

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертационную работу Джамил Джалил Садун Джамил
«Адаптивный алгоритм передачи изображений по беспроводной линии связи
на основе MIMO-принципа»,

Проблема передачи изображения в условиях многопутного распространения сигналов в среде с переотражениями, обусловленными плотной застройкой городской местности, приобретает все большую актуальность в связи с развитием радиосвязи, например, при широком распространении беспилотных средств наблюдения земной поверхности. В результате в точку приема поступает множество копий исходного сигнала с амплитудно-фазовыми искажениями и различной задержкой, что приводит к искажению изображений. Особенностью адаптивной пространственной обработки является возможность разделить источники сигнала (пути) за счет формирования характеристики направленности приемной антенны и выделить только один, а остальные подавить. Такой подход позволяет снизить интерференцию сигналов в приемной антенне, а, следовательно, существенно уменьшить вероятность битовой ошибки и снизить среднеквадратические ошибки изображений, полученных в приёмной системе оператора, что особенно актуально для систем связи с пространственным кодированием, которые позволяют увеличить пропускную способность канала за счет параллельных пространственных потоков в общей полосе частот (в системе MIMO).

Актуальной задачей является модернизация адаптивного алгоритма для пространственной фильтрации сигналов изображений; выполнение компьютерного моделирования, подтверждающего работоспособность и эффективность модели 3D-WiMAX-канала и системы беспроводной связи и адаптивного алгоритма системы беспроводной связи на основе антенных решеток. Таким образом, диссертационные исследования направлены на разработку и исследование алгоритма обработки сигналов изображений в радиотехнических устройствах и системах различного назначения, в том числе синтез и оптимизация алгоритмов обработки, что соответствует пункту 5 паспорта специальности 2.2.13 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Согласно разработанному алгоритму аспирантом написаны программы в пакете прикладных программ МАТГАВ, позволяющие анализировать характеристики предложенного алгоритма обработки сигналов изображений, что соответствует пункту 16 паспорта специальности 2.2.13.

Оценивая выполнение сформулированных перед аспирантом задач, следует отметить их широкий научный диапазон, необходимость системного подхода, современного математического аппарата и применения машинного моделирования алгоритма обработки сигналов изображений. Увлечённость, умение критически оценивать результаты своих исследований – качества, которые проявил аспирант в ходе выполнения работы. Полученные

аспирантом Джамил Джалил Садун Джамил результаты свидетельствуют, что он обладает качествами, необходимыми для серьёзной научной деятельности.

К новым научным результатам диссертационной работы можно отнести:

1. Адаптивный алгоритм для систем связи, основанных на применении антенных решеток, который за счет взвешенной обработки сигналов изображений на выходах антенной решетки, сформирует пространственную характеристику направленности приемной антенны. Это позволяет существенно снизить вероятность битовой ошибки, тем самым повышая спектральную эффективность выделенной полосы.

2. Трехмерная модифицированная модель канала WiMAX для воздушной среды распространения сигналов, которая позволяет учитывать геометрические особенности антенной системы, перемещения приемника, а также различные объекты в канале связи, от которых могут отражаться сигналы изображений.

3. Предложено использовать пространственные методы обработки сигналов на основе антенных решеток и мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов, что в совокупности с модернизированным алгоритмом адаптации позволяет беспроводным системам связи минимизировать среднеквадратическую ошибку полученных в приёмнике изображений в канале с множественными переотражениями сигналов, обусловленными плотной застройкой зоны покрытия радиосвязи.

Практическая значимость модернизированного алгоритма адаптации в канале WiMAX заключаются в снижении вероятности битовой ошибки для систем SISO на 2 порядка при отношении сигнал/шум 0 дБ и на 3 порядка при отношении сигнал/шум 2 дБ. Аналогично для системы MIMO вероятность битовой ошибки снижается в 40 раз при отношении сигнал/шум 5 дБ. В отсутствии прямой видимости и при том же отношении сигнал/шум вероятность ошибки снижается в 16,6 раза при отношении сигнал/шум 5 дБ. В работе также исследована передача различных типов изображений по каналу связи. Применение адаптивного алгоритма при передаче чёрно-белого изображения позволила добиться интегрального снижения нормированного значения среднеквадратичной ошибки передачи изображения до значения, близкого к нулю, при отношении сигнал/шум 10 дБ для SISO системы и до $3,5 \cdot 10^{-3}$ при отношении сигнал/шум 10 дБ для системы MIMO.

По теме диссертации опубликовано 7 статей, из них 3 статьи в журналах списка ВАК, 4 в SCOPUS и Web of Science, и 2 индексированы в РИНЦ.

В целом, диссертационная работа Джамил Джалил Садун Джамил включает постановку и решение актуальной научной задачи разработки адаптивного алгоритма передачи сигналов изображений по беспроводной линии радиосвязи на основе MIMO-принципа. Это свидетельствует о зрелости и самостоятельности диссертанта как научного работника.

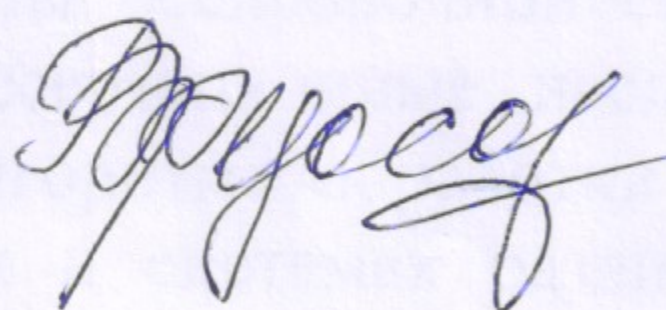
Остановливаясь на характеристике общественной и научно-педагогической деятельности аспиранта, следует отметить, что Джамил Джалил Садун Джамил за время работы над диссертацией проявил себя высококвалифицированным специалистом в области радиотехники, способным к самостоятельным исследованиям.

Считаю, что диссертационная работа Джамил Джалил Садун Джамил представляет собой исследование в области разработки и исследования алгоритмов обработки пространственно-временных сигналов с целью снижения вероятности битовой ошибки и повышения спектральной эффективности для систем беспроводной связи. Работа выполнена на достаточном научном и прикладном уровне, ее содержание соответствует специальности 2. 2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения», а Джамил Джалил Садун Джамил заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Научный руководитель, доктор технических наук, профессор Федосов Валентин Петрович, профессор кафедры теоретических основ радиотехники Института радиотехнических систем и управления Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет», Институт радиотехнических систем и управления, Адрес: 347922, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44, Тел. 8 (8634) 371632, e-mail: vpfedosov@sfedu.ru.

Я, Федосов Валентин Петрович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

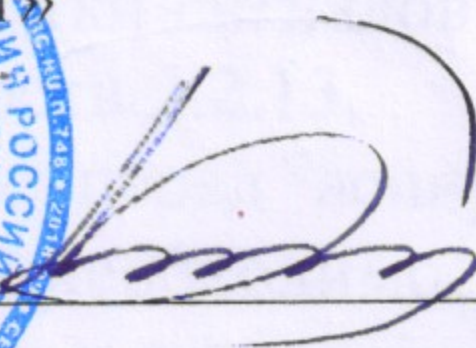
26 августа 2023 г.



В.П. Федосов

Подпись профессора кафедры теоретических основ радиотехники В.П. Федосова заверяю.

Директор института радиотехнических систем и управления
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»



А.С. Болдырев