

Д.А. Новиков

«02» 03 2023 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

на диссертационную работу Соболевского Владислава Алексеевича «Комплексная автоматизация синтеза искусственных нейронных сетей прямого распространения», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5 – Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей

I. Актуальность темы диссертации

Всё более активное развитие систем искусственного интеллекта (ИИ) в современном мире приводит как к повышению количества задач, решаемых специалистами в данной области, так и к повышению потребности в таких специалистах. Также растёт как сложность моделей, которые применяются для решения прикладных задач, так и количество этих моделей, что требует всё большего уровня квалификации специалистов, которые с ними работают. С другой стороны, в настоящее время начинают появляться учебные программы и дисциплины, с помощью которых можно целенаправленно осуществлять подготовку специалистов в этой области, что приводит к невозможности быстрого решения проблемы недостатка кадров в ближайшем будущем.

Другой важной проблемой, связанной с решением задач проектирования систем ИИ, является большая вариативность методов и алгоритмов ИИ, которые применяются для решения прикладных задач. Многие из них основаны на принципиально разных подходах и, в процессе создания и обучения, такие модели имеют множество гиперпараметров, которые оказывают влияние на их точность и требуют тонкой настройки под каждую конкретную прикладную задачу. Всё это приводит к тому, что специалист, работающий с этими моделями, должен оперировать большим объёмом информации и анализировать принципиально разные подходы к решению даже одной прикладной задачи. Таким образом, можно говорить, что ручной подход к процессам создания и обучения ИИ требует большого количества времени высококлассных специалистов.

Объективно существующее несоответствие между потребностью в высококлассных специалистах, способных решать прикладные задачи создавая системы ИИ, и реальным количеством таких специалистов проявляются практически во всех предметных областях. Существует несколько путей устранения данного несоответствия. При этом, простое повышение количества учебных заведений, которые бы занимались подготовкой таких специалистов, вряд

ли решит проблему даже в среднесрочной перспективе. Поскольку количество прикладных задач, которые требуется решать с помощью программных систем на базе ИИ, растёт экспоненциально.

Таким образом, говоря о тематике рассматриваемой диссертационной работы, можно утверждать, что она *актуальна* и представляет научный интерес как для исследователей, занимающихся созданием систем ИИ, так и для специалистов из других направлений современных научных исследований, которые заинтересованы в создании программных систем на базе ИИ для решения поставленных перед ними новых фундаментальных и прикладных задач.

II. Научная новизна и основные результаты исследований

Соискателем в диссертационной работе были получены следующие новые научные результаты:

1. Разработан алгоритм унифицированного подбора гиперпараметров (структурных параметров) для решения задачи автоматизации процессов генерации и обучения моделей искусственных нейронных сетей (ИНС) прямого распространения различных архитектур, отличающийся масштабируемостью по отношению к новым архитектурам ИНС прямого распространения без необходимости модификации самого алгоритма. Предложенный в диссертации алгоритм может применяться для разных архитектур ИНС, что особенно важно при его масштабировании на различные прикладные области.

2. Разработана архитектура и программная система автоматизации процессов генерации и обучения моделей ИНС прямого распространения с различными архитектурами, отличающаяся возможностью инкапсуляции методов работы с различными архитектурами ИНС, что позволяет упростить и ускорить разработку моделей за счёт использования перспективной информационной технологии «программирования без программирования» (No-Code разработка). Предложенное в рамках диссертации программное обеспечение позволяет пользователю, не разбирающемуся в особенностях генерации и обучения моделей ИНС, получить модель, обеспечивающую решение поставленной перед ним задачи в автоматическом, либо в интерактивном режимах. Подобный подход повышает степень автоматизации процессов синтеза новых моделей ИНС и расширяет круг пользователей разработанного программного обеспечения (ПО).

3. Разработана архитектура и программная система автоматической генерации исполняемых файлов для синтезированных моделей ИНС прямого распространения с различными архитектурами, отличающаяся от существующих конструктивным использованием сервис-ориентированного подхода, а также концепции и технологии No-Code разработки, что позволяет ускорить и упростить интеграцию разработанных моделей в стороннее программное обеспечение. Также использование представленной архитектуры и программного обеспечения позволяет сократить затраты времени на внедрение разработанных моделей, что повышает степень автоматизации всего процесса решения прикладных задач с помощью моделей ИНС.

