

3. Yuan Yujin, Zhao Peihua, Zhou Qun, Research of Speaker Recognition Based on Combination of LPCC and MFCC, – IEEE, 2010.
4. W. M. Campbell, D. E. Sturim, and D. A. Reynolds, Support Vector Machines Using GMM Supervectors for Speaker Verification, – IEEE Signal Processing Letters, vol. 13, 5, May 2006.
5. Р.Х. Садыхов, В.В. Ракуш, Модели гауссовых смесей для верификации диктора по произвольной речи, – Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники П. Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь.

SIMULATION OF A SPEAKER VERIFICATION PROCEDURE BASED ON MEL-CEPSTRUM COEFFICIENTS OF SPEECH SIGNAL

Maslov S.O., Gorlov A.I.

Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University

The work represents a simulation of speaker verification algorithm based on the Gaussian Mixture Models (GMM). The algorithm of verification checks two simple hypotheses: speech signal belongs to the speaker or universal background model. Mel-frequency cepstrum coefficients (MFCC) are used as features of a speech signal. The paper describes stages of models learning and models selection. Procedures of learning and selection of models are represented in the form of learning curves. Learning curve is the dependence of the averaged logarithmic likelihood function from the number of MFCC vectors for learning. The results of the final test for independent samples of speech signals are represented as probabilities of the events: true speaker verification, pass the speaker, false speaker verification and background verification.

АЛГОРИТМ ЦИФРОВОЙ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В НАВИГАЦИОННОЙ АППАРАТУРЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

асп. Днепров Д.В., асп. Ипполитов С.П.

Национальный исследовательский университет «МЭИ».

Рассмотрен алгоритм цифровой пространственно-временной обработки сигналов в навигационной аппаратуре потребителей. Проведена оценка влияния неидентичности частотных характеристик каналов РЧБ на коэффициент подавления помехи. Проведено экспериментальное исследование характеристик блока подавления помех при воздействии помех различных типов. Показано, что аппаратный и программный (теоретический) АПП дают схожий коэффициент подавления помехи при уровне мощности помехи, при котором РЧБ находится в линейном режиме.

К современной навигационной аппаратуре потребителей СРНС предъявляются высокие требования по помехоустойчивости. Одним из эффективных методов подавления помех является применение антенных решеток (АР). Принцип работы приемника с АР основан на обработке процессов с выхода антенных элементов (АЭ), в результате которой происходит улучшение условий приема полезных сигналов (компенсация помехового процесса, когерентное сложение полезного сигнала с выходов АЭ). Этот подход принято называть пространственной обработкой сигналов (ПОС).

Алгоритм формирования ВВК в АР в форме компенсатора с минимумом мощности процесса на выходе АР

Структурная схема АКП, реализующая пространственно-временной алгоритм подавления помех (Ц), изображена на рисунке 5 (для M отводов по времени).

