

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОБЪЕДИНЕННОГО СОВЕТА ПО ЗАЩИТЕ  
ДИССЕРТАЦИЙ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА  
НАУК, НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК  
99.2.107.02 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»,  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЮЖНО-РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ (НПИ) ИМЕНИ М.И. ПЛАТОВА», МИНИСТЕРСТВА  
НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело №

решение диссертационного совета от 26.06.2025 г. № 28

О присуждении Кириленко Николаю Евгеньевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Метод частотно-временной локализации априорно неопределенных паттернов в составе зашумленных сигналов нейрокомпьютерного интерфейса» по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки) принята к защите 17.04.2025 г., протокол заседания № 21, объединенным диссертационным советом 99.2.107.02, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет», федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 347922, пер. Некрасовский, 44, г. Таганрог, Ростовская область, Россия, приказ № 223/нк от 14.02.2023 г.

Срок полномочий совета – на период действия Номенклатуры научных специальностей.

Соискатель Кириленко Николай Евгеньевич, 1994 года рождения, в 2015 году окончил Институт высоких технологий и пьезотехники Южного

федерального университета (г. Ростов-на-Дону) по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, с присвоением квалификации – бакалавр. В 2017 году окончил с отличием Институт высоких технологий и пьезотехники Южного федерального университета (г. Ростов-на-Дону) по направлению подготовки 12.04.01 Приборостроение, с присвоением квалификации – магистр.

С 2017 по 2021 гг. Кириленко Николай Евгеньевич обучался (форма обучения – очная) в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, специальность 05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации с присвоением квалификации – Исследователь. Преподаватель-исследователь.

Справка об обучении (о периоде обучения) и о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2024 году федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения».

В период подготовки диссертации соискатель Кириленко Николай Евгеньевич с 2022 по 2023 год являлся лицом, прикрепленным к федеральному государственному автономному образовательному учреждению высшего образования «Южный федеральный университет» для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук без освоения программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и работал в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет» с 2017 г. в должности инженера.

Работает с 2017 г. по настоящее время инженером в Научно-исследовательском технологическом центре нейротехнологий федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет».

Диссертация выполнена в Научно-исследовательском технологическом центре нейротехнологий федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Щербань Игорь Васильевич, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», Научно-исследовательский технологический центр нейротехнологий, ведущий научный сотрудник.

**Официальные оппоненты:**

1. Щербаков Максим Владимирович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», кафедра «Системы автоматизированного проектирования и поискового конструирования», заведующий кафедрой;

2. Головской Василий Андреевич, кандидат технических наук, доцент, ФГКВБОУ ВО «Краснодарское высшее военное орденов Жукова и Октябрьской Революции Краснознаменное училище имени генерала армии С.М. Штеменко», кафедра защиты информации от несанкционированного доступа, начальник кафедры, дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет» (г. Курск) в своем положительном отзыве, подписанном Филистом Сергеем Алексеевичем, доктором технических наук, профессором, профессором кафедры биомедицинской инженерии ФГБОУ ВО «Юго-Западного государственного университета» и Серегиным Станиславом Петровичем, доктором медицинских наук, профессором, заведующим кафедрой биомедицинской инженерии ФГБОУ ВО «Юго-Западного государственного университета», указала, что диссертация Кириленко Николая Евгеньевича на тему: «Метод частотно-временной локализации априорно неопределенных паттернов в составе зашумленных сигналов нейрокомпьютерного интерфейса», представленная на соискание ученой

степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика, является самостоятельной, завершённой научно-квалификационной работой, обладающей научной новизной и имеющей теоретическую и практическую значимость.

Основные положения диссертации представлены в рецензируемых научных изданиях из Перечня ВАК, а также в изданиях, индексируемых в реферативной базе Scopus, апробированы на международных и всероссийских научных конференциях.

