

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.243.01 НА БАЗЕ  
ФГБОУ ВПО «САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

(МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ)  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК

Аттестационное дело № \_\_\_\_\_

Решение диссертационного совета от 26 марта 2015 г. № 38

О присуждении *Назимову Алексею Игоревичу, гражданину РФ,*  
ученой степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «*Адаптивные методы анализа зашумленных нестационарных сигналов на основе вейвлет-преобразования и алгоритма искусственных нейронных сетей*» по специальности 01.04.03 «Радиофизика» принята к защите 29 декабря 2014 г., протокол № 34, диссертационным советом Д 212.243.01 на базе Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования (ФГБОУ ВПО) «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», Министерство образования и науки РФ (410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83); приказ о создании совета от 15.02.2013, № 75-нк.

Соискатель *Назимов Алексей Игоревич*, 1988 года рождения, в 2011 году окончил ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» по специальности «Биохимическая физика»; в 2014 г. освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» по специальности «Радиофизика».

Диссертация выполнена на кафедре радиофизики и нелинейного динамики физического факультета ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», Министерство образования и науки РФ.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Павлов Алексей Николаевич, Саратовский государственный университет имени

Н. Г. Чернышевского», физический факультет, кафедра радиофизики и нелинейной динамики, профессор.

Официальные оппоненты:

- 1) *Прохоров Михаил Дмитриевич*, д.ф.-м.н., доцент, ФГБУН Институт радиотехники и электроники имени В.А. Котельникова Российской академии наук, Саратовский филиал, лаборатория моделирования в нелинейной динамике, заведующий лабораторией;
- 2) *Игнатьев Вячеслав Константинович*, д.ф.-м.н., профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Волгоградский государственный университет», кафедра радиофизики, профессор,

дали *положительные* отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет» (г. Курск) в своем *положительном* заключении, подписанном Жусубалиевым Жаныбаем Турсунбаевичем, д.т.н., профессором, профессором кафедры вычислительной техники; Титовым Виталием Семеновичем, д. т. н. профессором, заведующим кафедрой вычислительной техники; Чернецкой Ириной Евгеньевной, д. т. н., профессором кафедры вычислительной техники, указала, что диссертационная работа Назимова А.И. вносит заметный вклад в развитие радиофизических методов анализа сигналов, удовлетворяет требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2014 года, № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а диссертант заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 «Радиофизика».

Соискатель имеет 21 опубликованную работу, все по теме диссертации; работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, – 9. 5 работ соискателя опубликованы в материалах научных конференций различного ранга; имеется 6 свидетельств на зарегистрированные компьютерные программы и 1 патент на полезную модель. Наиболее важные работы:

1. Nazimov A.I. Pavlov A.N. Nazimova A.A. Grubov V.V. Koronovskii A.A. Sitnikova E. Hramov A.E. Serial identification of EEG patterns using adaptive wavelet-based analysis // The European Physical Journal. Special Topics. 2013. V.222, №10. P.2713-2722.

2. Pavlov A.N., Nazimov A.I., Pavlova O.N., Lychagov V.V., Tuchin V.V. Wavelet-based analysis of cerebrovascular dynamics in newborn rats with intracranial hemorrhages // Journal of innovative optical health sciences. 2014. V.7, №1. P.1350055.

3. Назимов А.И., Павлов А.Н., Храмов А.Е., Грубов В.В., Ситникова Е.Ю., Короновский А.А. Адаптивный метод распознавания характерных осцилляторных паттернов на основе вейвлет-преобразования // Радиотехника и электроника. 2013. Т. 58, №8. С.789-795.

4. Назимов А.И., Павлов А.Н., Лычагов В.В., Семячкина-Глушкова О.В. Адаптивный вейвлет-анализ данных оптической когерентной томографии: применение в задачах диагностики // Письма в ЖТФ. 2013. Т. 39, №19. С. 86-94.