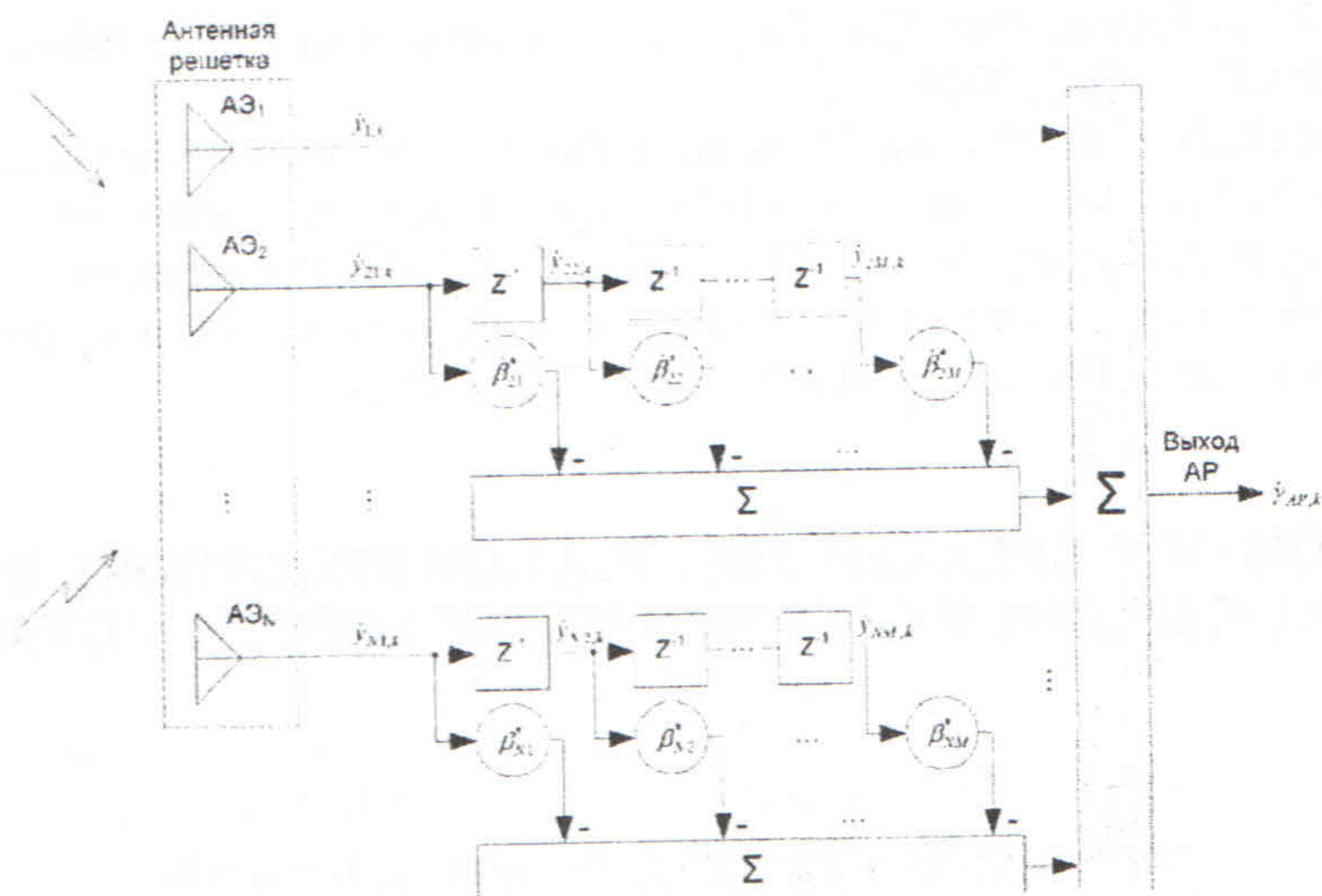


Рисунок 5. Структурная схема АКП согласно алгоритму ПВОС

На рисунке 1

Рисунок 5 в компенсационных каналах расположены многоотводные линии задержки (элемент задержки обозначен Z^{-1}), на отводах которых выполняется умножение на весовые коэффициенты (по сути КИХ-фильтр). При отсутствии элементов задержки получается пространственный алгоритм подавления.

Вектор наблюдений компенсационных каналов записывается в виде:

$$\dot{y}_k = [\dot{y}_{21,k} \ \dot{y}_{22,k} \ \dots \ \dot{y}_{2M,k} \ \dot{y}_{31,k} \ \dot{y}_{32,k} \ \dots \ \dot{y}_{3M,k} \ \dots \ \dot{y}_{N1,k} \ \dot{y}_{N2,k} \ \dot{y}_{NM,k}]^T, \quad (2)$$

где связь между элементами вектора описывается соотношением $\dot{y}_{i,j,k} = \dot{y}_{i,1,k-j+1}$.

Преобразование в АР:

$$\dot{y}_{AP,k} = \dot{y}_{1,k} - \dot{\beta}^\dagger \dot{y}_k, \quad (3)$$

$$\dot{\beta} = [\dot{\beta}_{21} \ \dot{\beta}_{22} \ \dots \ \dot{\beta}_{2M} \ \dot{\beta}_{31} \ \dot{\beta}_{32} \ \dots \ \dot{\beta}_{3M} \ \dots \ \dot{\beta}_{N1} \ \dot{\beta}_{N2} \ \dots \ \dot{\beta}_{NM}]^T$$

Оптимальный вектор весовых коэффициентов (ВВК) по критерию минимума мощности процесса на выходе АР:

$$\dot{\beta}_{opt} = \mathbf{R}_{yy}^{-1} \mathbf{r}_{y_1 y}, \quad (1)$$

где $\mathbf{r}_{y_1 y} = M[\dot{y}_1^* \dot{y}]$ - вектор ковариаций между опорным и компенсационными каналами, $\mathbf{R}_{yy} = M[\dot{y} \dot{y}^\dagger]$ - ковариационная матрица процессов компенсационных каналов.

