

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.111.02 (Д 002.231.02),  
созданного на базе Федерального государственного бюджетного учреждения  
науки Института радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова  
Российской академии наук, по диссертации на соискание ученой степени  
доктора наук.**

аттестационное дело N \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 26 ноября 2021 г., №20.

**О присуждении Зиминой Светлане Валерьевне, гражданке России ученой степени доктора физико-математических наук.**

Диссертация на тему «Флуктуации в многоканальных адаптивных системах» по специальности 01.04.03 «Радиофизика», принята к защите 23 июля 2021, протокол № 12, диссертационным советом 24.1.111.02 (Д 002.231.02) созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Российской академии наук (125009, Москва, ул. Моховая, 11/7) (приказ Рособнадзора о создании совета № 2397-1958 от 21.12.2007 г.; приказ Минобрнауки РФ о продлении деятельности совета № 714/нк от 02.11.2012 г.).

Соискатель Зимина Светлана Валерьевна, 1973 года рождения, в 2002 году защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Влияние флуктуаций весового вектора на статистические характеристики адаптивных антенных решёток» в диссертационном совете, созданном на базе Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского.

В период подготовки докторской диссертации соискатель Зимина Светлана Валерьевна работала в Акционерном обществе «Федеральный научно-производственный центр «Нижегородский научно-исследовательский институт радиотехники» (АО «ФНПЦ «ННИИРТ») в должности старшего научного сотрудника.

**Научный консультант: Бляхман Александр Борисович**, доктор технических наук, главный конструктор по направлению Акционерного общества «Федеральный научно-производственный центр «Нижегородский научно-исследовательский институт радиотехники».

**Официальные оппоненты:**

**Леухин Анатолий Николаевич**, доктор физико-математических наук, ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», проректор по научной работе и инновационной деятельности – директор программы развития опорного университета.

**Козлов Анатолий Иванович**, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский государственный технический университет гражданской авиации», профессор кафедры технической эксплуатации радиоэлектронного оборудования воздушного транспорта.

**Неровный Валерий Владимирович**, доктор технических наук, доцент, Акционерное общество научно-внедренческое предприятие «ПРОТЕК», ведущий научный сотрудник отдела перспективных технологий и разработок,

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – Публичное акционерное общество «Радиофизика» (ПАО «Радиофизика»), в своем положительном отзыве, подписанном к.т.н. С.А.

Топчиевым, Заместителем Генерального директора – Главным конструктором предприятия, и утверждённым Генеральным директором, к.т.н., доцентом Б.А. Левитаном, **отмечает**, что тема диссертации С.В. Зиминной актуальна. Диссертационная работа представляет законченное научное исследование, в котором решена актуальная научная проблема, имеющая важное значение для обороноспособности страны. Представленный в диссертации комплекс исследований существенно расширяет аппарат анализа реальных адаптивных антенных решёток. Полученные результаты достоверны, обладают научной значимостью и новизной.

Соискатель имеет 66 опубликованных работ, в том числе 30 статей в журналах, включенных в Перечень ведущих научных журналов и изданий ВАК РФ, 1 - в других рецензируемых периодических научных изданиях, 1 – в коллективной монографии, 34 – в материалах и трудах конференций (11 – в Международных, 13 - Всероссийских и 10 - региональных и межрегиональных конференций). Общий объем, опубликованных по теме диссертации работ, составил 373мп. страниц. Из них:

1. **Зимина С.В.** Анализ статистических характеристик адаптивной антенной решётки с нелинейной функцией в цепи корреляционной обратной связи // Радиотехника и электроника, 2005. т. 50, N8. С. 952 - 960. (РИНЦ, **WoS, Scopus**). Краткое описание. Предложен метод анализа с учётом флуктуаций весовых коэффициентов статистических характеристик узкополосных адаптивных антенных решёток с ограничениями, имеющих нелинейную функцию в цепи корреляционной обратной связи и настраивающихся по дискретному градиентному алгоритму. Задача решалась без уточнения конкретного вида нелинейной функции в цепи обратной связи. Для наиболее общего случая негауссовской статистической зависимости между весовым вектором и вектором входных сигналов методами теории возмущений по коэффициенту адаптации в первом приближении получены выражения для корреляционной функции и мощности выходного сигнала, а также выражение для корреляционной матрицы флуктуаций весового вектора адаптивной антенной решётки.