Диссертационная работа соответствует пунктам 3, 4 и 5 паспорта научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Несмотря на отмеченные замечания, работа Кириленко Н.Е. по своей актуальности, научной новизне, объёму выполненных исследований и практической значимости полученных результатов полностью соответствует требованиям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» (с изменениями и дополнениями) в редакции от 01 января 2025 г., предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Тема и содержание диссертации соответствует паспорту специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика. Кириленко Николай Евгеньевич, достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 26 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 22 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 16 работ. В общем числе публикаций 4 статьи опубликованы в изданиях из перечня, утвержденного ВАК РФ, рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций; 1 статья опубликована в научном издании, индексируемом международными базами данных, перечень которых

определен в соответствии с рекомендациями ВАК РФ; 10 статей опубликованы в других изданиях. Имеется 6 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ. Общий объем опубликованных работ – 14.4 п.л., авторский вклад – 7,382 п.л. (авторских 51,3 %).

Полнота изложения соискателем материалов диссертации подтверждается публикацией указанных научных работ. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены научные результаты диссертации.

Наиболее значимые работы:

1. Щербань, И. В. Эффективные критериальные функции спектральной энтропии для поиска высокочастотных паттернов в составе зашумленных электрограмм / И. В. Щербань, Н. Е. Кириленко, О. Г. Щербань // Информационно-управляющие системы. – 2018. – № 2(93). – С. 8-17. – DOI 10.15217/issnl684-8853.2018.2.8. (ВАК, K1)

2. Щербань, И. В. Метод поиска неизвестных высокочастотных осцилляторов в составе зашумленных сигналов на основе непрерывного вейвлет-преобразования / И. В. Щербань, Н. Е. Кириленко, С. О. Красников // Автоматика и телемеханика. – 2019. – № 7. – С. 122-133. – DOI 10.1134/S0005231019070055. (ВАК)

3. Синтез адаптивного фильтра для автоматической детекции и локализации по оси времени премоторных ЭЭГ-паттернов мозга человека / О. Г. Щербань, Д. М. Лазуренко, И. В. Щербань, Н. Е. Кириленко // Информационные технологии. – 2021. – Т. 27, №. 9. – С. 484–493. – DOI 10.17587/it.27.484-493. (ВАК, K1)

4. Метод локализации пространственно-временных паттернов на последовательности биомедицинских изображений / И. В. Щербань, В. С. Федотова, Н. Е. Кириленко [и др.] // Информационные технологии. – 2024. – Т. 30, №. 1. – С. 42-49. – DOI 10.17587/it.30.42-49. (ВАК, K1)

5. Method for automatic detection of movement-related EEG pattern time boundaries / I. V. Shcherban, D. M. Lazurenko, O. G. Shcherban [et al.] // Soft

Computing. – 2024. – Vol. 28, No. 5. – P. 4489-4501. – DOI 10.1007/s00500-023-08837-y. (Scopus, Q2).

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

**ведущей организации** – ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет». Отзыв подписал профессор кафедры биомедицинской инженерии Факультета фундаментальной и прикладной информатики ФГБОУ ВО ЮЗГУ, доктор технических наук, профессор, Филист Сергей Алексеевич, 7 замечаний;

**официального оппонента** – доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Системы автоматизированного проектирования и поискового конструирования» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» Щербакова Максима Владимировича, 6 замечаний;

**официального оппонента** – кандидата технических наук, доцента, начальника кафедры защиты информации от несанкционированного доступа ФГКВУ ВО «Краснодарское высшее военное орденов Жукова и Октябрьской Революции Краснознаменное училище имени генерала армии С.М. Штеменко» Головского Василия Андреевича, 10 замечаний;

ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет». Отзыв подписали проректор по перспективному развитию, доктор технических наук, профессор Киричек Андрей Викторович и заведующий кафедрой «Системы информационной безопасности», доктор технических наук, доцент Рытов Михаил Юрьевич, 2 замечания;

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет». Отзыв подписал профессор кафедры «Радиоэлектроника», доктор технических наук, профессор Таран Владимир Николаевич, 3 замечания;

ФГБУН «Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук». Отзыв подписал главный научный сотрудник лаборатории полевых аналитических и измерительных технологий, доктор технических наук, доцент Грузнов Владимир Матвеевич, 3 замечания;

ФГБУН «Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН» Отзыв подписал ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук Васильев Дмитрий Сергеевич, 2 замечания;

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет». Отзыв подписала доцент кафедры вычислительных технологий, кандидат технических наук, доцент Полупанова Елена Евгеньевна, 2 замечания.