Для реализации алгоритма АКП требуется лишь знание ковариационных свойств процессов на выходах АЭ. Если принять эти процессы эргодическими, то операцию вычисления математического ожидания можно заменить операцией усреднения на некотором временном интервале T , получив тем самым оценку ковариационной матрицы и вектора взаимной ковариации:

Основным показателем качества работы АКП служит коэффициент подавления помехи (КПП), который определяется как отношение мощности процесса в основном канале к мощности процесса на выходе АКП:

$$K_{\Pi} = \frac{P_{y_1}}{P_{y_{AP}}} \quad (5)$$

Исследование влияния неидентичности частотных характеристик приемных трактов

В [2] подробно описано влияние неидентичности каналов приема на КПП в виде пространственного АКП.

Проведена оценка неидентичности частотных характеристик каналов РЧБ. На рисунке 6 показаны относительные АЧХ **Ошибка! Источник ссылки не найден.** каналов РЧБ.

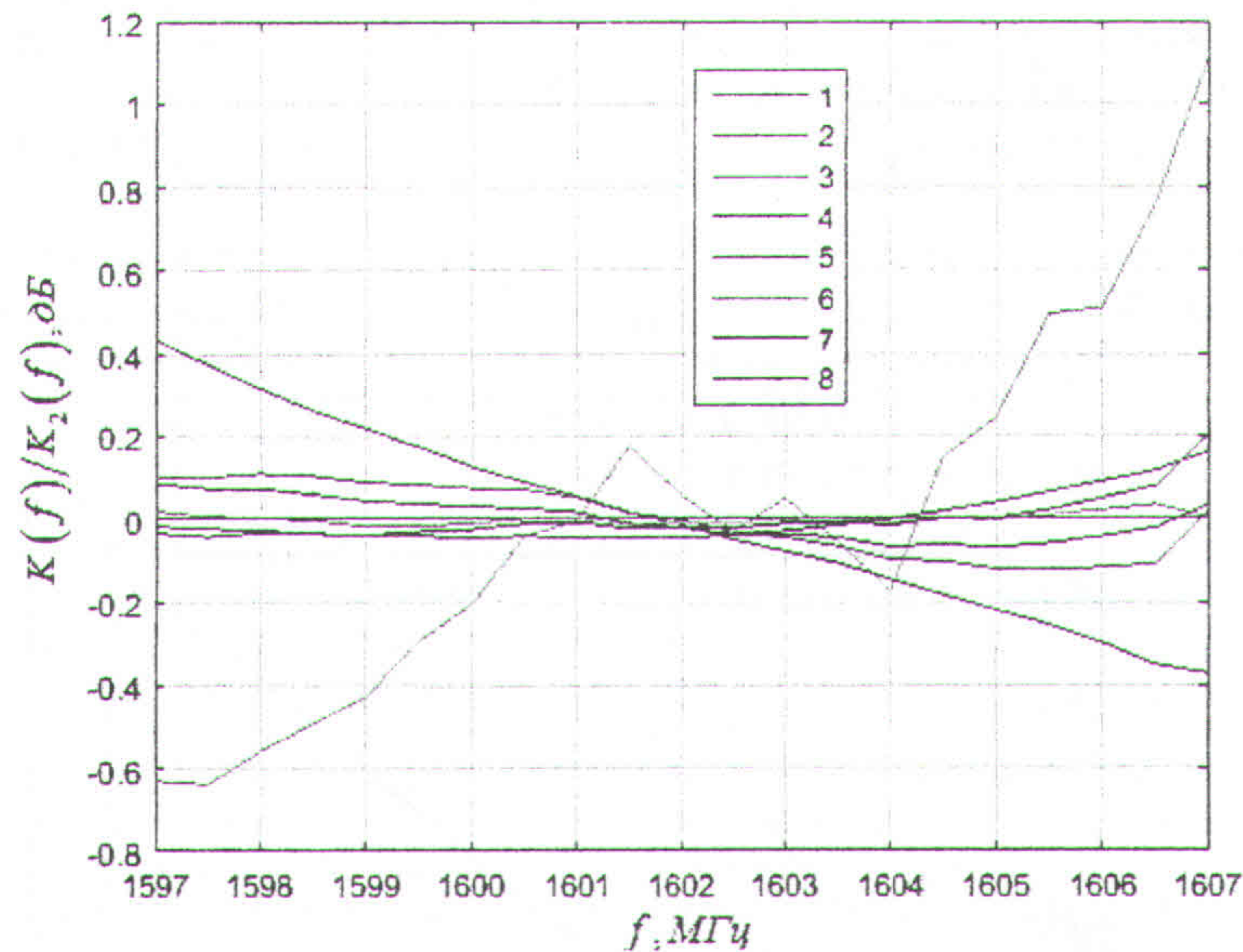


Рисунок 6. Относительные АЧХ каналов РЧБ. За опорный канал принят канал №2

Из приведенного графика видно, что значительно отличаются относительные коэффициенты передачи для каналов № 1 и № 3. Для остальных каналов размах максимума и минимума относительной АЧХ составляет порядка 0.2-0.4 дБ. Для полученного максимального размаха 0.4 дБ (каналы РЧБ, кроме № 1 и № 3) теоретический предел достижимого КПП по наихудшей помехе составляет $K_{П,наихудшая} \leq 33.6$ дБ. В случае канала № 1 размах составляет 0.8 дБ, что приводит к ограничению на КПП по наихудшей помехе $K_{П,наихудшая} \leq 27.6$ дБ. В [2] показано, что КПП при воздействии полосовой помехи следует ожидать примерно на 5 дБ выше, чем КПП при воздействии наихудшей помехи.

При данных условиях экспериментально (обработка выборок АЦП в Matlab, программный АПП) получены максимальные значения коэффициента подавления при входных воздействиях при различных входных воздействиях.