2. **Зимина С.В.** Флуктуации весового вектора в адаптивных антенных решётках с нелинейной функцией в цепи обратной связи, настраивающихся по алгоритму рекуррентного обращения выборочной оценки корреляционной матрицы входных сигналов // Известия вузов. Радиофизика, 2006. т.49. N2. С. 164 - 173. (РИНЦ, **WoS, Scopus**). Краткое описание. Предложен метод анализа адаптивных антенных решёток с нелинейной функцией в цепи обратной связи, настраивающихся по алгоритму рекуррентного обращения выборочной оценки корреляционной матрицы входных сигналов, при учёте флуктуаций весовых коэффициентов. С помощью методов теории возмущений в первом («борновском») приближении получены выражения для корреляционной функции и мощности выходного сигнала адаптивной антенной решётки, а также формула для матрицы ковариации вектора весовых коэффициентов. Показано, что флуктуации весовых коэффициентов приводят к искажениям сигнала на выходе антенной решётки и к появлению в статистических характеристиках антенной решётки дополнительных слагаемых, имеющих второй порядок малости по коэффициенту адаптации. В антенной решётке, не имеющей нелинейной функции в цепи обратной связи, флуктуации имеют первый порядок малости, а потому существенно больше.

3. **Зимина С.В.** Спектрально – корреляционные характеристики адаптивной антенной решетки, настраивающейся по алгоритму Хэбба, с учётом флуктуаций весовых коэффициентов // Известия вузов. Радиофизика, 2009. т.52. N10. С. 822 - 832. (РИНЦ, **WoS, Scopus**). Краткое описание. Приведена методика расчета и результаты статистического анализа характеристик узкополосной адаптивной антенной решётки, настраивающейся по алгоритму Хэбба с учётом флуктуаций весового вектора для случая прихода на антенную решётку сигналов с различным уровнем автокоррелированности отсчетов. Получены выражения для корреляционной функции выходного сигнала, а также спектральной плотности мощности на выходе данной антенной решётки. Показано, что флуктуации приводят к искажениям выходного сигнала адаптивной

антенной решётки и к появлению дополнительных слагаемых в формулах для данных характеристик.

4. **Зимина С.В.** Флуктуации весовых коэффициентов в искусственной нейронной сети с алгоритмом Хэбба // *Нейрокомпьютеры: разработка и применение*, 2013. №4. С. 3 – 8. (РИНЦ). Краткое описание. Представлены метод и результаты статистического анализа искусственных нейронных сетей, настраивающихся по алгоритму Хэбба и принимающих узкополосные сигналы, при учёте флуктуаций весового вектора. Получены выражения для корреляционных матриц выходных сигналов и выходных мощностей искусственных нейронов первого, второго и третьего слоев сети. Показано, что флуктуации весового вектора приводят к искажениям статистических характеристик искусственной нейронной сети. Искажения, вносимые флуктуациями, увеличиваются по мере увеличения номера слоя сети.

5. **Зимина С.В.** Флуктуации весового вектора в адаптивных системах // *Инженерная физика*. 2015. №9. С. 35 - 52. (РИНЦ). Краткое описание. В статье рассмотрены различные подходы к исследованию функционирования адаптивных антенных систем (адаптивных антенных решеток и искусственных нейронных сетей) при учёте флуктуаций весового вектора. Проанализированы исходные предположения, вводимые исследователями при изучении влияния флуктуаций весовых коэффициентов на статистические характеристики адаптивных систем, и получаемые в этих предположениях результаты. Более подробно рассмотрены методы теории возмущений, позволяющие находить статистические характеристики адаптивных антенных систем для наиболее общего случая негауссовской статистической зависимости между вектором входных сигналов и весовым вектором. Намечены пути дальнейшего развития исследований влияния флуктуаций весового вектора на статистические характеристики адаптивных систем.

В диссертации отсутствуют достоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы из:

- Военного учебно-научного центра военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) от д.ф.-м.н., с.н.с. С.Н. Разинькова и д.т.н., проф. В.Ф. Мельникова.