5. Назимов А.И., Павлов А.Н. Метод защиты передаваемой информации с использованием нейросетевого детектирования // Письма в ЖТФ. – 2013. Т.39, №18. С. 61-69.

6. Назимов А.И., Павлов А.Н. Применение вейвлет-анализа и искусственных нейронных сетей к решению задачи распознавания формы импульсных сигналов при наличии помех // Радиотехника и электроника. 2012. Т.57, №7. С.771-781.

На автореферат диссертации поступило 7 положительных отзывов:

из Саратовского филиала Института радиотехники и электроники РАН от Смирнова Д.А., д.ф.-м.н., в.н.с.; из Саратовского государственного университета от Постнова Д.Э., д.ф.-м.н., профессор кафедры оптики и биофотоники, и от Гребенюка К.А., к.ф.-м.н., доцента кафедры радиотехники и электродинамики; из Санкт-Петербургского государственного технического университета от Божокина С.В., к.ф.-м.н., доцента кафедры теоретической физики института физики, нанотехнологий и телекоммуникаций; из Института математических проблем биологии РАН (г. Пущино Московской обл.) от Думского Д.В., к.ф.-м.н., н.с.; из университета Комплютенсе (Испания, г. Мадрид) от Макарова В. А., к.ф.-м.н., профессора института междисциплинарной математики; из университета г. Копенгагена (Дания) от Сосновцевой О.В., к.ф.-м.н., профессора департамента биомедицинских наук.

В отзывах на автореферат содержатся замечания о недостаточности математического обоснования использования вейвлет-функции типа IMORLET при расчете непрерывного вейвлет-преобразования; об отсутствии сопоставления стандартных методов скрытой передачи данных с новым разработанным алгоритмом

на основе нейросетевого детектирования коротких зашумленных импульсных сигналов; об общей избыточности математических выкладок и обоснований при описании результатов первой главы диссертации, перегруженности терминологией (при одновременном отсутствии в ряде случаев четких определений, например нестационарного сигнала) и количеством аббревиатур; о необходимости соотнесения приводимых выводов с опубликованными работами автора (при проведении сравнений результатов) и необходимости более подробного описания характеристик сигналов, которые исследовались в цитируемых работах; необходимости использования при анализе сигналов доплеровской оптической когерентной томографии большего количества результатов по диагностике патологии; разового применения в качестве аргументации нестрого утверждения «очевидно».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается соответствием уровня квалификации оппонентов и сотрудников ведущей организации требованиям п. 22 «Положения о присуждении ученых степеней» и тематике диссертационной работы, что находит отражение в списках их опубликованных работ в ведущих отечественных и зарубежных научных изданиях за последние 5 лет.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**Разработана** концепция алгоритма тестовой классификации коротких зашумленных импульсов, в которой определены функционал ошибки метода и функция короткого «солитоноподобного» импульса. Согласно алгоритму тестовой классификации были численно построены значения функционалов ошибки алгоритмов автоматического и адаптивного анализа зашумленных сигналов. Исследования показали эффективность применения адаптивных сетевых алгоритмов на основе искусственных нейронных сетей и непрерывного вейвлет-анализа с элементами стохастической оптимизации.

**Предложены** алгоритм идентификации структур (паттернов) на электроэнцефалограмме и метод анализа сигналов доплеровской анемометрии сосудов головного мозга. Разработан способ импульсного кодирования и передачи информации в защищенном режиме. Новые подходы и алгоритмы основаны на применении концепции адаптивного спектрального анализа сигналов с элементами стохастической оптимизации.

**Доказана** по результатам численных экспериментов эффективность использования нового алгоритма импульсного кодирования и передачи информации в многоканальном защищенном режиме.

**Введено** понятие эффекта «идеальной классификации», который связан с тем, что при решении задачи классификации коротких импульсных зашумленных сигналов на основе адаптивного нейросетевого алгоритма ошибка классификации импульсов может стремиться к нулю и слабо зависеть от спектральных и амплитудных параметров фоновых шумов.

