

## ОТЗЫВ

официального оппонента Дивеева Асхата Ибрагимовича на диссертацию **Брестер Кристины Юрьевны** на тему "Коллективный эволюционный метод многокритериальной оптимизации в задачах анализа речевых сигналов" по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (информатика, вычислительная техника, управление) на соискание учёной степени кандидата технических наук

**Актуальность темы.** Диссертация Брестер К.Ю. посвящена разработке нового эволюционного алгоритма многокритериальной оптимизации и его применению в области анализа речевых сигналов.

Генетические алгоритмы признаны эффективным и универсальным инструментом решения оптимизационных задач и широко используются для автоматического проектирования интеллектуальных информационных технологий. Однако их применение в области машинного обучения затруднено, главным образом, необходимостью выбора подходящей эвристики. Для решения данной актуальной проблемы в работе и предлагается коллективный алгоритм, сочетающий в себе различные концепции эволюционного поиска.

**Объем и структура работы.** Работа Брестер К.Ю. состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературных источников из 141 наименования и приложения. Основная часть диссертации изложена на 138 страницах.

Во введении автор обосновывает актуальность выбранной темы, приводит цель и задачи диссертационного исследования.

В первой главе обосновывается целесообразность интеграции эволюционных алгоритмов многокритериальной оптимизации и методов интеллектуального анализа данных, применяемых в сфере анализа речевых сигналов. Автором детально рассматривается задача распознавания эмоций человека по речи и подчеркиваются ее особенности, определяющие необходимость разработки оригинальных методов для ее решения. Далее приводится аналитический обзор эволюционных алгоритмов многокритериальной оптимизации.

Во второй главе описывается коллективный эволюционный метод многокритериальной оптимизации, принцип работы его компонент и схема функционирования кооперации в целом. Приводятся решения тестовых задач, разработанных международным научным сообществом для исследования эффективности алгоритмов многокритериальной оптимизации.

В третьей главе представлена эволюционная технология генерирования полносвязных персептронов с учетом дополнительного критерия «вычислительная сложность». Также реализована возможность проектирования коллектива нейросетевых классификаторов различной архитектуры. В результате были сгенерированы модели, не уступающие по точности «стандартному» персептрону, но имеющие более компактную структуру.

Четвертая глава содержит описание эволюционных методов отбора информативных признаков из баз данных, основанных на двухкритериальных оптимизационных моделях. Рассматриваются преимущества каждого подхода, приводятся результаты тестирования на задаче распознавания эмоций человека по речи и предлагаются рекомендации по использованию данных методов.

Автореферат адекватно отражает содержание диссертации.

**Научная новизна** работы подтверждается оригинальными алгоритмами и методами, в описании которых четко изложены их отличия и преимущества над существующими аналогами. Автором предложены:

1. Новый коллективный параллельный эволюционный метод многокритериальной оптимизации, сочетающий в себе различные эвристики на основе островной модели кооперации.

2. Оригинальная технология генерирования нейросетевых классификаторов (полносвязных персептронов) с возможностью проектирования множества моделей различной точности и вычислительной сложности.

3. Новые эволюционные методы отбора информативных признаков из баз данных с возможностью формирования коллективов классификаторов.

Кроме того, разработанные подходы были впервые применены для распознавания эмоций человека по акустическим характеристикам речевого сигнала, в результате чего удалось повысить качество получаемых решений.

Наиболее значимыми **теоретическими результатами** следует признать коллективный эволюционный метод многокритериальной оптимизации, сочетающий в себе различные эвристики и имеющий распределенную структуру. Преимущество данной технологии заключается в отсутствии необходимости выбора конечным пользователем эффективного метода для рассматриваемой задачи, а также параллельная работа «островов», обеспечивающая сокращение временных затрат.

Благодаря особенностям разработанного «островного» алгоритма многокритериальной оптимизации, стало возможным его успешное применение в области интеллектуального анализа данных. Эволюционная технология генерирования полносвязных персептронов и методы отбора информативных признаков были исследованы на задачах анализа речевых сигналов, все результаты подверглись статистической обработке.

**Практическая ценность** диссертации заключается в разработке новых подходов, применяемых для распознавания эмоций человека по речи, что, во-первых, является перспективным направлением интеллектуализации диалоговых систем, а также может найти применение в робототехнике.

