

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

на диссертацию Сивак Марии Алексеевны  
«Робастное обучение нейронных сетей с простой архитектурой для решения  
задач классификации», представленную на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности 05.13.17 – Теоретические  
основы информатики

**Актуальность темы диссертации.** На сегодняшний день задачи, решаемые с помощью методов машинного обучения, становятся все более сложными. Одним из наиболее популярных инструментов среди таких методов являются искусственные нейронные сети (ИНС). Однако из-за того, что при сборе данных так или иначе возникают ошибки или неточности, ИНС прямого распространения с малым количеством скрытых слоев не всегда позволяют решить ту или иную задачу с высокой точностью. Кроме того, нередки случаи, когда у исследователя нет возможности использовать более сложные нейронные сети для решения поставленных задач, поскольку усложнение модели ИНС неизбежно влечет за собой увеличение временных затрат на построение и обучение модели или материальных затрат на наращивание необходимой для этого вычислительной инфраструктуры.

Одним из распространенных подходов при работе с зашумленными данными, подаваемыми на вход ИНС и содержащими в себе выбросы, является выполнение их предобработки и исключение нетипичных данных. Однако в ряде случаев это может привести к потере важной информации, поэтому использовать такой подход нежелательно. В то же время в прикладном статистическом анализе активно развивается так называемый робастный подход, основная идея которого состоит в том, чтобы оставить выбросы, но снизить их негативное влияние.

Анализ существующих результатов научных исследований показывает, что проблема разработки общего подхода к построению ИНС, которые были бы устойчивы при анализе зашумленных данных, еще не решена. В первых появившихся статьях рассматриваются частные случаи построения робастных нейронных сетей, однако предложенные модели ИНС не лишены недостатков и нередко требуют существенной доработки.

В силу вышесказанного тему диссертационной работы Сивак М.А., направленную на разработку алгоритмического и программного обеспечения для построения робастных ИНС с целью решения задач классификации, следует считать *актуальной*.

**Краткое содержание работы.** Диссертация изложена на 111 страницах и состоит из введения, пяти глав основного содержания, заключения и трех

приложений. Работа включает 18 рисунков и 18 таблиц. Список литературы содержит 105 наименований.

*Глава 1* содержит обзор задач машинного обучения и классических методов их решения, а также описание робастного подхода. Рассматривается построение моделей ИНС, описываются виды ИНС и классический алгоритм обучения ИНС - алгоритм обратного распространения ошибки. Показываются особенности практического применения нейронных сетей и программные инструменты для их построения. Приводится обоснование цели и задач исследования.

*Глава 2* посвящена рассмотрению вопросов построения робастных нейронных сетей. В ней предлагается модификация алгоритма обратного распространения ошибки с использованием робастных функций потерь, представлены результаты исследования применимости таких функций при построении ИНС. Выполняется исследование точности работы нейронных сетей в зависимости от выбранного плана эксперимента.

*В главе 3* представлены рекомендации по выбору параметров робастных функций потерь, а также результаты исследования устойчивости робастных ИНС при классификации данных с различной долей засоряющих наблюдений и с различным числом объектов в наборе данных.

*Глава 4* содержит описание классов и методов программного модуля для построения робастных нейронных сетей «RobustNN». Приводятся минимальные системные требования, необходимые для работы с модулем, а также рассмотрены различные сценарии использования этого модуля.

*В главе 5* приводятся результаты решения двух практических задач: классификации нефтяных месторождений и определения местоположения проводника в кровеносном сосуде при проведении коронарного стентирования.

**Оценка научной новизны, теоретической и практической значимости результатов.** Следующие результаты работы обладают *научной новизной*:

1. предложенный подход к построению и обучению робастных ИНС, реализуемый путем модификации алгоритма обратного распространения ошибки и с использованием различных робастных функций потерь;
2. рекомендации по настройке робастных ИНС путем выбора значений внутренних параметров робастных функций потерь, позволяющие быстрее добиться более высокой точности классификации с помощью таких ИНС;
3. результаты исследования устойчивости созданных робастных ИНС при решении задач классификации для различных наборов зашумленных



данных, также результаты исследования точности классификации при использовании таких ИНС в случае различных планов эксперимента.

Эти результаты являются **теоретически значимыми** для развития методов машинного обучения и позволяют создавать ИНС, дающие выигрыш в точности классификации при анализе значительно зашумленных данных.