**Теоретическая значимость исследований обоснована** тем, что в работе решена одна из современных проблем радиофизики, связанная с адаптивным анализом и классификацией локализованных фрагментов сигналов в присутствии аддитивных цветных шумов. При этом в качестве основного примера такой задачи рассмотрена проблема классификации коротких солитоноподобных зашумленных импульсов. В качестве общепринятого решения данной проблемы был использован алгоритм автоматического распознавания на основе анализа главных компонент. В качестве альтернативных подходов предложены методы на основе искусственных нейронных сетей, а также всевозможные их модификации в виде нейронных сетей, использующих вейвлет-функции. Из результатов исследований по алгоритму тестовой классификации показаны принципиальные различия между методами автоматической и адаптивной классификаций.

Изложены необходимые условия и правила проведения адаптивного непрерывного вейвлет-анализа с элементами стохастической оптимизации, а также предложен алгоритм последовательной коррекции, который позволяет проводить подбор параметров искусственных нейронных сетей, использующих вейвлет-функции, несмотря на ограничения стандартных подходов градиентного поиска.

Проведена модернизация стандартного алгоритма идентификации осцилляторных паттернов на электроэнцефалограмме мозга. Предложен комбинированный адаптивный метод на основе непрерывного вейвлет-анализа, использующий элементы стохастической оптимизации.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что разработаны и внедрены программы численного анализа оцифрованных сигналов электроэнцефалограммы мозга, доплеровской анемометрии сосудов головного мозга. Разработанные программы применялись в практических исследованиях при выполнении государственных научных контрактов и грантов.

Результаты диссертации рекомендуются для использования в научной и образовательной деятельности в Институте радиотехники и электроники РАН, Институте прикладной физики РАН, Институте высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, в Московском, Саратовском, Нижегородском, Волгоградском, Воронежском, Томском, Юго-Западном университетах.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила, что** исследуемые алгоритмы адаптивного анализа имеют строгое математическое обоснование, записанное в виде общей теории оптимизации. Сочетаемость способов поиска оптимальных значений параметров вейвлет-преобразования и искусственных нейронных сетей подтверждается устойчивостью данных методов при переходе от стадии адаптации к стадии анализа. Результаты применения адаптивных подходов воспроизводимы с точностью реализации процедуры их настройки (адаптации). Эффективность разработанных методов показана на примере ряда численных экспериментов и на основе результатов решения прикладных задач из области биофизики.

**Личный вклад соискателя состоит в том,** что в большей части проведенных исследований постановка задачи, получение основных научных результатов, разработка программных средств, проведение серий численных экспериментов по адаптивному анализу сигналов – солитоноподобных импульсов, осцилляторных структур на электроэнцефалограмме мозга, сигналов доплеровской оптической когерентной томографии, – а также интерпретация результатов выполнены лично автором диссертации. Данные для проведения анализа предоставлены группами биологов под руководством О.В. Семячкиной-Глушковой (Саратовский государственный университет), Е.Ю. Ситниковой (Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, г. Москва).

В диссертационной работе Назимова А.И. *«Адаптивные методы анализа зашумленных нестационарных сигналов на основе вейвлет-преобразования и алгоритма искусственных нейронных сетей»* решена актуальная задача по развитию радиофизических методов спектрального анализа зашумленных нестационарных сигналов и временных рядов. Диссертация удовлетворяет требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2014 года, № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

На заседании 26 марта 2015 г. диссертационный совет принял решение присудить Назимову Алексею Игоревичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 «Радиофизика».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 23 человек, из них 7 докторов наук по специальности 01.04.03 – радиофизика, участвовавших в заседании, из 31 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за – 23, против – НЕТ, недействительных бюллетеней – НЕТ.

Председатель диссертационного совета

Усанов Дмитрий Александрович

Ученый секретарь диссертационного совета

Аникин Валерий Михайлович

26 марта 2015 г.