Все **отзывы положительные**, во всех отзывах отмечено, что работа соответствует специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Наиболее существенные замечания:

1. В разделе 3.1 диссертации используется вейвлет Добеши 14, однако не приведено сравнение его свойств с другими базисными функциями (например, Морле, Габор). Не ясно из текста, как выбор вейвлета влияет на разрешающую способность метода в частотно-временной области.

2. При рассмотрении задачи конструирования критериальных функций не приведены рекомендации к выбору величин временного окна, величины «перекрытия» временных окон. Интересен также вопрос о максимальной продолжительности сигналов и максимальном числе сенсоров, которые не влияют на качество обработки предлагаемым подходом.

3. Отсутствуют такие метрики, как precision, recall, F1-score, ROC-AUC, что критично для задач бинарной классификации, особенно при дисбалансе классов.

**Выбор официальных оппонентов** обосновывается их компетентностью в области системного анализа, управления, обработки информации, статистики, машинного обучения, теории обработки сигналов, а также наличием значительного количества публикаций в данной сфере исследования.

**Выбор ведущей организации** обосновывается широкой известностью своими научными и практическими достижениями в области анализа сигналов электроэнцефалограммы (ЭЭГ), методов и алгоритмов обнаружения паттернов, решения задач классификации, обучения и разработки методов

машинного обучения, а также наличием значительного количества публикаций в данной сфере исследования.

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

**разработаны** алгоритмы для нейрокомпьютерного интерфейса, отличающиеся от имеющихся тем, что реализуют разработанный метод частотно-временной локализации;

**предложен** метод частотно-временной локализации априорно неопределенных паттернов в составе зашумленных сигналов нейрокомпьютерного интерфейса, отличающийся от известных методов тем, что обладает свойством робастности к неизвестной вариативности текущего функционального состояния человека и к типу подготавливаемого человеком движения – реальному или мысленному, произвольному или баллистическому;

предложен новый критерий оптимальности для поиска границ энергетического частотного спектра паттерна биоэлектрической активности, значения которого рассчитываются для трансформант непрерывного вейвлет-преобразования и трансформант преобразования Фурье сигнала ЭЭГ, отличающийся от имеющихся тем, что применим в условиях маскирования паттерна шумами с близкими или частично совпадающими энергетическими спектрами;

**доказана** эффективность применения предложенного метода и алгоритмов как с использованием моделирования, так и при экспериментальной апробации, что повысило точность классификации команд нейроуправления нейрокомпьютерного интерфейса на основе решения задачи определения частотных и временных границ паттернов в составе многомерных сигналов электроэнцефалограммы;

**введены** критерии оптимальности для многомерного случая, позволяющие проводить частотно-временную локализацию при использовании нескольких сенсоров.

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

**доказаны** основные положения, используемые при построении предложенного метода и алгоритмов на основе решения задачи частотно-временной локализации априорно неопределенных паттернов в составе зашумленных сигналов ЭЭГ;

**применительно к проблематике** диссертации результативно использованы фундаментальные положения теории алгоритмов, теории оптимального оценивания, математического аппарата теории информации и математической статистики, теории цифровой обработки сигналов;

**изложена** общая постановка задачи исследования, предложен и обоснован метод частотно-временной локализации априорно неопределенных паттернов в составе зашумленных сигналов ЭЭГ;

**раскрыта** проблематика частотно-временной локализации паттернов с априорно неизвестными параметрами в условиях маскирования шумами с близкими или совпадающими энергетическими характеристиками, а также предложены критерии оптимальности для поиска границ энергетического частотного спектра паттерна биоэлектрической активности, рассчитываемого для трансформант непрерывного вейвлет-преобразования и трансформант преобразования Фурье сигнала ЭЭГ, предложенные метод и критерии позволили повысить точность классификации команд нейроуправления нейрокомпьютерного интерфейса на основе решения задачи определения частотных и временных границ паттернов в составе многомерных сигналов ЭЭГ;

**изучены** основные существующие подходы к поиску паттернов, отражающих реализацию человеком команд нейроуправления, для решения задач классификации в составе нейрокомпьютерного интерфейса;

**проведена модернизация** известных алгоритмов и метода частотно-временной локализации паттернов с использованием спектральной энтропии.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработаны и внедрены** теоретические и практические результаты в НИТЦ нейротехнологий ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» в