III. Достоверность и обоснованность основных результатов исследований

Основные положения, выводы и результаты, полученные в диссертации, достаточно обоснованы и аргументированы. Сформулированная в диссертации

научно-техническая задача повышения степени автоматизации процесса создания, обучения и использования моделей ИНС прямого распространения различных архитектур была исследована и решена на основе корректного использования фундаментальных концепций, принципов и подходов, используемых в теории эволюционных алгоритмов, теории модульного программирования, теории глубокого обучения, методах и алгоритмах глубокого обучения, а также принципах сервис-ориентированной архитектуры.

Достоверность основных выводов и результатов диссертации подтверждается:

- комплексным анализом исследований и разработок в области автоматизированного машинного обучения (AutoML);
- корректностью предложенных моделей, методов и алгоритмов;
- апробацией основных теоретических положений диссертации в печатных трудах и докладах;
- положительными результатами внедрения основных научных положений диссертации в различных предметных областях.

IV. Теоретическая значимость результатов диссертационного исследования

Теоретическая значимость диссертации заключается в разработке и научно-практической реализации алгоритма унифицированного подбора гиперпараметров для решения задачи автоматизации процессов генерации и обучения моделей ИНС прямого распространения различных архитектур, методов и алгоритмов автоматизации процессов использования созданных моделей, а также соответствующего специального программного обеспечения решения задачи комплексного синтеза моделей ИНС прямого распространения.

Разработанные диссертантом оригинальные модели и новый комбинированный алгоритм базируется на фундаментальных и прикладных результатах, полученных к настоящему моменту времени в области ИИ в целом и машинного обучения в частности.

V. Практическая ценность и значимость результатов исследований

Практическая ценность результатов диссертационных исследований состоит в том, что их использование позволяет повысить степень автоматизации создания и применения программных продуктов на базе моделей ИНС, что востребовано во многих прикладных областях.

В основу рецензируемой диссертации положены фундаментальные и прикладные научные результаты, полученные за последние годы в области AutoML. Они составляют теоретическую базу разработанного программного обеспечения, ориентированного на решение новой актуальной научно-технической задачи повышения степени автоматизации процессов создания, обучения и использования моделей ИНС прямого распространения различных архитектур, используемых в различных предметных областях.

Представленные в диссертации апробации разработанного ПО показывают, что с его помощью успешно осуществляется комплексная автоматизация процессов создания и применения моделей ИНС для эффективного решения различных прикладных задач. В диссертации предлагается оценивать степень автоматизации созданного ПО с помощью расчёта показателя автоматизации первичных частей

технологического процесса создания, обучения и использования моделей ИНС прямого распространения различных архитектур. При реализации апробаций ПО, согласно рассчитанному показателю, представленное программное обеспечение позволило автоматизировать от 50 до 83 процентов этапов разработки.

В целом научная и практическая значимость полученных в диссертации результатов для развития отрасли технических наук заключается в разработке новой специальной программной системы автоматизации процессов генерации, обучения и использования моделей ИНС прямого распространения. Данная программная система реализует унифицированный подход к автоматическому синтезу моделей ИНС прямого распространения различных архитектур, что позволяет использовать её при решении широкого спектра прикладных задач. Это подтверждается результатами применения разработанной программной системы для решения различных классов прикладных задач прогнозирования и распознавания сложных объектов и процессов в Государственном природном биосферном заповеднике «Таймырский», в «Санкт-Петербургском государственном технологическом институте (техническом университете)» СПб ГТИ (ТУ), в СПИИРАН и СЗЦППО, входящих в СПб ФИЦ РАН, соответствующими актами реализации, полученными от этих организаций, а также положительными эффектами от указанных реализаций. В частности, представленная программная система успешно использовалась: при создании системы автоматизированного распознавания и подсчёта числа северных оленей на аэрофотоснимках, а также при выполнении ряда грантов РФФИ и Государственного задания в 2017-2021 годах, при проведении учебных занятий по направлениям подготовки 09.03.01 и 09.04.01.

В результате внедрения указанной программной системы удалось повысить степень автоматизации процессов генерации, обучения и использования моделей ИНС прямого распространения за счёт перехода на качественно новый уровень автоматизации отдельных этапов создания программного обеспечения, использующего модели ИНС.

VI. Общая оценка содержания диссертации, полнота опубликованных результатов и соответствие паспорту специальности

Научные положения диссертации Соболевского В.А. опубликованы в 25 научных трудах, в том числе 3 публикации в журналах из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, 10 публикаций в изданиях, индексируемых в WoS/Scopus, 2 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ. Полученные автором основные результаты обсуждались на ряде международных и региональных научных конференциях.

Автореферат полно и правильно отражает основные положения и результаты диссертационной работы.