При проведении эксперимента в равных условиях (при одинаковом входном воздействии) исследовались следующие алгоритмы:

- ПОС (7 каналов),
- ПВОС (7 каналов, 5 отводов по времени),
- ПВОС (7 каналов, 10 отводов по времени),
- ПВОС (7 каналов, 20 отводов по времени).

Объем выборки сигналов АЦП – по 1024 отсчета для каждого канала.

Результаты проведенных экспериментальных исследований представлены в таблице 1, в первой колонке указаны тип помехи, значение J/S и значение мощности помехи $P_{П}$ на входе РЧБ при которых достигнут максимум КПП.

Таблица 1

	ПОС (7)	ПВОС (7,5)	ПВОС (7,10)	ПВОС (7,20)
Гармоническая помеха $J/S = 99$ дБ, $P_{П} = -51$ дБВт	57,5	58,9	58,9	59,3
Две гармоники $J/S = 96$ дБ, $P_{П} = -54$ дБВт	50,8	56,0	56,2	56,2
ФМн-помеха $\Delta F = 1$ МГц $J/S = 90$ дБ, $P_{П} = -60$ дБВт	48,4	52,7	52,8	53,0
Полосовая помеха $\Delta F = 15$ МГц $J/S = 89$ дБ, $P_{П} = -61$ дБВт	34,7	50,9	51,1	51,1

Из таблицы 1 следует, что существенная разница между алгоритмами ПОС и ПВОС сказывается при действии полосовой помехи (отличие КПП около 16 дБ). Алгоритм ПВОС с пятью отводами во

времени незначительно (0.2 дБ) уступает алгоритмам ПВОС с 10 и 20 отводами во времени. Однако, практическая реализация алгоритма с пятью отводами значительно проще, что в совокупности с малыми потерями дает ему значительное преимущество перед остальными алгоритмами.

Полученные значения КПП при воздействии полосовой помехи для алгоритма ПОС с учетом измерений неидентичности ЧХ трактов согласуются с теоретической оценкой верхней границы КПП [2].

Проверка работоспособности аппаратного АПП проводилась в сравнении с программным АПП при воздействии полосовой помехи. Результат эксперимента графически представлен на рисунке 3.

