

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

**Заключение диссертационного совета Д ПНИПУ.05.21
по диссертации Кожемякина Леонида Валерьевича
на соискание учёной степени кандидата технических наук**

Диссертация Кожемякина Л.В. «Методы и алгоритмы предобработки ограниченных данных и оценки качества неполносвязных нейронных сетей при их построении на основе корней принятия решений» по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика принята к защите «28» июня 2024 г. (протокол заседания № 5) диссертационным советом Д ПНИПУ.05.21, созданным по приказу ректора Пермского национального исследовательского политехнического университета от «14» октября 2022 г. № 103-О в рамках реализации предоставленных ПНИПУ прав, предусмотренных абзацами вторым – четвертым пункта 3.1 статьи 4 Федерального закона от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» на основании распоряжения Правительства Российской Федерации от 23 августа 2017 г. № 1792-р.

Диссертация выполнена на кафедрах «Экономика и финансы» и «Вычислительная математика, механика и биомеханика» в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и в научно-исследовательском отделе общества с ограниченной ответственностью «Пермский центр поддержки принятия решений».

Научный руководитель – кандидат экономических наук, доцент
Алексеев Александр Олегович, начальник управления организации научных

исследований, доцент кафедры «Экономика и финансы» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

1) Сараев Павел Викторович, доктор технических наук (05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), доцент, профессор кафедры «Автоматизированные системы управления» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Липецкий государственный технический университет»;

2) Горбаченко Владимир Иванович, доктор технических наук (05.13.15 – Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети), профессор, заведующий кафедрой «Компьютерные технологии» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пензенский государственный университет».

Выбор официальных оппонентов обосновывается наличием научных публикаций, названия которых релевантны теме диссертационной работы соискателя.

Ведущая организация: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет», г. Курск* (отзыв ведущей организации утвержден проректором по научной работе и международной деятельности, кандидатом технических наук, доцентом Пахомовой Екатериной Геннадиевной, обсужден на заседании кафедры биомедицинской инженерии 30 августа 2024, протокол №1, подписан заведующим кафедрой биомедицинской инженерии, доктором медицинских наук, профессором Серегиним Станиславом Петровичем, подготовлен профессором кафедры биомедицинской инженерии доктором технических наук, профессором Филистом Сергеем Алексеевичем).

Выбор ведущей организации обосновывается наличием в Юго-Западном

государственном университете научно-педагогических работников, обладающих компетенциями в области системного анализа, управления и обработки информации, статистики, в том числе в области биомедицинских приложений, а также наличием на базе Юго-Западного государственного университета, Орловского государственного университета им. И.С. Тургенева, Белгородского государственного национального исследовательского университета диссертационного совета 99.2.029.03 по защите диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук, в том числе по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

По теме диссертации соискателем опубликовано 12 научных работ, в том числе 3 статьи в рецензируемых изданиях, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертации на соискание учёной степени кандидата наук и приравненных к ним, из них 1 статья в издании, индексируемом в международных реферативных базах и системах цитирования Web of Sciences Core Collection и Scopus; получен 1 патент на изобретение, 3 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ. В тексте диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем научных трудах.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Data Preprocessing and Neural Network Architecture Selection Algorithms in Cases of Limited Training Sets – On an Example of Diagnosing Alzheimer’s Disease / A. Alekseev, L. **Kozhemyakin**, V. Nikitin, J. Bolshakova // Algorithms 2023. – Vol. 16, Iss. 5. – Art. 219. – DOI 10.3390/a16050219. – Ст. на англ. языке. (Web of Science Core Collection, Scopus)
2. **Кожемякин, Л.В.** О качестве обучения искусственных нейронных сетей без предобработки данных в условиях их ограниченного исходного набора / Л.В. Кожемякин, А.О. Алексеев. – Текст : непосредственный // Прикладная математика и вопросы управления / Applied Mathematics and Control Sciences. – 2023. – № 3. – С. 67–83. – DOI 10.15593/2499- 9873/2023.3.05 (из Перечня рецензируемых научных изданий)

3. **Кожемякин, Л.В.** О качестве обучения основанных на корнях принятия решений неполносвязных нейронных сетей в условиях ограниченных данных / Л.В. Кожемякин, А.О. Алексеев. – Текст : электронный // Инженерный вестник Дона – 2024. – № 3. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2024/9089>. (из **Перечня рецензируемых научных изданий**)
4. Патент на изобретение № 2024685360 Российская Федерация. Способ диагностики болезни Альцгеймера / Алексеев А.О., **Кожемякин Л.В.**, Никитин В.Н., Большакова Ю.А. – № 2023684000: заявл. 19.10.2023: опубл. 14.05.2024.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023685360 Российская Федерация. Программный модуль проектирования и обучения нейронных сетей, основанных на корнях принятия решений (Software Module for Designing and Training Decisions Root-based Neural Networks) / Алексеев А.О., **Кожемякин Л.В.**, Маккавеев А.В. – № 2023684000: заявл. 13.11.2023: опубл. 27.11.2023.
6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023688880 Российская Федерация. Программный модуль диагностики болезни Альцгеймера с помощью деревьев решений / **Кожемякин Л.В.** – № 2023688748: заявл. 25.12.2023: опубл. 25.12.2023.
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024662382 Российская Федерация. Программный модуль для оценки качества обучения нейронных сетей: / **Кожемякин Л.В.**, Алексеев А.О., Маккавеев А.О. – № 2024661802: заявл. 28.05.2024: опубл. 28.05.2024.