**Практическая ценность диссертации** состоит в разработке программного модуля для построения робастных нейронных сетей, позволяющего задать количество скрытых слоев и число нейронов на каждом слое, а также выбрать функцию потерь (квадратичную или одну из 10 робастных). Практически значимым результатом при использовании этого модуля является существенное увеличение точности классификации и скорости обучения ИНС. Практически важными являются также результаты решения задачи классификации нефтяных месторождений и задачи определения местоположения проводника при коронарном стентировании.

**Степень достоверности результатов и обоснованности выводов и рекомендаций.** Достоверность полученных новых научных результатов обеспечивается корректным применением автором методов математического анализа, прикладной математической статистики, регрессионного анализа и теории планирования эксперимента при проведении всех исследований. Достоверность ряда полученных результатов подтверждается проведением значительного числа вычислительных экспериментов с использованием технологии статистического моделирования. Обоснованность сделанных выводов и рекомендаций подтверждается большим числом таких экспериментов, а также результатами внедрения ИНС в нефтяной отрасли.

**Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.** Результаты, полученные в диссертации, могут использоваться для решения задач классификации объектов различного рода во многих областях знаний, в первую очередь при проведении биологических и медицинских исследований, а также при анализе текстов.

По содержанию диссертации и автореферата **имеются следующие замечания.**

1. В названии диссертации указано, что нейронные сети предназначены для решения задач классификации, однако в формулировке цели и задач исследований (стр.6, стр.41 диссертации и стр.4 автореферата) задачи классификации не упоминаются. Возникает вопрос, для решения каких классов задач могут быть применены робастные нейронные сети?

2. Из текста диссертации не до конца ясно, что понимается под вычислительным экспериментом при настройке и исследовании устойчивости робастных нейронных сетей.

3. Автор демонстрирует эффективность разработанных алгоритмов для ИНС с одним скрытым слоем, который включает малое число нейронов (от 3 до 9 в различных примерах). Неясно, применимы ли эти алгоритмы к нейронным сетям с двумя и более скрытыми слоями и с большим числом нейронов в каждом скрытом слое.

4. Имеются разночтения при формулировке цели исследований. Так, на стр. 6 диссертации и на стр.4 автореферата указано, что *разрабатывается математическое и программное обеспечение для построения робастных нейронных сетей*, а на стр.41 диссертации также при формулировке цели речь идет о *разработке алгоритмического и программного обеспечения для построения робастных нейронных сетей*.

5. На стр. 8 диссертации и на стр. 7 автореферата сказано, что в Татарском научно – исследовательском и проектном институте нефти автором внедрены разработанные методы и алгоритмы, хотя методы в диссертации не разрабатываются.

Отмеченные замечания не являются принципиальными и не снижают научную и практическую значимость результатов, полученных в диссертации.

**Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.**

Диссертация Сивак Марии Алексеевны «Робастное обучение нейронных сетей с простой архитектурой для решения задач классификации», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение актуальной научной задачи создания искусственных нейронных сетей, устойчивых при анализе сильно зашумленных данных. Эта научная задача имеет существенное значение для развития теории машинного обучения.

Диссертация по области исследования соответствует паспорту специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики, а именно п. 5 (*Разработка и исследование моделей и алгоритмов анализа данных, обнаружения закономерностей в данных и их извлечениях, разработка и исследование методов и алгоритмов анализа текста, устной речи и изображений*).

Работа оформлена в соответствии с требованиями, установленными ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. Содержание автореферата дает достаточно полное представление о содержании диссертации.

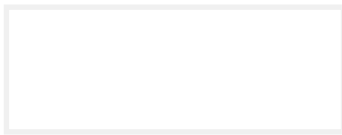


Основные результаты диссертации достаточно полно опубликованы в 12 работах, в том числе в 3 статьях в научных изданиях, включенных в Перечень ВАК ведущих рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, и в 2 статьях в изданиях, индексируемых в базах Scopus и Web of Science.

Диссертация соответствует критериям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в редакции от 11.09.2021 г.), для диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук. Считаю, что автор работы Сивак Мария Алексеевна заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики.

**Официальный оппонент:**

Профессор отделения Информационных технологий  
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский  
политехнический университет»,  
доктор технических наук, профессор



Марков Николай Григорьевич

31 мая 2022 г.

**Сведения об организации:** Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

**Адрес:** 634050, Россия, г. Томск, проспект Ленина, д. 30.

**Телефон организации:** 8(3822) 701609

**E-mail:** [markovng@tpu.ru](mailto:markovng@tpu.ru)

Я, **Марков Николай Григорьевич**, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Подпись Маркова Н.Г. заверяю.  
Ученый секретарь ученого совета На  
Томского политехнического универс

*Отзыв поступил  
в совет 10.06.2022.*

*С отзывом ознакомлена  
10.06.2022*