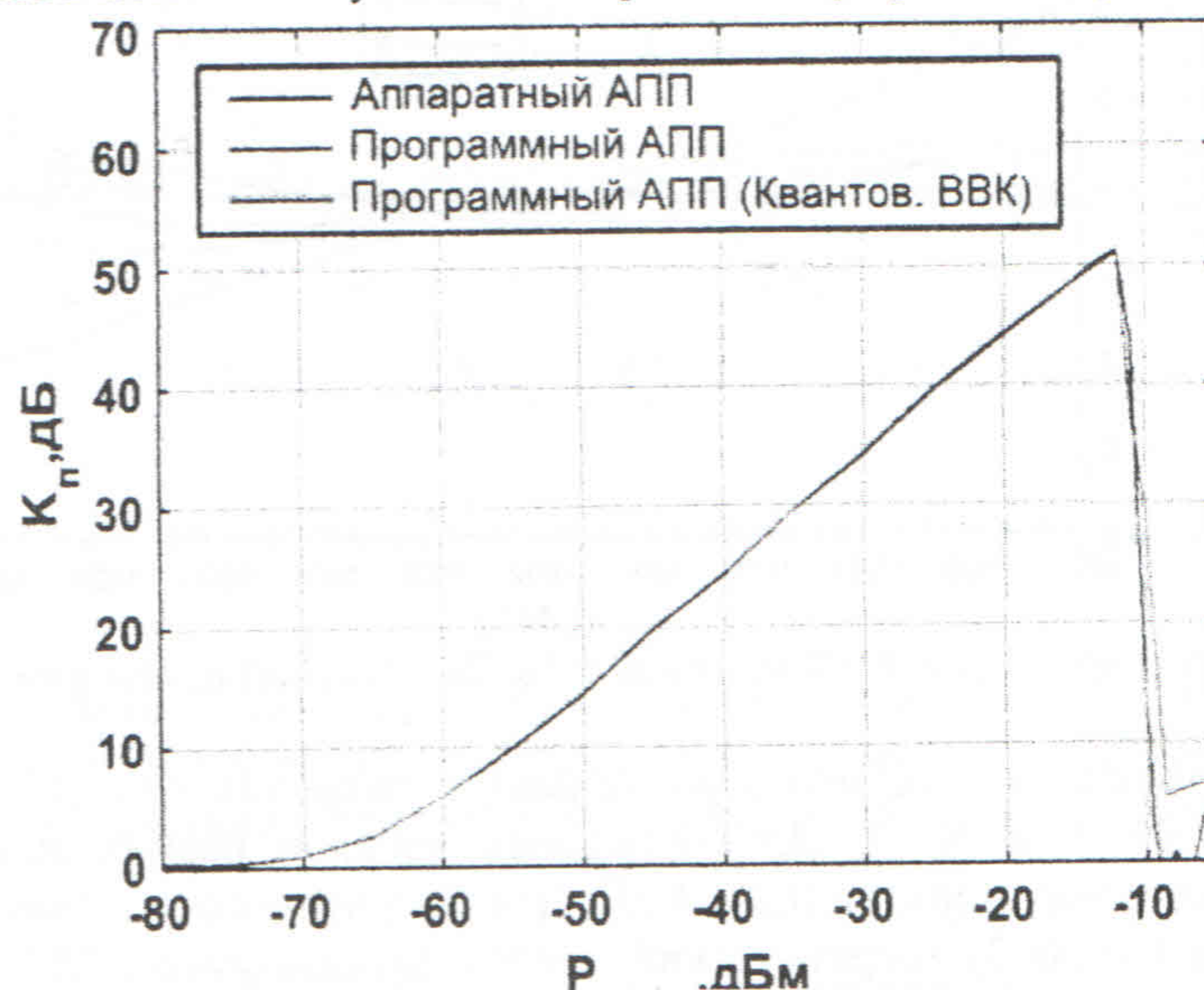


Рисунок 3. Зависимость КПП от уровня полосовой помехи при аппаратной и программной обработке. Из рисунка видно, что аппаратный и программный АПП показывают одинаковый КПП при уровне мощности помехи, при которых РЧБ находится в линейном режиме.

Литература

1. Монзинго Р.А., Миллер Т.У. Адаптивные антенные решетки. Введение в теорию. Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1986, 448 с., ил.
2. Харисов В.Н., Быстраков С.Г., Пастухов А.В., Сизов Р.Н. Метод задания требований к неидентичности каналов компенсаторов помех. – Радиотехника, 2007, №7.

ALGORITHM OF DIGITAL SPATIO-TEMPORAL SIGNAL PROCESSING IN APPLICATION TO THE NAVIGATION RECEIVERS

Dneprov D.V., Ippolitov S.P.

National Research University
"Moscow Power Engineering Institute"

This article describes an algorithm of digital spatio-temporal signal processing in application to the navigation receivers. The estimation of influence of non-identical frequency characteristics of frontend's channels on interference suppression ratio is made. An experimental study of interference suppression unit's characteristics under impact of different types of interferences is held. The hardware and software (theoretical) interference suppression unit models show similar interference suppression ratio at such noise power level where frontend is in linear mode.