В приведённых работах отражены следующие основные научные результаты, предложенные соискателем: методы интеллектуальной деятельности при осуществлении предварительной обработки малых выборок для определения архитектуры неполносвязных нейронных сетей; корень принятия решений, описывающий свёртку категориальных значений наиболее значимых показателей, на основе которого однозначно определена структура неполносвязной нейронной сети; результаты многократных вычислительных экспериментов, в ходе которых сравнивались результаты

качества искусственных нейронных сетей, обученных на предварительно обработанных данных и на данных без их предобработки, а также разработано программное обеспечение для реализации вычислительных экспериментов; результаты обучения неполносвязной нейронной сети, основанной на корне принятия решений с помощью программного модуля, разработанного при непосредственном участии соискателя.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

предложены методы и алгоритмы предварительной обработки ограниченных объёмов данных, позволяющие сократить поиск структуры неполносвязной нейронной сети за счёт того, что наличие синаптических связей определяется по набору матриц свёртки и их последовательности, соответствующих корню принятия решений;

разработано новое алгоритмическое и программное обеспечение интеллектуальной системы проектирования и обучения неполносвязных искусственных нейронных сетей, обеспечивающее неполносвязность на всех скрытых слоях;

предложен метод оценки качества обучения нейронных сетей на малых объёмах данных, отличающийся выполнением интегральной оценки по результатам многократного обучения нейронных сетей при фиксированной спецификации и валидации её на независимой выборке.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

применительно к проблематике диссертации эффективно **использован** комплекс существующих методов теории информации, общей теории систем и системного анализа, теории принятия решений;

изложены теоретико-методологические подходы предобработки малых объёмов данных и оценки качества неполносвязных нейронных сетей при их построении на основе корней принятия решений;

изучены факторы, влияющие на качество обучения искусственных нейронных сетей в условиях малых объёмов данных;

проведена модернизация существующих методов и алгоритмов

проектирования неполносвязных нейронных сетей, обеспечивающая интерпретацию синаптических связей нейронных сетей, построенных на основе корней принятия решений.

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

получены результаты интеллектуальной деятельности, отнесенные к категории «секрет производства (ноу-хау)» и **приняты к использованию** в практической деятельности ООО «Системы диагностик» (г. Пермь);

разработано алгоритмическое и программное обеспечение интеллектуальной системы проектирования и обучения неполносвязных искусственных нейронных сетей и **используется** в ООО «Пермский центр поддержки принятия решений» (г. Пермь) как составной компонент многопользовательской виртуальной среды интеллектуального анализа данных «Data to Decisions» (D2D.Platform);

определены перспективы применения предложенных методов и алгоритмов в медицине и в промышленности при создании интеллектуальных систем поддержки принятия решений.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

экспериментальное подтверждение приемлемого качества обучения нейронных сетей, основанных на корнях принятия решений;

установлено качественное совпадение результатов, полученных альтернативными методами анализа данных;

идея базируется на обобщении передового опыта в области идентификации корней принятия решений и обучения искусственных нейронных сетей;

использованы независимые интеллектуальные системы, одинаково подтверждающие эффективность предварительной обработки данных.

Личный вклад соискателя состоит в участии соискателя в обработке исходных данных и интерпретации результатов многократных вычислительных экспериментов, разработке методов и алгоритмов предварительной обработки малых объёмов данных, разработке и внедрении алгоритмического

и программного обеспечения интеллектуальной системы, подготовке основных публикаций по выполненной работе, апробации результатов исследования на научных мероприятиях различного уровня и внедрении в образовательный процесс.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении учёных степеней, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и Порядком присуждения учёных степеней в ПНИПУ, утвержденным приказом ректора ПНИПУ от 28 мая 2024 г. № 27-О: в ней изложены новые научно обоснованные теоретические решения в области системного анализа и обработки малых объёмов данных, имеющие важное значение для разработки и внедрения новых методов и алгоритмов обучения искусственных нейронных сетей.

На заседании «20» сентября 2024 г. диссертационный совет Д ПНИПУ.05.21 принял решение присудить Кожемякину Леониду Валерьевичу учёную степень кандидата технических наук (протокол заседания № 7).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за присуждение учёной степени – 12, против присуждения учёной степени – 0, не участвующих в голосовании – 0.

Председатель диссертационного
совета Д ПНИПУ.05.21,

д-р техн. наук, прс



/ Столбов Валерий Юрьевич /

Учёный секретарь
совета Д ПНИПУ
канд. экон. наук



/ Алексеев Александр Олегович /

«26» сентября 2024 г.