

УТВЕРЖДАЮ

Директор Федерального
государственного бюджетного
учреждения науки Института
динамики систем и теории
управления Сибирского отделения
Российской академии наук
(ИДСТУ СО РАН)



академик _____ И.В. Бычков

« 10 » _____ 2014 г.

О Т З Ы В

ведущей организации на диссертацию Хандарова Федора Владимировича «Метод одновременного структурно-параметрического синтеза многослойных персептронов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Актуальность темы диссертационной работы. Диссертационная работа Хандарова Ф.В. посвящена решению научной и практической проблемы – разработке метода и комплекса программ для нейросетевого моделирования.

Аппарат искусственных нейронных сетей развивается в последние годы очень активно. Потребность в развитии данной тематики диктуется наличием широкого круга реальных задач, в которых построение точной аналитической модели затруднено в силу разнообразных причин, например, ввиду их трудноформализуемости, недостатка необходимых знаний о предметной области, но при этом данные наблюдений за моделируемым объектом являются доступными. В работе рассматривается разновидность одного из распространенных видов искусственных нейронных сетей – многослойных персептронов – многослойные персептроны с разомкнутыми перекрестными связями (МПРПС).

Вопросы обучения искусственных нейронных сетей в исследованиях отечественных и зарубежных ученых изучены достаточно подробно. При этом известные проблемы с точностью получаемых результатов, представляемых нейросетевыми моделями, во многом связаны со сложностью соответствующих задач глобальной оптимизации. Разработка новых методов и алгоритмов позволяет добиваться улучшения, как

характеристик результатов нейросетевого моделирования, так и повышать эффективность процессов их получения.

В свою очередь, на адекватность (точность) моделирования и на вычислительную производительность процессов прогнозирования при помощи обученной нейросетевой модели существенно влияют этапы синтеза её топологии. На практике синтез сети является творческой задачей и, как правило, осуществляется ручным подбором структурных характеристик сети, что требует от исследователя глубоких знаний в предметной области моделируемого объекта.

Указанные проблемы определяют **актуальность исследований**, представленных в диссертационной работе соискателя, и связаны с повышением точности моделирования и уменьшением структурной сложности получаемых моделей. Актуальность темы определяется также важным народно-хозяйственным значением результатов работы, связанным с расширением круга пользователей методов многомерного статистического анализа данных за счет некоторого ослабления требований к их квалификации.

Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Основными научными результатами автора являются:

- разработан метод одновременного синтеза топологии и подбора весов связей многослойных персептронов;
- создан алгоритм безусловной оптимизации, используемый для расчета весовых коэффициентов МПРПС, базирующийся на комбинации методов дифференциальной эволюции и поиска с запретами;
- предложена стратегия модификации топологии МПРПС для мультистарт-методов, включающая этапы как добавления, так и удаления структурных элементов сети.

Полученные научные результаты являются новыми и вносят существенный вклад в развитие современной прикладной теории искусственных нейронных сетей.

Обоснованность научных положений, рекомендаций и достоверность разработанного метода структурно-параметрического синтеза МПРПС подтверждаются апробацией на известных тестовых задачах, а также результатами решения прикладных задач.

Поставленные в диссертационной работе задачи, конкретные алгоритмы и разработанное программное обеспечение рекомендованы к широкому применению при решении задач нейросетевого моделирования (прогнозирование, классификация и кластеризация, регрессионный анализ и др.). Считаю целесообразным продолжение работы по совершенствованию предложенного в диссертации метода в направлении расширения класса практических приложений.

Научная значимость результатов исследований заключается в том, что разработанные метод и алгоритмы структурно-параметрического синтеза МПРПС вносят вклад в методическую базу современного математического и программного обеспечения, предназначенного для решения задач нейросетевого моделирования, позволяя строить нейросетевые модели,

обладающие свойствами минимальной сложности структуры при обеспечении заданной точности.

Соискателем на теоретической основе нового метода разработан программный комплекс нейросетевого моделирования. *Практическое значение работы* достаточно высоко и определяется тем, что предложенные в ней метод и алгоритмы позволяют разрабатывать новое математическое и программное обеспечение для обработки информации на основе многомерного статистического анализа данных без глубокого понимания предметной области пользователем: он избавлен от ручного подбора структуры, и вместе с тем получает структурно небольшие и достаточно точные модели. В работе приводятся результаты применения разработанного алгоритмического и программного обеспечения для моделирования в практических областях – в экономике и в образовании, а именно, при прогнозировании налоговых поступлений в бюджет Республики Бурятия и прогнозировании результатов ЕГЭ на основе профориентационных предпочтений.

Структура работы

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложений.

Во введении автором обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и поставленные задачи, обоснованы научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов работы, степень достоверности и апробация результатов, перечислены публикации и личный вклад автора, а также произведен краткий обзор существующих подходов к обучению и подбору структуры нейронных сетей.