19-я Международная конференция

**ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ
И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ**

DSPA -2017, Москва, Россия

19th International Conference

DIGITAL SIGNAL PROCESSING

DSPA -2017, Moscow, Russia

ДОКЛАДЫ

PROCEEDINGS



МИНОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

AUTEX Ltd.



IEEE Region 8

МОСКВА 2017

УДК 621.391:004(082)
ББК 32.511
Ц75

19-я Международная конференция «Цифровая обработка сигналов и ее применение – DSPA-2017», Москва, Россия, доклады.

УДК 621.391:004(082)
ББК 32.511
Ц75

Рецензенты:

проф. Бартенев В.Г., проф. Брюханов Ю.А., проф. Витязев В.В.,
проф. Дворкович В.П., член-корр. РАН Дворкович А.В., проф. Джиган В.И.,
член-корр. РАН Зубарев Ю.Б., д.т.н. Приоров А.Л., проф. Прохоров Ю.Н.,
проф. Санников В.г., проф. Скачко Ю.В., проф. Сперанский В.С.,
проф. Фаворская М.Н., проф. Шинаков Ю.С.

ISBN 978-5-905278-29-7

© Авторы докладов
© РНТОРЭС имени А.С. Попова

ОРГАНИЗАТОРЫ:

- Российское научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи имени А.С. Попова
- Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН
- Компания AUTECH Ltd.
- Российская секция IEEE
- IEEE Signal Processing Society
- Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН
- Институт проблем передачи информации РАН
- Московский научно-исследовательский телевизионный институт (ЗАО «МНИТИ»)

ПРИ УЧАСТИИ:

- Федеральное агентство по промышленности РФ
- Министерство образования и науки РФ
- Институт проблем информатики РАН
- ОАО «РТИ»
- ОАО «ГСКБ «АЛМАЗ-АНТЕЙ»
- ЗАО «Инструментальные системы»
- НТЦ «МОДУЛЬ»
- ЗАО «СКАН Инжиниринг Телеком»
- ОАО «Концерн «СОЗВЕЗДИЕ»
- ГУП НПЦ «ЭЛВИС»
- Владимирский государственный университет
- Московский физико-технический институт (университет)
- Московский авиационный институт (университет)
- Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
- Московский технологический университет
- Московский институт электронной техники (университет)
- Московский технический университет связи и информатики
- Московский энергетический институт (университет)
- Рязанский государственный радиотехнический университет
- Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. А.М. Бонч - Бруевича
- Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)
- Ульяновский государственный технический университет
- Ярославский государственный университет

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ:

Председатель Международного комитета: академик РАН **Гуляев Юрий Васильевич**

Сопредседатели: академик РАН **Васильев С.Н.**, академик РАН **Каляев И.А.**,
Кирпичников А.П. академик РАН **Сигов А.С.**,
академик РАН **Федоров И.Б.**

Программная группа Международного оргкомитета:

Председатель Программной группы: член-корр. РАН **Зубарев Юрий Борисович**

Члены Программной группы: проф. Аджемов А.С. (Россия), член-корр. РАН Борисов В.И. (Россия), д.т.н. Борисов Ю.И. (Россия), академик РАН Бугаев А.С. (Россия), проф. Витязев В.В. (Россия), проф. Лукин В.В. (Украина), проф. Митра М. (США), проф. Петровский А.А. (Белоруссия), проф. Сарاماки Т. (Финляндия), член-корр. РАН Черепенин В.А. (Россия).

АДМИНИСТРАТИВНАЯ ГРУППА Международного оргкомитета: проф. Бартенев В.Г., проф. Брюханов Ю.А., проф. Васильев К.К., член-корр. РАН Дворкович А.В., проф. Дворкович В.П., проф. Джиган В.И., Зубарев Р.В., проф. Пожидаев В.Н., д.т.н. Приоров А. Л., проф. Прохоров Ю.Н., доц. Самсонов Г.А., проф. Санников В.Г., доц. Сергиенко А.Б., проф. Скачко Ю.В., проф. Солонина А.И., проф. Соколов И.А., проф. Сперанский В.С., доц. Стешенко В.Б., проф. Фаворская М.Н., проф. Чобану М.К., проф. Шинаков Ю.С., проф. Ямпурин Н.П.