рамках работ по гранту Российского научного фонда на тему «Разработка стимул-независимой модели интерфейса «Мозг-компьютер» для реабилитации людей с ограниченными возможностями» при разработке специального программно-алгоритмического обеспечения для формирования управляющих команд нейроинтерфейса на основе частотно-временной локализации специфических паттернов ЭЭГ, связанных с идеомоторной деятельностью, а также в НИТЦ нейротехнологий ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» в рамках работ по проекту в интересах развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства на тему «Создание программного комплекса для управления человеческим капиталом на основе нейротехнологий для предприятий высокотехнологичного сектора Российской Федерации», при разработке специализированного программного обеспечения детектирования пространственно-временных маркеров когнитивных состояний биоэлектрической активности головного мозга человека;

**определены** перспективы практического использования разработанного метода в составе алгоритмического обеспечения нейрокомпьютерного интерфейса;

**создан** программный комплекс для поиска частотного диапазона паттерна на основе расчета амплитудной вейвлет-функции регистрируемого сигнала, позволяющий проводить частотную локализацию паттернов с априорно неопределенными параметрами;

**представлены** предложения по дальнейшему совершенствованию разработанного метода частотно-временной локализации априорно неопределенных паттернов в составе зашумленных сигналов нейрокомпьютерного интерфейса посредством автоматизации выбора частотного диапазона за счет введения дополнительных критериев.

**Оценка достоверности результатов исследования** выявила:

**для экспериментальных работ** результаты вычислительных экспериментов согласуются с известными из литературы фактами и сведениями;

**теоретические основы** построены на достоверных данных и фактах и согласуются с опубликованными материалами по теме диссертации;

**идея базируется** на результатах анализа существующих методов и алгоритмов обнаружения частотной и временной локализации паттернов в зашумленных сигналах электроэнцефалограммы, использовании методов машинного обучения, что позволяет повысить точность классификации команд нейро-управления нейрокомпьютерного интерфейса на основе решения задачи определения частотных и временных границ паттернов в составе многомерных сигналов электроэнцефалограммы;

**использованы** методы симуляционного моделирования и статистические оценки точности и эффективности разработанного метода и критериев;

**установлено** соответствие полученных решений с результатами, полученными и опубликованными другими исследователями в рецензируемых научных изданиях, применительно к частотно-временной локализации паттернов;

**использованы** результаты сравнительного анализа, полученные в ходе вычислительных экспериментов на реальных данных.

**Личный вклад** соискателя состоит в реализации всех этапов проведенных исследований. Сформулированы цель и задачи диссертации, обоснован выбор основных направлений исследований, разработан и исследован подход к частотно-временной локализации паттернов; предложены критерии оптимальности для поиска границ энергетического частотного спектра паттерна биоэлектрической активности, рассчитываемого для трансформант непрерывного вейвлет-преобразования и трансформант преобразования Фурье сигнала ЭЭГ, что применимы в условиях маскирования паттерна шумами с близкими или частично совпадающими энергетическими спектрами, разработаны алгоритмы для нейрокомпьютерного интерфейса реализующие предложенный метод и критерии; проведена экспериментальная апробация в задаче поиска двигательных паттернов электроэнцефалограммы

человека, а также в задаче поиска вербальных речевых паттернов электроэнцефалограммы человека.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: 1. Некорректно выбран индекс для переменной  $t_0$ ; 2. Недостаточно корректно сформулированы некоторые положения, выносимые на защиту.

Соискатель Кириленко Н.Е. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

Диссертация Кириленко Н.Е. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным пп. 9-11, 13 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (ред. от 16.10.2024 г., с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2025 г.), предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

На заседании 26.06.2025 г. диссертационный совет принял решение за решение научной задачи частотно-временной локализации априорно неопределенных паттернов в составе зашумленных сигналов ЭЭГ для повышения точности классификации команд нейро-управления нейрокомпьютерного интерфейса на основе решения задачи определения частотных и временных границ паттернов в составе многомерных сигналов электроэнцефалограммы, имеющей значение для развития системного анализа, управления и обработки информации, статистики, присудить Кириленко Н.Е. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве – 11 человек, из них – 7 докторов технических наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из – 15 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 11, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ  
диссертационного совета

  
Веселов Геннадий Евгеньевич

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ  
диссертационного совета

  
Кравченко Юрий Алексеевич

27.06.2025 г.