

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Зиминой Светланы Валерьевны  
на тему «Флуктуации в многоканальных адаптивных системах»,  
представленной на соискание учёной степени  
доктора физико-математических наук  
по специальности 01.04.03 – Радиофизика.

Работа Зиминой С.В. посвящена разработке методов анализа характеристик многоканальных адаптивных систем различной структуры (адаптивных антенных решёток – ААР и искусственных нейронных сетей – ИНС) с учётом флуктуаций весовых коэффициентов. Флуктуации весовых коэффициентов в адаптивных системах, возникающие из-за статистические связи весового вектора и вектора входных сигналов, приводят к появлению остаточной мощности помехи на выходе (эффекту рассогласования). Флуктуации также могут привести к подавлению выделяемого полезного сигнала (эффекту «перекомпенсации») на выходе системы. Оба эти эффекта негативным образом сказываются на качестве работы ААР и ИНС. По этой причине разработка методов расчёта статистических характеристик многоканальных адаптивных систем с учётом флуктуаций вектора весовых коэффициентов является также решением проблемы повышения качества настройки многоканальных адаптивных систем. И это определяет *актуальность темы исследования.*

В диссертационной работе разработаны методы для трёх адаптивных алгоритмов – дискретного градиентного алгоритма с многократными линейными ограничениями на диаграмму направленности, алгоритма рекуррентного обращения выборочной оценки корреляционной матрицы входных сигналов и алгоритма Хэбба. Указанные алгоритмы использовались для настройки трёх типов многоканальных адаптивных систем – ААР без нелинейной функции в цепи корреляционной обратной связи, ААР с нелинейной функцией в цепи обратной связи и многослойных полносвязных искусственных нейронных сетей. Представленные в автореферате формулы и графики дают частичную возможность сравнения влияния флуктуаций как на различные адаптивные системы с одним и тем же алгоритмом настройки, так и

на одну и ту же адаптивную систему с различными алгоритмами настройки. Это представляет одно из несомненных достоинств работы.

Результаты, приведённые в диссертации, обладают *научной новизной*. Автором впервые в предположении негауссовской статистической зависимости между весовым вектором и вектором входных сигналов были разработаны методы расчёта статистических характеристик с учётом флуктуаций весовых коэффициентов для ААР с нелинейной функцией в цепи обратной связи и для многослойных полносвязных искусственных нейронных сетей.

Полученные в диссертации результаты обладают высокой степенью *достоверности*. Это связано со сравнимостью аналитических результатов, полученных на основе статистического анализа, с общими результатами, найденными методами компьютерного моделирования. Автором были созданы компьютерные имитационные модели всех адаптивных антенных решёток и искусственных нейронных сетей, для которых в диссертационной работе были разработаны методы анализа. Это также является достоинством диссертации.

Результаты, представленные в диссертационной работе, достаточно *хорошо апробированы*. Они были доложены на 28 международных и российских конференциях. Результаты диссертации были опубликованы в 1 коллективной монографии, 30 статьях в журналах, включённых в Список ведущих научных журналов и изданий, утверждённый ВАК РФ. Среди указанных публикаций 9 публикаций были в журналах, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования Scopus и Web of Science.

По материалам, изложенным в автореферате, имеются *замечания*:

1. В автореферате отсутствуют формулы коэффициентов усиления и коэффициентов направленного действия адаптивных антенных решёток, полученных с учётом флуктуаций весового вектора, хотя данные характеристики очень важны для практики.

Отмеченные замечания не снижают высокой оценки качества проведенных исследований и могут рассматриваться как предложения для развития исследований. Автореферат диссертации производит в целом положительное впечатление.

Считаем, что диссертационная работа «Флуктуации в многоканальных адаптивных системах» удовлетворяет всем квалификационным требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор – Зими́на Светлана Валерьевна заслуживает присуждения ей учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика.

Отзыв составили:

Главный конструктор ЗРК «Бук»,  
начальник НИО

Поисов Дмитрий Александрович

«17» ноября 2021 года

Старший научный сотрудник,  
кандидат технических наук,  
старший научный сотрудник

Расолько Николай Михайлович

«17» ноября 2021 года

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «НАУЧНО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ ИМЕНИ В.В. ТИХОМИРОВА»

Россия, 140180, г. Жуковский, ул. Гагарина, д.3, тлф. +7(495) 556-23-48, e-mail:  
[niip@niip.ru](mailto:niip@niip.ru)

Подписи Поисова Д.А. и Расолько Н.М. заверяю

Ученый секретарь,  
доктор технических наук



Кауфман Геннадий Владимирович

«17» ноября 2021 года