19-я Международная конференция

ДОКЛАДЫ

Серия: Цифровая обработка сигналов и её применение
Выпуск: XIX; Том-1

107031, Москва, К-31, ул. Рождественка, д.:6/9/20, стр.1

Исполнительная Дирекция РНТОРЭС им. А.С. Попова

Телефоны:	E-mail:
(903) 201-53-33 организация	rntores@mail.ru
(903) 774-33-45 доклады	doklad-rntores@mail.ru
(903) 221-79-79 финансы	vznos-rntores@mail.ru
Сайт: http://www.rntores.ru/	

Отпечатано по заказу РНТОРЭС им. А.С. Попова
в типографии

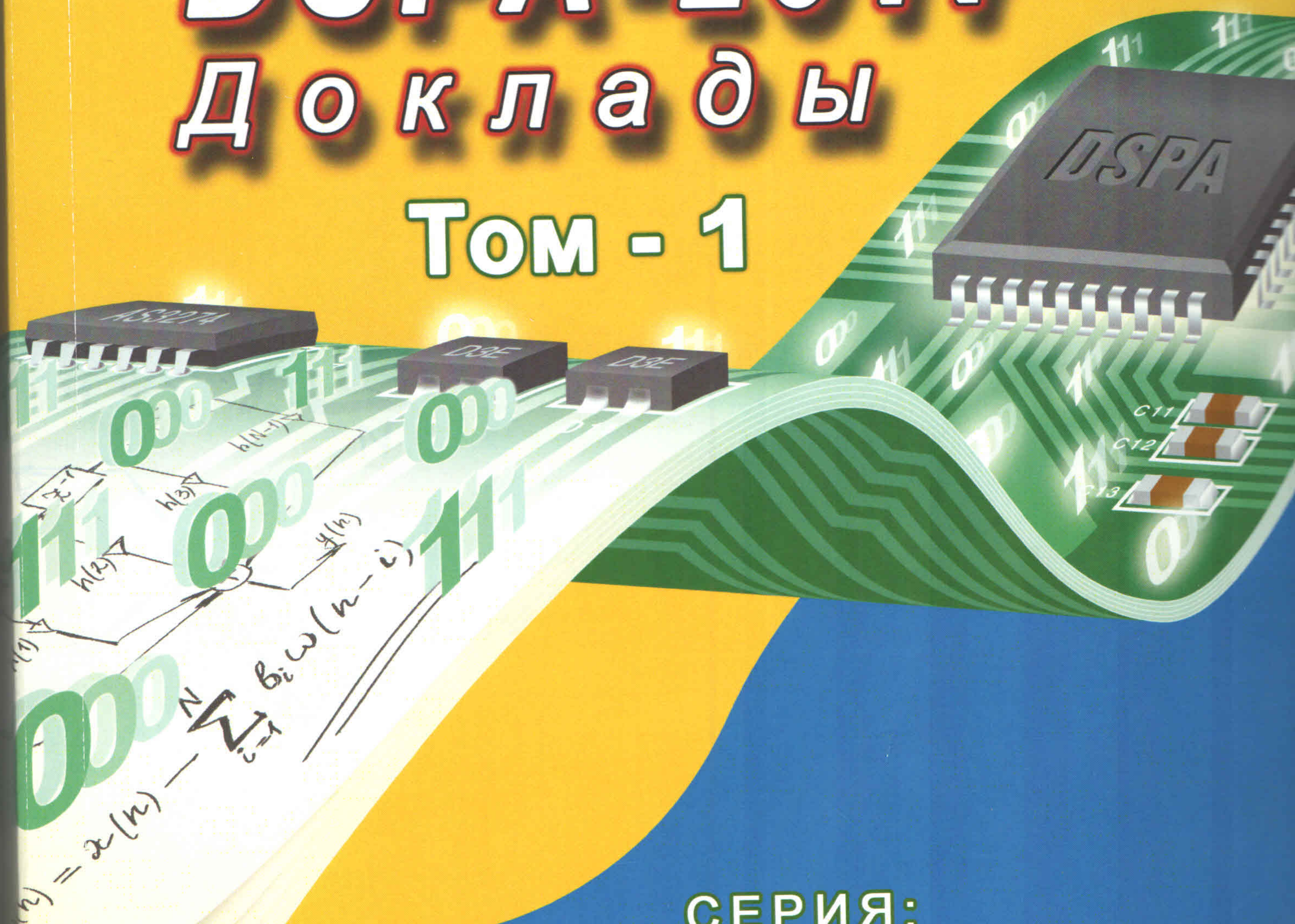
111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, 8
Тираж экз., заказ № 94