В первой главе приводится постановка задачи структурно-параметрического синтеза, освещены вопросы представления сетей, выбора функции активации. В завершении главы предлагается схема структурно-параметрического синтеза и формулируются требования к ее алгоритмическому наполнению.

Во второй главе описаны разработанные автором стратегия модификации топологии (синтеза структуры) сети и алгоритм глобального поиска (параметрического улучшения), приведены результаты вычислительных экспериментов на наборе тестовых оптимизационных задач. Формулируется метод структурно-параметрического синтеза многослойных персептронов, использующий разработанные стратегию и алгоритм, приведены результаты вычислительных экспериментов на задачах авторитетного нейросетевого “бенчмарка” PROBEN1.

В третьей главе описывается реализация разработанного алгоритмического обеспечения в виде программного комплекса нейросетевого моделирования, и его применение для построения моделей прогнозирования налоговых поступлений по данным временного ряда и результатов ЕГЭ по данным профориентационного тестирования.

В заключении представлены научные и практические результаты, выносимые на защиту. В приложениях приводятся примеры описаний сетей, полученных при решении практических задач, и материал опросника, используемого для сбора данных в одной из решаемых в диссертации задач.

Список литературы включает 155 источников, из них: 101 на иностранных языках, 8 публикаций автора.

Общая оценка диссертационной работы

Основные результаты работы опубликованы в восьми печатных работах, три из которых – в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК РФ. Результаты докладывались на ряде научных конференций, в том числе международного уровня.

Работа написана литературным языком, стиль изложения – доказательный. Выводы и рекомендации достаточно обоснованы. Но вместе с тем имеются замечания по диссертационной работе:

1. Фраза п. 2 «Потеря удобства при работе с методами оптимизации» на стр. 20 требует дополнительных комментариев (так же как и п. 3 на этой же странице).
2. Выбранная диссертантом коллекция задач глобальной оптимизации, на которой выполнено тестирование разработанного гибридного метода оптимизации, не является вполне представительной. Стоило бы попытаться более полно апробировать разработанный метод, протестировав его на более сложных задачах глобальной оптимизации, например, задачах поиска оптимальных конфигураций атомно-молекулярных кластеров с применением потенциалов Морса или Леннарда-Джонса. Это позволило бы оценить возможности предложенного подхода в сравнении с передовыми методами глобальной оптимизации (например, α -BB, BARON, GOP, метод неравномерных покрытий Ю.Г. Евтушенко, методы липшицевой оптимизации нижегородской школы, методы А. Жилинскаса и А. Жиглявского, интервальные методы и другие).
3. Программная реализация разработанного метода — локальное приложение. Представление результатов исследования в виде модулей известных систем многомерного статистического анализа данных, например, Matlab и R, значительно упростило бы исследователям доступ к новым методам, а также дало бы возможность комбинировать разработанные процедуры с другими подходами.

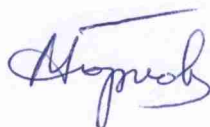
В целом отмеченные недостатки не влияют на положительную оценку диссертационной работы, которая представляет собой законченную научно-квалификационную работу, содержащую решение задачи структурно-параметрического синтеза многослойных персептронов с разомкнутыми перекрестными связями, имеющую существенное значение для теории и практики применения методов многомерного статистического анализа данных, предсказательного моделирования, извлечения знаний из данных, искусственного интеллекта.

Результаты апробированы на ряде международных конференций и в рамках нескольких государственных научно-исследовательских работ. Они имеют высокую научную ценность и практическую значимость. Полученные результаты работы рекомендованы к внедрению в научные исследования и хозяйственные проекты, проводимые в ИДСТУ СО РАН, ИВМ СО РАН, ИВТ СО РАН, ИСЭМ СО РАН, ИМ СО РАН им. С. Л. Соболева.

Диссертационная работа «Метод одновременного структурно-параметрического синтеза многослойных персептронов» удовлетворяет требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, ее тематика и содержание соответствуют паспорту научной специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», в частности пунктам 1, 3, 4, 5, и её автор Хандаров Федор Владимирович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Отзыв на диссертационную работу «Метод одновременного структурно-параметрического синтеза многослойных персептронов» Хандарова Федора Владимировича утвержден на семинаре по информационным технологиям Института динамики систем и теории управления СО РАН 30 октября 2014 года, протокол № 5.

Г.н.с. лаб. 2.3 оптимального
управления ИДСТУ СО
РАН, д.т.н.



Горнов Александр
Юрьевич

С.н.с. лаб. 4.1 комплексных
информационных систем
ИДСТУ СО РАН, к.т.н.



Черкашин Евгений
Александрович