С практической точки зрения представленные подходы обладают значительным преимуществом перед существующими аналогами, т.к. не требуют от конечного пользователя экспертных знаний в области эволюционных алгоритмов многокритериальной оптимизации.

**Достоверность и степень обоснованности.** Основные положения, выводы и рекомендации, представленные в диссертационном исследовании, достаточно полно аргументированы и обоснованы. Критический анализ эволюционных методов многокритериальной оптимизации позволил точно выявить преимущества и недостатки существующих подходов, что послужило теоретической основой для разработки нового коллективного генетического алгоритма многокритериальной оптимизации.

Предложенные в работе Брестер К.Ю. методы были проверены на тестовых и практических задачах. Был проведен сравнительный анализ эффективности разработанных алгоритмических схем с существующими аналогами (с привлечением аппарата математической статистики).

Результаты исследования докладывались более чем на двадцати конференциях различного уровня и трех научно-технических зарубежных семинарах (Ульм, Крань, Куопио). Кроме того, опубликовано 26 печатных работ: 6 статей в изданиях, индексируемых в международной базе Scopus, 2 – в изданиях, индексируемых в Web of Science, и 6 статей в научных изданиях Перечня ВАК.

Программные системы, реализованные в рамках диссертационного исследования, переданы в две инновационные IT-компании г. Красноярска. Более того, разработанное Брестер К.Ю. программное обеспечение используется в Институте информатики и телекоммуникаций СибГАУ, а также в университете города Ульм (Германия).

#### **Замечания по диссертации:**

1. В описании почти всех экспериментов отсутствует обоснование выбора количества ресурсов (т.е. числа поколений и объема популяции), за исключением тестирования коллективного эволюционного алгоритма многокритериальной оптимизации по правилам соревнования SEC2009.

Также автором не обосновывается выбор конкретных значений ключевых параметров «островного» алгоритма – размера и интервала миграции.

2. В описании эволюционной технологии автоматического проектирования полносвязных перцептронов введены оптимизируемые критерии (3.14) – «Относительная ошибка классификации» и (3.19) – «Вычислительная сложность». Однако не понятно, почему для оценки результатов эксперимента (таблица 3.5) автор решил использовать другую метрику «F-score» (вместо относительной ошибки классификации). Возможно, в самой технологии изначально следовало сделать такую замену.

3. В описании схемы *filter*, используемой для отбора информативных признаков из баз данных, приведено шесть критериев (4.1) – (4.6), и только два из них (4.3) и (4.4) использованы автором. Однако в тексте работы не приведено обоснование, из каких соображений для эволюционного метода извлечения релевантных атрибутов были выбраны именно эти критерии.

4. Считаю, что следовало бы более детально изучить информативные признаки, извлеченные из баз данных с акустическими

характеристиками. Интересно, насколько совпадают или отличаются множества информативных признаков для звукозаписей на разных языках. Однако автор в анализе результатов ограничивается лишь количеством атрибутов в сокращенных наборах данных.

Сделанные замечания не влияют на общую положительную оценку работы в целом.

**Заключение.** Диссертация Брестер Кристины Юрьевны «Коллективный эволюционный метод многокритериальной оптимизации в задачах анализа речевых сигналов» соответствует специальности 05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации, имеет внутреннее единство и является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований представлены новые эволюционные методы решения задач многокритериальной оптимизации, предобработки данных и классификации, что имеет существенное значение для теории и практики системного анализа и обработки информации.

Диссертация соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а её автор Брестер Кристина Юрьевна достойна присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент, заведующий сектором проблем кибернетики отдела нелинейного анализа и проблем безопасности Федерального государственного учреждения Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук

доктор технических наук, профессор

А.И. Дивеев

Сведения об оппоненте:

Дивеев Асхат Ибрагимович,

доктор технических наук,

05.13.01. Системный анализ управление и обработка информации,

профессор,

ФГУ ФИЦ ИУ РАН, Москва, 119333,

ул. Вавилова, 44.

телефон: +7-905-711-44-27,

эл. адрес: aidiveev@mail.ru.

Подпись А.И. Дивеев заверяю:

Зам. профессора  
С.И. Шерин  
ФГУ ФИЦ ИУ РАН

17.03.2016