1. В автореферате отсутствуют определение показателя и формулировка критерия «качества функционирования адаптивных антенных систем», повышение которого определено в качестве цели диссертационного исследования. При обосновании актуальности темы работы не указаны количественные значения требований к «качеству функционирования» и показателей, достижимых при использовании известных методов адаптации антенных систем. В выводах по работе не приведены оценки прироста «качества функционирования» и соответствия достигнутого уровня предъявляемым требованиям, что затрудняет сделать вывод о достижении цели исследования.

2. Авторские оценки новизны полученных результатов требуется конкретизировать, более детально указав суть развития методов анализа адаптивных антенных решёток, позволившего учесть флуктуации весовых векторов при негауссовской статистической взаимосвязи с векторами входных сигналов.

3. Рассматриваемые соискателем антенные решётки представляют собой системы идентичных элементов без электромагнитных связей через вторичное излучение принимаемых волновых процессов. Однако с практической точки зрения больший интерес вызывает исследование антенных систем с электромагнитным взаимодействием элементов, приводящим к формированию пространственно-коррелированных помех с частотно-временными параметрами полезных сигналов.

4. В применяемых критериях адаптации антенных решёток целевой функцией является максимизация мощности выходных сигналов с оценкой изменения их уровней при флуктуациях векторов весовых коэффициентов. Вместе с тем, желательно исследовать вопросы построения адаптивных антенных систем при ограничениях на форму диаграммы направленности в определённых секторах углов и максимально допустимые потери коэффициентов направленного действия.

- Национального исследовательского университета (НИУ ВШЭ) Нижний Новгород от д.ф.-м.н., проф. Е.М. Громова.

1. При анализе с учётом флуктуаций весового вектора ААР с нелинейной функцией в цепи обратной связи сказано, что нелинейная функция должна быть  $N$  раз дифференцируемой, чтобы её можно было разложить в ряд Вольтерра. Не совсем ясно, как именно форма нелинейной функции влияет на величину искажений, вносимых флуктуациями весового вектора в статистические характеристики такой адаптивной антенны.

- ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт Воздушно-космических сил» Министерства обороны Российской Федерации (ФГБУ «ЦНИИ ВКС Минобороны России») от к.т.н., с.н.с. А.И. Менячихина, к.т.н. Ю.А. Астапенко, к.т.н. Л.В. Никитина, д.т.н., доц. С.В. Геращенко.

1. На стр.3 автореферата во втором предложении подраздела «Общая характеристика работы» сформулирована научная проблема, решаемая в диссертации. Традиционный подход предполагает вначале обоснование актуальности темы диссертации, затем формулировку цели проводимых научных исследований и только после этого – формулировку научной проблемы. Кроме того, в автореферате отсутствует формализация решаемой научной проблемы.

2. На стр.8 автореферата в пункте 4 подраздела «Достоверность результатов» говорится о «совпадении результатов, полученных прямым вычислением по аналитическим формулам» и результатов, полученных на «компьютерной имитационной модели реальных адаптивных антенных решёток и искусственных нейронных сетей». В то же время, в тексте автореферата отсутствует описание указанных имитационных моделей.

3. В автореферате отсутствует аналитическое выражение, определяющее зависимость потерь полезного сигнала от флуктуаций весового вектора.

- Филиала Федерального государственного унитарного предприятия «Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» «Научно-исследовательского института измерительных систем им. Ю.Е. Седакова» от д.т.н., с.н.с. А.В. Кашина.

1. Из автореферата не совсем ясно, как именно настраивается алгоритм Хэбба. В первой и второй главах диссертации рассматривались адаптивные алгоритмы, основанные на оценке градиента. Алгоритм Хэбба не является градиентным алгоритмом. На основе каких принципов он работает?

- Публичного Акционерного Общества «Научно-производственное объединение «Алмаз» имени академика А.А. Расплетина от д.т.н., с.н.с. Б.М. Вовшина и к.т.н. Б.Г. Свердлова.

1. В автореферате не очень подробно поясняются методы анализа адаптивных систем. Отсутствуют (кроме основных) формулы, иллюстрирующие данные методы. В основном присутствует только словесное описание методов без примера расчёта характеристик с использованием теории возмущений.

2. В автореферате отсутствуют оценки функций плотности распределения и интеграла вероятности шума на выходе многоканальных адаптивных систем, имеющие большое практическое значение для построения оптимальных обнаружителей сигналов при адаптивном подавлении помех.

