ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию **Хандарова Фёдора Владимировича** «Метод одновременного структурно-параметрического синтеза многослойных персептронов», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Актуальность работы.

Искусственные нейронные сети – одна из популярных парадигм математического моделирования и машинного обучения, применяемая на практике для решения различных задач классификации и моделирования. Если не касаться вопросов, связанных с представительностью выборки и ее предобработкой, основными проблемами рассматриваемого аппарата остаются организация нахождения близкого к глобальному минимума функции ошибки в условиях большого числа параметров, многоэкстремальности и овражности целевой функции, а также его поиск среди структур, определяющих различные поисковые подпространства.

В диссертационной работе Хандарова Ф.В. рассматривается такая разновидность нейронных сетей, как многослойные персептроны с активационной функцией в виде гиперболического тангенса. Для данной разновидности сетей произведена постановка задачи и предложено представление пространства поиска, описана общая алгоритмическая схема решения, и, наконец, путем разработки соответствующих алгоритмов получен новый метод одновременного поиска в пространстве весов и топологий, называемый в работе методом структурно-параметрического синтеза. Актуальность выбранной темы исследований не вызывает сомнения.

Решаемая в работе на основе предложенного в ней программного и алгоритмического обеспечения прикладная задача прогнозирования налоговых поступлений также является актуальной и практически значимой.

Основные научные результаты, полученные автором:

Автором получены следующие научные результаты и разработки.

1. Мультистартовая схема одновременного подбора топологии и настройки весов связей МПРПС, отличающаяся от известных способом оценки сетей на предмет перспективности применения к ним методов локального спуска, глобального поиска или модификации топологии; метод одновременного структурно-параметрического синтеза, разработаный на основе данной схемы.

2. Алгоритм глобального поиска на основе метода поиска с запретами, который отличается от известных ведением сегментированного списка запретов и формированием шага по методу дифференциальной эволюции.

3. Стратегия последовательного выбора операции модификации топологии МПРПС, предназначенная для использования в мультистартовых методах, которая отличается от известных детерминированным порядком выбора операций модификации топологии с приоритетом операций упрощения и нацеленностью на интенсификацию исследования каждого уровня топологии.

4. Программный комплекс для решения задач нейросетевого моделирования, реализующий предложенные метод и алгоритмы.

5. Нейросетевые модели прогнозирования временного ряда налоговых поступлений (на примере Республики Бурятия) и результатов Единого государственного экзамена по данным профориентационного анкетирования, построенные с применением разработанного программного комплекса.

Достоверность результатов диссертации подтверждена использованием апробированных научных методов и средств, разработанных авторитетными специалистами, сопоставлением с результатами расчетов других авторов, проведением вычислительных экспериментов.

Диссертация **соответствует паспорту** специальности 05.13.18 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы, включающего 155 наименований, и трех приложений. Общий объем диссертации составляет 132 страницы.

В **первой** главе описывается класс рассматриваемых сетей и способ их представления в виде линейных структур. Приводится формализованная поста-

новка задачи, на основе которой разрабатывается общая схема структурно-параметрического синтеза, основная идея которой заключается в том, что выбирается некоторое конечное подмножество точек пространства поиска и производится оценка их перспективности с помощью некоторого метода локального спуска. Согласно данной оценке все точки разбиваются на две группы - в первой группе перспективных точек используется локальный спуск с помощью градиентных методов, а в группе точек, в которых улучшение не достигнуто, производится смена окрестности локального минимума или модификация топологии сети.

Во **второй** главе описываются алгоритмы параметрического улучшения и структурного синтеза многослойных персептронов, а также результаты тестирования разработанных алгоритмов.

Параметрическое улучшение в первом алгоритме производится нелокально, для чего автором разработан гибрид алгоритмов дифференциальной эволюции и поиска с запретами.

Структурная модификация сетей во втором алгоритме производится на основе применения набора простейших операций удаления и добавления узла либо структуры.

Тестирование разработанных алгоритмов производится на представительных тестовых задачах.

В **третьей** главе описывается программный комплекс нейросетевого моделирования и его применение для решения прикладных задач прогнозирования налоговых поступлений и результатов сдачи ЕГЭ.

Рекомендации по использованию результатов. Диссертация обладает высокой практической значимостью. Полученные результаты могут быть эффективно использованы в вузах, академических и отраслевых учреждениях. Особенностью разработанного программного комплекса является его универсальность, которая заключается в применимости для анализа объектов различной природы.

Замечания

1. В диссертации отсутствует описание нейросетевых моделей прогнозирования налоговых поступлений и результатов ЕГЭ, или, по крайней мере, соответствующих сетевых структур, чего требует данная специальность.
2. На стр. 14 автореферата приведены результаты сравнения сетей при использовании разработанного алгоритма СПС с эталонными сетями PROBEN1 (таблица 3). Корректно ли сравнивать эти результаты? Сети PROBEN1 получены, видимо, в 1994 году, а комплекс автора разработан в 2013-2014 г.г. Кроме того, в таблице 3 оценки ошибок на тестовом и обучающем множествах показывают, что 7 из 8 ошибок оказались выше у СПС. Едва ли это позитивно характеризует разработанный алгоритм. Возможно, он обладает какими-то другими преимуществами?
3. В работе предлагается количество запусков брать равным 100 (стр. 74), однако какая-либо формальная аргументация в пользу такого назначения отсутствует.
4. Исходная информационная база при моделировании и прогнозировании налоговых поступлений сформирована на данных за 2004-2007 г.г., а прогноз делается на 2008 г. Однако сейчас-то 2014 год. Нет опасения, что тенденции исследуемого процесса за последние 7 лет радикально изменились, в частности, соответствующая законодательная база?
5. Литературный обзор должен быть размещен в первой главе, а во второй и последующих главах должны быть представлены исключительно результаты диссертанта.
6. В работе нет упоминания о возможности использования разработанного подхода для нейросетевых архитектур другого типа.
7. Термин «популяция» используется до своего определения (стр. 24).
8. Не указано, почему при использовании метода *поиска с запретами* (стр. 51) параметр p выбирается из интервала [4,20].

Указанные замечания не снижают ценности диссертационной работы и не влияют на общую позитивную оценку теоретических и практических результатов диссертации.

Содержание диссертации изложено в логически последовательной форме. Стиль изложения четкий и ясный. Следует отметить наличие выводов по каждой главе. Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ВАК РФ.

По теме диссертации опубликованы 8 работ, из них 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ. Результаты работы обсуждались на различных конференциях и получили высокую оценку специалистов.

Публикации и автореферат соискателя в полной степени отражают её наиболее существенные положения, выводы и рекомендации.

Вывод

Исходя из вышеизложенного, считаю, что кандидатская диссертация Хандарова Ф.В. является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение актуальной задачи структурно-параметрического синтеза многослойных персептронов.

Учитывая актуальность выбранной темы, высокую научную и практическую значимость полученных результатов, их достоверность, а также обоснованность выводов и рекомендаций, следует сделать вывод, что диссертационная работа «Метод одновременного структурно-параметрического синтеза многослойных персептронов» удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Хандаров Фёдор Владимирович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор кафедры «Информационные системы и защита информации», руководитель научно-образовательной лаборатории моделирования сложных систем ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет путей сообщения»

Носков Сергей Иванович

664074, Иркутск, ул Чернышевского, 15.

Тел. (3952)638322, e-mail noskov_s@irgups.ru

Подпись

ЗАВЕРЯЮ:

Начальник общего отдела ИрГУПС

Подпись

«11» 12 2014 г.