомендации по включению эхоподавляющих устройств в телефонные каналы на телефонных (ТЛФ) сетях общего пользования и сетях по концепции «Voice over IP» (VoIP), АТМ, сотовых и др.

**Ключевые слова:** электрическое эхо, телефонный канал, эхоподавляющие устройства, абонентская оценка, субъективные методы.

На ТЛФ сетях общего пользования и сетях по концепции VoIP, АТМ, сотовых и др. значительно возрастает время задержки (распространения, задержки) сигнала, что приводит к значительному увеличению числа каналов с токами электрического эха, для борьбы с которыми применяются эхоподавляющие устройства (ЭПУ), которые включаются в каналы по определенным правилам. В литературе и в РД есть определенная путаница – при каком времени задержки ЭПУ долж-

ны включаться в каналы связи. Так, согласно [1], «при междугородной и международной связи для обеспечения заданного качества телефонной передачи в каналы связи должны включаться ЭПУ, если время распространения сигналов по каналу в одном направлении превышает 50 мс».

В то же время в соответствии с [1] «Е.2.1 ЭПУ включается в каналы связи для обеспечения заданного качества передачи речевого сообщения и должны обеспечивать подавление электрического эха для соединений по каналам, где время распространения сигнала в одном направлении превышает 24 мс». Там же читаем в пункте «Е.3.1 Включение эхоподавляющих устройств на АМТС должно производиться в соответствии с РД «Требования по установке эхоподавляющих устройств», утвержденным Минсвязи РФ 05.02.97. [1]». Следует отметить, что указанные РД действуют в настоящее время. В статье приводятся результаты исследований по оценке качества передачи речи каналов с токами электрического эха с использованием субъективных методов: заметности и затруднений. Полученные результаты вошли в РД [1].

#### **Абонентская оценки влияния токов электрического эха на качество передачи речи методом заметности**

Сущность данного метода заключается в том, что подлежащий оценке тракт телефонной передачи поочередно предоставляется не менее чем 12 парам обычных телефонных абонентов, которые после проведения активного двухстороннего разговора выставляют оценки в соответствии с предлагаемым им тестом.

Для оценки влияния на качество передачи только токов эха оценивающим абонентам предлагается следующий тест «Заметность эха и искажений» с пятибалльной шкалой оценок:

Оценка 4 – эхо и искажения незаметны;

Оценка 3 – эхо и искажения заметны, если специально на них обращать внимание;

Оценка 2 – эхо и искажения явно прослушиваются, но не вызывают неприятных ощущений, и с ними можно мириться при обычных телефонных разговорах;

Оценка 1 – эхо и искажения весьма значительны, разговор при наличии таких помех можно вести лишь в исключительных случаях;

Оценка 0 – эхо и искажения чрезвычайно велики и недопустимы при телефонном разговоре.

При анализе результатов исследований и формулировке выводов исходили из четырех классов качества:

- отличное качество, при котором не менее 99% абонентов удовлетворены качеством передачи речи. Среднее значение оценки при этом должно быть не ниже 3,5 балла;

- хорошее качество, при котором не менее 95% абонентов удовлетворены качеством передачи речи. Среднее значение оценки при этом должно быть не ниже 3,0 балла;

- удовлетворительное качество, при котором не менее 50% абонентов удовлетворены качеством передачи речи. Среднее значение оценки при этом должно быть не ниже 1,5 балла;

- неудовлетворительное качество, при котором менее 50% абонентов удовлетворены качеством передачи речи. Среднее значение должно быть ниже 1,5 балла.

Средние значения оценок и процент удовлетворенных качеством передачи речи абонентов (давших оценки 4+3+2 балла) приведены в таблице 1. Схема дисперсионного двухфакторного анализа приведена в виде таблицы. 2.

Анализируя данные таблицы 1, а также результаты дисперсионного двухфакторного анализа (таблица 2), можно отметить, что:

- при оценке по методу заметности изменение времени замедления в канале от 0 до 900 мС приводит к резкому снижению средних значений оценок;

- допустимым временем замедления, с точки зрения критерия «Заметность эха и искажений», в канале связи с эхом является время равное или менее 50 мс, при котором качество передачи речи оценивается как «хорошее».

#### **Абонентская оценка влияния токов электрического эха на качество передачи речи методом затруднений**

Сущность метода затруднений заключается в том, что абоненты, оценивающие тракт телефонной передачи, после ведения активного двухстороннего разговора должны ответить на вопрос: «Испытывали ли Вы затруднения при разговоре?». Ответ должен быть однозначным – «Да» или «Нет».

Оценка качества передачи речи методом затруднений проводилась одновременно с оценками методами мнений и заметности теми же абонентами и при тех же условиях. По полученным ответам при каждом условии определялись проценты абонентов, испытывавших затруднения при разговоре (см. таблицу 3).

Таблица 1. Средние значения оценок и процент удовлетворенных качеством передачи речи абонентов

Время замедления, мс	0	75	150	200	300	400	600
Среднее значение оценки, балл	3,9	2,6	1,4	1	0,63	1,5	1,1
Число удовлетворенных абонентов, %	99,9	85	48	26	11	48	31

Таблица 2. Схема дисперсионного двухфакторного анализа

Компоненты вариации	Варьирование	Число степеней свободы	Оценка дисперсий	Отношение дисперсий	Предельное отношение дисперсий		
					0,05	0,01	0,001
Общая	253,2	191	1,34	–	–	–	–
Между абонентами	15,1	23	0,66	1,2	1,8	2,29	3,0
Между временем замедления	148	7	21,2	38	20	2,7	3,5
Комбинация факторов	90,1	161	0,56	–	–	–	–

Таблица 3. Процент абонентов, испытывавших затруднения при разговоре

Время замедления, мс	0	75	150	200	300	400	600	900
Число абонентов, испытывавших затруднения, %	0	42	54,6	75,6	88,2	71,4	84	92,4

Для определения возможности введения классов качества по методу затруднений сравним полученные результаты исследования влияния токов электрического эха на качество передачи речи, полученные методами заметности (как наиболее критичного метода к подобного рода помехам) и методом затруднений.