3. В автореферате отсутствует исследование влияния флуктуаций весовых коэффициентов на статистические характеристики адаптивных систем каскадного (лестничного) типа, например, адаптивных решётчатых фильтров.

- Акционерного общества «Научно производственное предприятие «Полёт» от д.т.н., проф. А.П. Иванникова.

1. В качестве недостатков можно отметить сложность изложения приведённых формул, нечёткое оформление графиков и наличие ряда опечаток.

- Военной академии воздушно-космической обороны имени Маршала Советского Союза Г.К. Жукова (г.Тверь) от д.т.н., проф. А.А. Филонова

1. Не приведена формализованная постановка научной проблемы, что затрудняет оценку правильности её декомпозиции и степени достижения автором цели исследования, кроме того не приводятся рамки проводимых исследований.

2. Автором разработаны и используются в процессе проведения исследований компьютерные имитационные модели реальных адаптивных антенных решёток и искусственных нейронных сетей, при этом сведений об их адекватности не приводится.

3. Не представляется возможным оценить устойчивость работы адаптивных антенных систем в условиях помеховой обстановки, создаваемой более чем двумя источниками, что соответствует возможностям современных средств радиоэлектронной борьбы вероятного противника.

- Ярославского высшего военного училища противовоздушной обороны от д.т.н., проф. А. Лаврентьева, к.т.н. Р. Калашникова.

1. Отсутствие в автореферате формализации научной проблемы затрудняет восприятие принятых ограничений.

2. В автореферате в явном виде не представлены ограничения, принятые при проведении исследований, что затрудняет анализ практической значимости.

3. Диссертация посвящена решению проблемы повышения эффективности и устойчивости работы адаптивных антенных систем в условиях сложной помеховой обстановки, при этом автор ограничивается рассмотрением ситуации воздействия одного (двух) источников помех, мощность которых не более чем на 20дБ превышает мощность полезного сигнала. В то время как современные средства РЭБ позволяют создавать гораздо более интенсивные помехи.

- Отзыв на автореферат из АО «ФНПЦ «ННИИРТ», составленный главным научным сотрудником д. т. н., профессором Третьяковым Ю. Н., старшим научным сотрудником д. т. н., профессором Шевырёвым А. В., и научным сотрудником, секретарем НТС Поздняковым А. Ю.

1. Впервые разработаны основанные на использовании теории возмущений в предположении малости коэффициента адаптации методы анализа с учётом флуктуаций весового вектора в наиболее общем случае негауссовской статистической зависимости между вектором входных сигналов и весовым вектором статистических характеристик узкополосных адаптивных антенных решёток, исключающих возможность нелинейной функциональной зависимости входного и выходного сигналов в цепи корреляционной обратной связи.

2. Впервые разработаны методы статистического анализа характеристик узкополосных адаптивных антенных решеток (ААР), содержащих нелинейную функцию в цепи корреляционной обратной связи с учётом флуктуаций настраиваемых весовых коэффициентов в наиболее общем случае негауссовской статистической зависимости между весовым вектором и вектором входных сигналов.

3. Впервые разработаны методы анализа статистических характеристик многослойных полносвязных искусственных нейронных сетей с учётом флуктуации настраиваемых весовых коэффициентов в наиболее общем случае негауссовской статистической зависимости между весовым вектором и вектором входных сигналов.

- Отзыв на автореферат из АО «Научно-исследовательский институт приборостроения им. В. В. Тихомирова», составленный главным конструктором ЗРК «Бук», начальником НИО Поисовым Д. А. и старшим научным сотрудником, к. т. н. Расолько Н. М.

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

- Акт комиссии АО «ФНПЦ «ННИИРТ» от 15.09.2021г. по внедрению результатов диссертации Зиминной С. В., в котором отмечено, что внедрение результатов диссертации по оптимальному управлению параметрами функционирования адаптивных антенных систем позволило снизить уровень

