

Отзыв официального оппонента

доктора технических наук, профессора **Пророка Валерия Ярославовича** на диссертационную работу **Милосердова Дмитрия Игоревича** на тему: «Модели, методы и архитектуры программных систем нейросетевого прогнозирования трудноформализуемых событий с непрерывным обучением», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей».

Актуальность избранной темы

Особенностью современного этапа развития человечества является постоянно увеличивающаяся потребность в прогнозировании событий самого различного характера. Системное и комплексное исследование тенденций развития процессов на основе анализа временных рядов является одним из важнейших источников информации и предназначено для решения вопросов в экономической, экологической и технической областях, в первую очередь для предупреждения о приближении кризисных ситуаций, стихийных бедствий и обеспечения выхода их них. В сложившихся условиях особую важность и значимость приобретают вопросы прогнозирования трудноформализуемых событий, с большой степенью неопределенности и неоднозначности исходных данных.

В связи с этим исследования, выполненные в рамках диссертационной работы, являются актуальными и своевременными.

В диссертационной работе решается актуальная задача по разработке моделей, методов и архитектур программных систем нейросетевого прогнозирования трудноформализуемых событий с непрерывным обучением, обеспечивающих повышение их точности.

В работе получены следующие основные научные результаты:

1. Разработана модель системы нейросетевого прогнозирования трудноформализуемых событий с непрерывным обучением.

2. Разработаны методы нейросетевого прогнозирования трудноформализуемых событий с непрерывным обучением и управлением направленностью вызова сигналов из ассоциативной памяти.

3. Предложена параллельная и буферная архитектуры программных систем нейросетевого прогнозирования трудноформализуемых событий с непрерывным обучением.

4. Сформулированы практические рекомендации по повышению точности и использованию программных систем нейросетевого прогнозирования трудноформализуемых событий с непрерывным обучением.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

Новизна положений диссертационной работы заключается в том, что:

1. Модель системы нейросетевого прогнозирования трудноформализуемых событий с непрерывным обучением отличается известной своей структурой и правилами обработки сигналов. Она содержит блок управления прогнозированием и две идентичные по своей структуре рекуррентные нейронные сети, объединенные в единую систему. Одна из которых функционирует в режиме обучения, а вторая реализует прогнозирование.

2. Методы нейросетевого прогнозирования трудноформализуемых событий используют новые правила прогнозирования и управления ассоциативным выводом информации из нейросетевой памяти.

3. Параллельная и буферная архитектуры программных систем максимально адаптированы для реализации предложенных методов и моделей.

4. Практические рекомендации по повышению точности и использованию программных систем нейросетевого прогнозирования трудноформализуемых событий с непрерывным обучением позволяют определять наиболее эффективную конфигурацию нейросетевых слоев применительно к задаче прогнозирования, а также осуществлять выбор архитектуры в зависимости от условий, в которых функционирует система.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается:

– корректностью постановки задачи исследования, принятых допущений и упрощений;

– использованием хорошо апробированного математического аппарата;

– сочетанием теоретических и экспериментальных исследований и согласованностью их результатов;

– одобрением основных положений диссертационной работы на международных и всероссийских научных конференциях.

Значимость для науки и производства результатов исследования состоит в том, что научная задача, поставленная в диссертации, решалась в плане научного сопровождения НИР, выполняемых научно-исследовательскими учреждениями.

Полученные соискателем научные результаты достаточно полно опубликованы и апробированы на международных и межведомственных конференциях.

Практическая и теоретическая значимость результатов диссертационных исследований заключается в том, что:

1. Разработанный научно-методический аппарат может быть успешно использован в организациях и на предприятиях самой различной специализации.

2. Применение разработанных в диссертации более совершенных методов и моделей прогнозирования трудноформализуемых событий позволяет уменьшить потери от неэффективных управленческих решений.

3. Применение разработанных в диссертации более совершенных методов позволяет достоверно прогнозировать события различной природы в условиях трансформации внешних и внутренних факторов и как следствие своевременно на них реагировать.

Теоретическая значимость полученных результатов состоит в развитии научно-методического аппарата прогнозирования трудноформализуемых событий рекуррентными нейронными сетями с непрерывным обучением.

Публикация, внедрение и соответствие паспорту специальности

По теме диссертации опубликовано 12 работ, в том числе 2 публикации в журналах из «Перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук», 5 публикаций в зарубежных изданиях, индексируемых в Scopus/WoS, 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Результаты диссертационной работы использованы в НИР СПб ФИЦ РАН №0073-2019-0001 «Теоретические основы и алгоритмические модели когнитивного управления, взаимодействия и анализа состояния групп гетерогенных робототехнических комплексов», а также в ЦСАМ АО «НТЦ РЭБ» при проведении научных исследований по обнаружению и траекторному сопровождению малоразмерных беспилотных летательных аппаратов для прогнозирования радиолокационной обстановки и выявления аномальных радиосигналов.

Считаю целесообразным внедрение результатов диссертационной работы в ФГБУ «Российский институт стратегических исследований», ООО «Промышленные системы автоматизации», ГУП «Санкт-Петербургский информационно-аналитический центр».

Положения, выносимые на защиту, соответствуют паспорту специальности 2.3.5 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей».

К недостаткам работы следует отнести следующее:

1. Из работы не ясно каким образом автор предлагает бороться с эффектом «переобучения» искусственной нейронной сети.

2. Вызывает сомнение корректность постоянного использования для обучения искусственной нейронной сети новых данных.

3. В работе не проводится сравнительный анализ предлагаемой системы прогнозирования временных рядов с LSTM нейронной сетью и LSTM нейронной сетью с функцией «внимания».

4. Из работы не ясно проводилась ли проверка свойства стационарности исследуемых временных рядов.

5. Следовало бы уделить больше внимания вопросу определения предполагаемого «горизонта прогноза» временного ряда.

6. Целесообразно было провести более широкое сравнение предлагаемого метода с существующими фильтрами (Калмана, альфа-бетта фильтр, экспоненциальное сглаживание).

7. Целесообразно было бы расширить раздел по оценке эффективности предлагаемых решений, с конкретизацией вклада отдельных положений в итоговый результат.

Однако отмеченные недостатки не снижают научную и практическую ценность работы.

Материал диссертации изложен технически грамотно, логично и убедительно. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

ВЫВОДЫ:

1. В диссертации решена актуальная задача по разработке моделей, методов и архитектур программных систем нейросетевого прогнозирования трудноформализуемых событий с непрерывным обучением, обеспечивающих повышение их точности.

2. По научному содержанию, глубине и полноте выполненных исследований, а также объему полученных результатов, диссертационное исследование соответствует требованиям пунктов 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (в редакции Постановления Правительства Российской Федерации от 11 сентября 2021 года № 1539), а ее автор, Милосердов Дмитрий Игоревич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей».

Отзыв составил

Профессор кафедры Программно-алгоритмического обеспечения АСУ РКО Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского,
197198, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13, тел. (812) 230-28-15,
e-mail: vka@mil.ru

доктор технических наук, профессор

Пророк Валерий Ярославович

« 19 » _____ 04 _____ 2022 г.

Подпись д.т.н., профессора Пророка В.Я. заверяю

Начальник отдела кадров

Г. Плотников