С этой целью на рис. 1 приведена зависимость средней оценки, полученная по методу заметности, и зависимость числа абонентов, испытывавших затруднения при ведении разговора, от времени замедления сигнала в канале связи, полученная по методу затруднений. В соответствии с классами качества по методу заметности, на рис. 1 проведены граничные значения времени замедления в канале связи для этих классов. Так, при времени замедления от 0 до 25 мс – качество оценивается как «отличное»; при изменении времени замедления от 25 до 50 мс – как «хорошее»; при изменении от 50 до 150 мс – как «удовлетворительное» и при времени замедления больше 158 мс – как «неудовлетворительное».

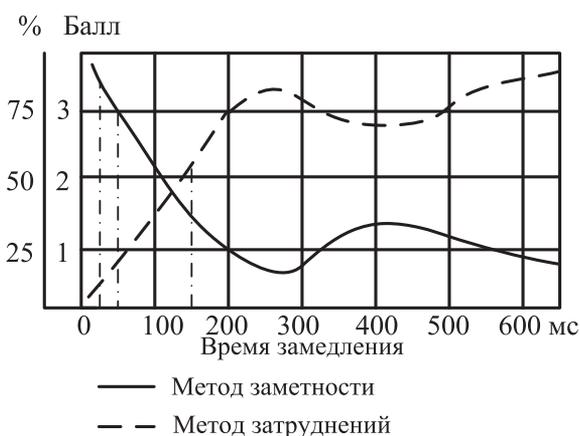


Рис. 1. Зависимости средней оценки и числа абонентов, испытывавших затруднение при разговоре, от времени замедления сигнала в канале связи

В соответствии с этими граничными значениями времени замедления для классов качества по методу заметности можно ввести аналогичные классы качества и по методу затруднений.

При этом предлагается качество передачи речи оценивать как:

- отличное качество, если процент абонентов, испытывавших затруднения при разговоре, не превышает 12,5%;

- хорошее качество, если процент абонентов, испытывавших затруднения при разговоре, не превышает 25%;

- удовлетворительное качество, если процент абонентов, испытывавших затруднения при разговоре, не превышает 50%;

- неудовлетворительное качество, если процент абонентов, испытывавших затруднения при разговоре, превышает 50%.

Анализируя полученные результаты, можно сделать следующие выводы.

1. Для оценки мешающего действия токов электрического эха на качество передачи речи можно рекомендовать абонентские методы – метод заметности и затруднений.

2. Допустимым временем замедления, с точки зрения критерия «Заметность эха и искажений», в канале связи с эхо является время равное или менее 50 мс, при котором качество передачи речи оценивается как «хорошее».

### Литература

1. Министерство связи РФ. Система автоматизированной телефонной связи общего пользования. Требования по установке эхоподавляющих устройств. Руководящий документ. Утвержден Минсвязи РФ 05.02.97.
2. Министерство РФ по связи и информатизации. Руководящий документ отрасли. Станции телефонные автоматические цифровые междугородные для применения на взаимоувязанной сети связи РФ. Общие технические требования. РД 45.158-2000. ЦНТИ «Информсвязь», Москва, 2002.

## ESTIMATION OF STIRRING ACTION OF CURRENTS OF THE ELECTRIC ECHO IN MODERN TELEPHONE SYSTEMS

Ivanov V.I.

**By results of a user's estimation of stirring action of currents of an electric echo recommendations about inclusion echo canceller devices in telephone channels on PSTN and networks under the concept «Voice over IP» (VoIP), ATM, cellular are made, etc.**

*Keywords: an electric echo, the telephone channel, echo canceller devices, a user's estimation, subjective methods.*

Иванов Вячеслав Ильич, к.т.н., доцент Кафедры «Системы связи» Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики. Тел. 8-927-260-23-11; (8-846) 202-62-84. E-mail: v.i.ivanov@mail.ru

## ТЕХНОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ И СЕТЕЙ

УДК 004.42

### ПОСТРОЕНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ АЛГОРИТМОВ ПОВЕДЕНИЯ ПРОГРАММНЫХ АГЕНТОВ МЕТОДАМИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Кольчугина Е.А.

Предложен способ создания параллельных алгоритмов на основе матричной промежуточной структуры с использованием описания алгоритма в виде древовидной структуры. Введены операции над древовидными структурами, позволяющие получать параллельные алгоритмы методами генетического программирования. Выделены и рассмотрены логические уровни, на которых протекает эволюция алгоритмов поведения программных агентов.

*Ключевые слова:* параллельный алгоритм, генетическое программирование, программный агент, эволюция

### Введение

Одним из способов создания самоорганизующихся программных систем является применение такого класса моделей теории искусственной жизни, как создание искусственных миров. Программная система при этом представляет собой совокупность независимых активных единиц – агентов, которые, находясь в специальном образом устроенной среде, постепенно адаптируются к ней, подобно живым организмам в природе. Адаптация происходит либо путем изменения самого агента, либо путем подстройки его параметров, например весов нейронной сети. В первом