искажения выходного сигнала и добиться повышения отношения сигнал/шум на выходе антенных решёток, что привело к улучшению тактико-технических характеристик разработанных и перспективных изделий.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации** обосновывается: назначенные советом официальными оппонентами по диссертации С.В. Зиминной ученые широко известны своими достижениями в данной отрасли науки, имеют многочисленные научные труды в рецензируемых научных журналах, способны определить актуальность, новизну, научную и практическую ценность оппонируемой диссертации – **Леухин Анатолий Николаевич**, доктор физико-математических наук (специальность 05.13.16 – Применение математических моделей, математических методов и вычислительной техники в научных исследованиях) – известный специалист в области синтеза сложных фазоманипулированных сигналов и обработки радиолокационной информации. Ряд его работ посвящен дистанционному зондированию Земли с помощью радиолокаторов с синтезированной апертурой антенны, а также формированию и цифровой обработки 2D и 3D радиолокационных изображений; **Козлов Анатолий Иванович**, доктор физико-математических наук (специальность 01.04.03 – Радиофизика), профессор, ученик выдающихся советских и российских ученых член-корреспондентов АН СССР и РАН Л.Д. Бахраха и В.В. Богородского, а также профессоров, докторов техн. наук С.Т. Егорова и А.Е. Башаринова. Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, специалист в области обнаружения и распознавания малоразмерных, малоподвижных, слабоконтрастных радиолокационных целей методами активной и пассивной радиополяриметрии. А.И. Козловым получены узловые соотношения для элементов матрицы рассеяния, вошедшие в литературу под названием формул А.И. Козлова. Автор более 300 работ, среди которых 30 монографий и учебников, изданных в России, и 5 монографий, опубликованных за рубежом. В общей сложности под научным руководством А.И. Козлова подготовлено 22 доктора и 63 кандидата наук. **Неровный Валерий Владимирович** – доктор технических наук (специальность 20.01.09 – Военные системы управления, связи и навигации), доцент, известный специалист в области методов компенсации помех и создания автокомпенсаторов. Неровный В.В. автор более 200 научных работ, в том числе 5 монографий, 5 патентов на изобретения, посвященных, в основном, компенсационным способам и алгоритмам обработки сигналов глобальных навигационных спутниковых систем в условиях помех. Его работы затрагивают как общие, так и частные вопросы синтеза алгоритмов компенсации сигналподобных помех применительно к обработке существующих и перспективных типов навигационных сигналов.

**Ведущая организация:** Публичное акционерное общество «Радиофизика» (ПАО «Радиофизика»), широко известна своими исследованиями в области разработки и создания фазированных антенных решёток, радиолокационных комплексов и систем спутниковой связи. Многочисленные работы её сотрудников в области оппонируемой диссертации свидетельствуют об их способности адекватно оценить результаты, представленные автором для защиты.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

1. Впервые разработаны методы анализа с учётом флуктуаций весового вектора в наиболее общем случае негауссовской статистической зависимости

между вектором входных сигналов и весовым вектором статистических характеристик узкополосных адаптивных антенных решеток, исключая возможность нелинейной функциональной зависимости входного и выходного сигналов в цепи корреляционной обратной связи, и настраивающихся по быстрому рекуррентному алгоритму и алгоритму Хэбба. Данные методы основаны на использовании теории возмущений в предположении малости коэффициента адаптации, используемого для настройки адаптивных систем.

2. Для узкополосных ААР, содержащих нелинейную функцию в цепи корреляционной обратной связи, впервые разработаны методы статистического анализа их характеристик с учётом флуктуаций настраиваемых весовых коэффициентов в наиболее общем случае негауссовской статистической зависимости между весовым вектором и вектором входных сигналов. Методы были разработаны для дискретного градиентного, быстрого рекуррентного алгоритмов и алгоритма Хэбба. Данные методы предполагают, помимо использования теории возмущений, также разложение в ряд Вольтерра нелинейной функции, содержащейся в цепи корреляционной обратной связи адаптивных систем.

3. В наиболее общем случае негауссовской статистической зависимости между весовым вектором и вектором входных сигналов впервые разработаны методы анализа статистических характеристик многослойных полносвязных искусственных нейронных сетей с учётом флуктуаций настраиваемых весовых коэффициентов. Методы были разработаны для дискретного градиентного, быстрого рекуррентного алгоритмов и алгоритма Хэбба. Данные методы предполагают на основе имеющихся статистических характеристик отдельного искусственного нейрона получение рекуррентных соотношений этих же характеристик для каждого слоя искусственной нейронной сети. Дискретный градиентный и быстрый рекуррентный алгоритмы для настройки искусственных нейронных сетей также были использованы впервые.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

1. Разработаны методы анализа статистических характеристик адаптивных антенных решёток различной структуры и многослойных полносвязных искусственных нейронных сетей с учётом флуктуаций настраиваемых весовых коэффициентов.