19-я Международная Конференция

DSPA-2017

Доклады

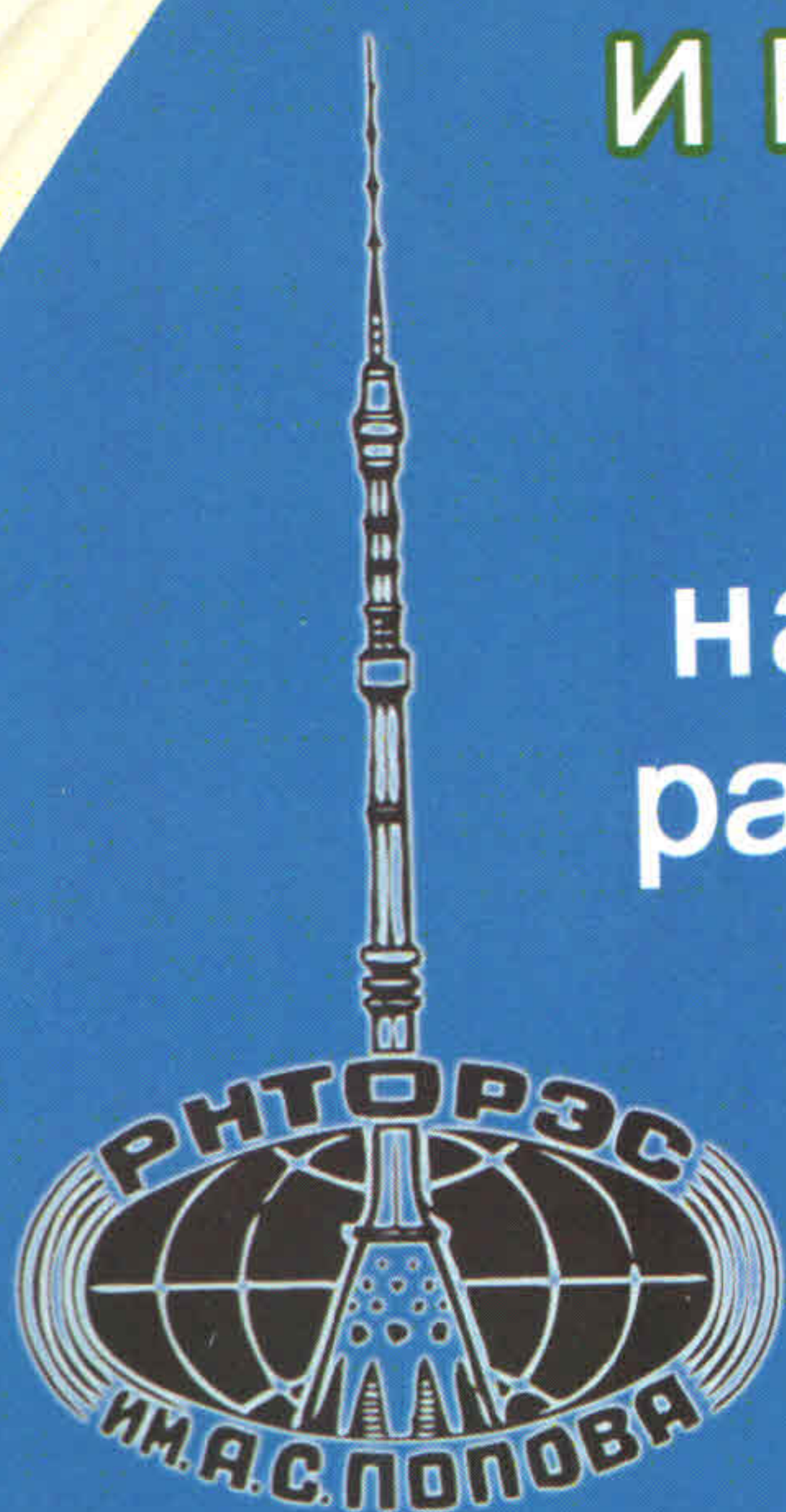
Том - 1



СЕРИЯ:

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ
И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ (выпуск: XIX-1)

Российское
научно-техническое общество
радиотехники, электроники и связи
имени А.С. Попова



Москва - 2017