

**Отзыв научного руководителя
на диссертационную работу Светлакова Михаила Олеговича
«Метод и алгоритмы анализа данных электроэнцефалографии для
верификации субъекта», представленную на соискание учёной степени
кандидата технических наук по специальности 2.3.8 – Информатика и
информационные процессы**

Диссертационная работа Светлакова М. О. выполнена во время обучения в аспирантуре на кафедре компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП) факультета вычислительных систем Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР).

Диссертационная работа посвящена разработке методов и алгоритмов анализа данных электроэнцефалографии для верификации субъекта. Предлагаемое в работе исследование направлено на повышение точности и интерпретируемости моделей машинного обучения, предназначенных для верификации субъекта на основе данных электроэнцефалограммы (ЭЭГ), за счёт применения преобразования Холо-Гильберта, моделей глубокого обучения, нечетких классификаторов, метаэвристических алгоритмов оптимизации.

В процессе выполнения работы Светлаковым М. О. выполнены следующие задачи:

- 1) проведён обзор современных методов верификации пользователя на основе данных ЭЭГ;
- 2) разработан и исследован метод построения моделей верификации пользователя на основе данных ЭЭГ с помощью нейронных сетей и спектрального анализа Холо-Гильберта;
- 3) разработан и исследован алгоритм формирования структуры нечёткого классификатора с помощью кластеризации и метаэвристических алгоритмов, а также оптимизации параметров классификатора;
- 4) разработан и исследован алгоритм отбора признаков с использованием метаэвристических алгоритмов для нечёткого классификатора;
- 5) проведена оценка эффективности разработанных метода и алгоритмов на наборах данных ЭЭГ, выполнено сравнение с аналогами.

Автором диссертации самостоятельно разработаны алгоритм извлечения признакового набора для сигнала ЭЭГ, алгоритм формирования структуры нечёткого классификатора, алгоритм настройки параметров нечетких термов на основе метаэвристики «стая птиц», алгоритм отбора информативных признаков на основе метаэвристики «стая птиц», разработан метод верификации субъекта на основе данных ЭЭГ, отличительной особенностью которого является извлечение признаков с помощью спектрального анализа Холо-Гильберта и использование метрического обучения; лично получены результаты экспериментов, проведена апробация разработанных алгоритмов.

Достоверность обеспечивается корректностью применения математических методов, результатами проведённых экспериментов и сравнений с базовыми моделями и алгоритмами, проведённых с помощью статистических критериев.

Практическая значимость работы выражена в применении предложенных методов для решения практической задачи классификации – обнаружения эпилептиформ на сегментах ЭЭГ для Томского НИИ Курортологии и физиотерапии ФМБА России. Получен акт внедрения. Разработанное программное обеспечение

используется для распознавания наличия/отсутствия эпилептиформ на сегментах электроэнцефалограммы, обработанных с помощью ПО ЭЭГ-исследования «Энцефалан-ЭЭГР» и полученных с помощью электроэнцефалографа-регистратора «Энцефалан-ЭЭГР-19/26». Программа позволяет на основе признаков, извлечённых «Энцефалан-ЭЭГР», и нечёткого классификатора подкрепить заключение врача о наличии/отсутствии эпилептиформы. Разработанное программное обеспечение также используется в автоматическом режиме с использованием нейронных сетей, для распознавания наличия/отсутствия эпилептиформ на сегментах электроэнцефалограммы на основе файла формата edf без необходимости ручного ввода значений признаков, что позволяет сократить процесс анализа 26-минутной записи ЭЭГ до 5 минут и повысить производительность труда врача функциональной диагностики.

Результаты диссертационной работы Светлакова М. О. внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО «ТУСУР» и использованы в рамках научно-исследовательских работ, получен соответствующий акт внедрения.

В диссертации получены следующие новые научные результаты.

1. Предложен оригинальный метод верификации субъекта на основе данных ЭЭГ и методов глубокого обучения, отличительной особенностью которого является извлечение признаков с помощью спектрального анализа Холо-Гильберта и метрического обучения.

2. Предложен гибридный алгоритм построения базы правил нечёткого классификатора, особенностью которого является совместное использование алгоритма кластеризации k -средних и метаэвристического алгоритма «стая птиц».

3. Предложен алгоритм отбора признаков, особенностью которого является использование V-образной функции трансформации и метаэвристического алгоритма «стая птиц».

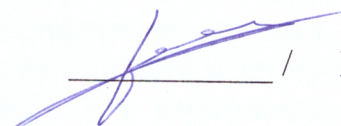
Основные результаты диссертационного исследования Светлакова М. О. опубликованы в ведущих рецензируемых научных изданиях (всего 25 работ, в том числе 5 публикаций в рецензируемых журналах из перечня ВАК, 15 публикаций в научных изданиях, индексируемых Scopus, и 12 публикаций, индексируемых Web of Science), а также прошли апробацию путём представления на всероссийских и международных научных конференциях. Получено три свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Светлаков М. О. совмещает научную и педагогическую деятельность, выступал в качестве исполнителя в научно-исследовательских работах, проявил себя как высококвалифицированный исследователь, способный самостоятельно ставить научные задачи перед собой и коллективом, а также находить оригинальные пути к их решению. При подготовке диссертационной работы Светлаков М. О. проявил ответственность, самостоятельность и настойчивость. Светлаков М. О. ведёт активную деятельность по подготовке студентов к научно-исследовательской деятельности, занимается обновлением методических материалов и участвует в работе комиссий по приёму студенческих научно-исследовательских работ.

Исследование Светлакова М. О. может быть продолжено исследованием разработанных методов и алгоритмов в случае верификации субъекта на основе мультисессионных данных ЭЭГ, а также в иных прикладных задачах классификации и аппроксимации.

Диссертационная работа Светлакова М. О. представляет собой законченное самостоятельное исследование, выполненное на актуальную тему. Научная новизна полученных результатов, их обоснованность и достоверность, а также теоретическая и практическая значимость позволяет считать, что диссертация «Метод и алгоритмы анализа данных электроэнцефалографии для верификации субъекта» удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор – Светлаков Михаил Олегович – заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8 – Информатика и информационные процессы.

Научный руководитель
Профессор каф. КСУП ТУСУР,
д.т.н., профессор

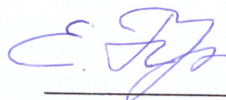


/ И. А. Ходашинский

634034. Томск, Вершинина, 74, 312 ФЭТ
Тел.: 8 (3822) 70-15-15, внутр. 2095.
E-mail: ilia.a.khodashinskii@tusur.ru

Подпись И. А. Ходашинского заверяю

Учёный секретарь
учёного Совета ТУСУР



/ Е. В. Прокопчук