2. Получены аналитические результаты, описывающие специфику работы адаптивных антенных решёток и искусственных нейронных сетей при учёте флуктуаций весового вектора для классических алгоритмов настройки ААР (дискретного градиентного и быстрого рекуррентного) и классического алгоритма настройки ИНС (алгоритма Хэбба);

3. Используются дискретный градиентный и быстрый рекуррентный алгоритмы – классические алгоритмы, используемые для работы адаптивных антенных решёток, для настройки искусственных нейронных сетей.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:** разработанные в диссертации методы анализа статистических характеристик адаптивных антенных решёток и искусственных нейронных сетей позволяют повысить эффективность их функционирования в условиях сложной помеховой обстановки, поскольку оптимальное управление параметрами функционирования указанных адаптивных

систем позволяет снизить уровень искажения выходного сигнала и добиться повышения отношения сигнал / шум на выходе адаптивных антенных решеток и искусственных нейронных сетей.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

1. Обоснованные допущения и корректный выбор ограничений и исходных данных из практики разработки адаптивных антенных систем и построения искусственных нейронных сетей.

2. Сравнимость аналитических результатов, описывающих на основе набора предположений ряд частных случаев, с общими результатами, полученными методами компьютерного моделирования.

3. Большую выборку полученных данных (несколько миллионов выборочных точек), используемой для усреднения, при получении каждой точки на графиках статистических характеристик многоканальных адаптивных систем. Использование большой выборки данных привело к сходимости полученных результатов.

4. Совпадение результатов, полученных прямым вычислением по аналитическим формулам, и путём создания компьютерной имитационной модели реальных адаптивных антенных решёток и искусственных нейронных сетей, работающих в дискретном времени.

Полученные результаты рассмотрены в ходе обсуждений на научных семинарах и конференциях, а также имеют положительные рецензии при их публикации в научных журналах.

**Личный вклад соискателя** состоит в: постановке задач для диссертации, получении аналитических результатов, проведении компьютерного моделирования. Все использованные в диссертации результаты получены автором лично или при его участии.

**В ходе защиты** диссертации в рамках дискуссии члены диссертационного совета подчеркнули высокий уровень работы и отметили, что в работе создана теория настройки многоканальных адаптивных систем (адаптивных антенных решёток и искусственных нейронных сетей) и вычисления их статистических характеристик при учёте флуктуаций весовых коэффициентов. Эта теория имеет большое практическое значение для задач разработки и использования многоканальных адаптивных систем различного назначения в радиоэлектронных комплексах.

Соискатель Зими́на С.В. дала исчерпывающие комментарии на вопросы и замечания оппонентов и ведущей организации. Согласилась с замечаниями, касающимися оформления текста диссертации и автореферата.

В ходе заседания членами совета были подняты вопросы о физической природе и специфике флуктуаций весовых коэффициентов, об ограничениях предложенных методов анализа (о числе приёмных элементов антенн, о геометрии антенн, об этапе настройки адаптивных систем, для которого работают предложенные методы, о видах поступающих помех), о критериях оптимизации исследуемых в диссертации алгоритмов и их скоростях сходимости, о месте и роли диссертационного исследования среди работ прежних лет по этой тематике, об алгоритмах и программной реализации моделей. Соискатель дала ответы и необходимые пояснения, которые совет посчитал удовлетворительными.

Диссертационная работа Зиминой С. В. является законченной научно-



квалификационной работой, которая удовлетворяет требованиям пункта 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 824, предъявляемым к диссертациям на соискании ученой степени доктора наук.

**На заседании 26 ноября 2021 г. за решение важной научной проблемы повышения эффективности и устойчивости работы адаптивных антенных систем в условиях сложной помеховой обстановки, которая имеет большое значение для решения многих прикладных задач, диссертационный совет принял решение присудить Зиминой С.В. ученую степень доктора физико-математических наук.**

При проведении тайного голосования участвующие в заседании члены диссертационного совета в количестве 15 человек, из которых 7 докторов по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из общего числа 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – 0, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель диссертационного совета  
д.ф.-м.н., член-корр. РАН

Черепенин В.А.

Ученый секретарь диссертационного совета  
д.ф.-м.н., профессор РАН

Кузьмин Л.В.

«26» ноября 2021 г.