Результаты диссертационной работы соответствуют паспорту специальности 2.3.5 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей» в части направлений:

- Модели, методы и алгоритмы проектирования, анализа, трансформации, верификации и тестирования программ и программных систем.

- Модели, методы, архитектуры, алгоритмы, языки и программные инструменты организации взаимодействия программ и программных систем.

- Интеллектуальные системы машинного обучения, управления базами данных и знаний, инструментальные средства разработки цифровых продуктов.
- Модели, методы, архитектуры, алгоритмы, форматы, протоколы и программные средства человеко-машинных интерфейсов, компьютерной графики, визуализации, обработки изображений и видеоданных, систем виртуальной реальности, многомодального взаимодействия в социкиберфизических системах.

VII. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Проведённые исследования необходимо продолжить в направлении расширения практических возможностей, разработанных в диссертации:

1. Разработанную программную систему автоматизации процессов генерации и обучения моделей ИНС прямого распространения с различными архитектурами целесообразно рекомендовать к использованию в проектных организациях, занимающихся созданием прикладного программного обеспечения на базе моделей ИНС для решения прикладных задач (Университет ИТМО, ФГУП "ГосНИИАС", НИУ ВШЭ).

2. Разработанная программная система автоматической генерации исполняемых файлов для синтезированных моделей ИНС прямого распространения с различными архитектурами может быть использована при создании и внедрении программного обеспечения на базе моделей ИНС при решении научных и опытно-конструкторских задач в организациях, занимающихся подобными разработками (ГКНПЦ им. М.В.Хруничева, ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН).

3. Разработанное программное и методологическое обеспечение может быть использовано при подготовке учебно-методических комплексов по дисциплинам: «Интеллектуальные информационно-управляющие системы» ФГАОУ ВО «СПбПУ», «Теория информации и машинное обучение» ФГБОУ ВО СПбГУ, «Искусственный интеллект» НИУ ИТМО.

VIII. Недостатки диссертации

1. В диссертации и автореферате не указаны направления исследований в соответствии с паспортом специальности 2.3.5 Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей.

2. Отсутствует сравнение эффективности спроектированных нейронных сетей с помощью предлагаемого алгоритма:

– с методами SOTA;

– с традиционными методами, с помощью которых многие задачи, предлагаемые для ИНС прямого распространения, решаются успешно.

3. Недостаточно обоснован перечень гиперпараметров архитектур ИНС, которые варьируются при обучении с помощью разработанного алгоритма.

4. Не раскрыты причины того, почему разработанный алгоритм подходит для автоматизации синтеза ИНС только прямого распространения.

5. В тексте диссертации имеются отдельные опечатки, неточности, недостатки редактирования, изображения низкого качества и трудночитаемые предложения.

В целом, приведённые недостатки не снижают научный уровень представленного исследования, не опровергают и не ставят под сомнение

достоверности и значимости основных научных результатов рассматриваемой диссертационной работы.

IX. Заключение

Диссертационная работа Соболевского В.А. на тему «Комплексная автоматизация синтеза искусственных нейронных сетей прямого распространения»: 2.3.5 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей» является законченной научно-квалификационной работой.

Диссертация Соболевского В.А. характеризуется актуальностью, новизной, теоретической значимостью и практической ценностью результатов. Результаты являются достоверными и научно обоснованными. В работе успешно решена актуальная научно-техническая задача повышения степени автоматизации процесса создания, обучения и использования моделей ИНС прямого распространения различных архитектур.

Диссертационная работа Соболевского В.А. по содержанию, научному уровню и степени завершенности исследования соответствует критериям пп. 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842 (в редакции Постановления Правительства Российской Федерации от 26 сентября 2022 года № 1690), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Соболевский Владислав Алексеевич, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей».

Диссертационная работа и отзыв обсуждены и одобрены на объединенном научном семинаре лабораторий № 40 «Интеллектуальных систем управления и моделирования» и № 80 «Киберфизических систем» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук, на котором присутствовало 22 сотрудника, протокол № 1 от 27.02.2023 г.

Г.н.с. лаборатории 40 «Интеллектуальных систем управления и моделирования»
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института проблем управления им. В.А. Трапезникова
Российской академии наук,
доктор технических наук,
профессор

О.С. Амосов

Сведения о составителе отзыва:

ФИО: Амосов Олег Семенович

уч. степень, уч. звание: д.т.н., проф.

Адрес: Россия, 117997, Москва, ул. Профсоюзная, д. 65

Тел: +7 495 334-89-10

e-mail: dan@ipu.ru