



«Утверждаю»

первый проректор –  
проректор по научной работе  
МГТУ им. Н.Э. Баумана

Зимин В.Н.

10.03.2016 г.

## **ОТЗЫВ**

**ведущей организации на диссертацию**

**Брестер Кристины Юрьевны**

**"Коллективный эволюционный метод многокритериальной оптимизации в  
задачах анализа речевых сигналов",**

**представленную на соискание ученой степени**

**кандидата технических наук**

**по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка  
информации**

**Актуальность.** Интеллектуальные диалоговые системы (ИДС) становятся неотъемлемой частью повседневной жизни человека. Автоматизация различных сервисов, робототехника и человеко-машинные интерфейсы – это лишь некоторые примеры, подтверждающие практическую значимость данных систем. Несмотря на то, что на сегодняшний день применяемые технологии позволяют распознавать речь с высокой точностью, существует ряд задач, решение которых направлено на персонализацию ответов ИДС для конкретного пользователя, среди них: идентификация говорящего и его характеристик (пол, возраст, эмоциональное состояние и т.п.). Активные разработки в данной и смежных областях ведутся учеными университетов Германии (Ульм, Мюнхен), Нидерландов и также частными компаниями в рамках стартапов «Beyond Verbal» (Израиль), «ЕМО Speech» (Мексика), что подтверждает актуальность рассматриваемой тематики.

Как справедливо отмечается в диссертации, в силу особенностей указанных задач использование стандартных методов интеллектуального анализа данных не обеспечивает высокой эффективности их решения. В качестве альтернативы автор предлагает новые подходы, основанные на эволюционных алгоритмах, эффективность которых неоднократно

подтверждена при решении тестовых и практических задач. С одной стороны, в диссертационной работе показаны преимущества генетических алгоритмов многокритериальной оптимизации как вспомогательного инструментария в области интеллектуального анализа данных для генерирования моделей и их настройки. С другой стороны, автором обоснована необходимость модификации существующих эвристических алгоритмов при их использовании в области анализа речевых сигналов, что и послужило основанием для разработки коллективного эволюционного метода многокритериальной оптимизации, которому посвящена диссертация Брестер К.Ю.

**Цель и задачи диссертационной работы.** Целью диссертационной работы Брестер К.Ю. является повышение эффективности эволюционных методов, используемых для решения задач многокритериальной оптимизации в области анализа речевых сигналов.

Заявленная цель в полной мере отражает проблематику рассматриваемой предметной области и соответствует существующим тенденциям в международном научном сообществе, что подтверждается содержанием решенных в диссертации задач:

- 1) проанализировать целесообразность применения эволюционных методов в задаче распознавания эмоций человека по его речи;
- 2) реализовать и исследовать эффективность ряда стандартных генетических алгоритмов многокритериальной оптимизации;
- 3) спроектировать островную модель параллельного генетического алгоритма многокритериальной оптимизации, компонентами которого являются методы, основанные на различных эвристиках;
- 4) реализовать предложенную схему алгоритма, исследовать эффективность данного подхода на тестовых задачах;
- 5) автоматизировать процесс генерирования структуры искусственной нейронной сети с учетом дополнительного критерия «вычислительная сложность модели»;

6) разработать многокритериальную математическую модель задачи извлечения информативных признаков из баз данных; реализовать на основе предложенной модели процедуру отбора релевантных атрибутов при помощи разработанного генетического алгоритма;

7) апробировать предложенный алгоритмический аппарат и реализованное программное обеспечение на практических задачах распознавания эмоций человека по речи.

**Научная новизна работы.** В диссертационной работе предложены следующие новые алгоритмические схемы, основанные на эволюционном поиске.

– Коллективный генетический алгоритм многокритериальной оптимизации, реализующий островную модель кооперации с полносвязной топологией графа связей. Преимуществами данного алгоритма являются параллельная структура и сочетание различных эвристик.

– Эволюционная технология проектирования полносвязных перцептронов, позволяющая генерировать набор альтернативных моделей различной точности и вычислительной сложности. Данная технология отличается от известных подходов возможностью выбора нейронной сети с компактной структурой, соответствующей заданному уровню точности.

– Эвристические методы отбора информативных признаков из баз данных при решении классификационных задач, основанные на двухкритериальных оптимизационных моделях. Отличительными особенностями методов являются способ представления решения и возможность формирования коллективов классификаторов.

Технологии, реализованные в рамках диссертационной работы, впервые применены для решения задачи распознавания психоэмоционального состояния человека по речевому сигналу, что позволило повысить качество получаемых решений.

**Достоверность и обоснованность полученных результатов** подтверждается следующим.

– Представленные в работе новые модели, алгоритмы и методы интеллектуального анализа данных базируются на общепринятых результатах теории эволюционных вычислений, оптимизации, системного анализа и нейросетевого моделирования.

– Эффективность предложенных методов подтверждена результатами компьютерного моделирования, как на тестовых, так и на практических задачах. Детальный анализ результатов выполнен с привлечением аппарата математической статистики.

– Близкие к предложенным в диссертации методам оптимизации и алгоритмам машинного обучения применяются в современных российских и зарубежных работах, связанных с теорией и практикой обработки информации и интеллектуального анализа данных.

– Результаты диссертационной работы прошли апробацию и получили положительные отзывы на ряде российских и международных научных конференций, а также при их обсуждении на научных семинарах.

**Значимость результатов для науки.** В диссертации предложены новые эволюционные технологии, предназначенные для решения задач многокритериальной оптимизации, предобработки данных и автоматического проектирования нейросетевых классификаторов.

Новый коллективный эволюционный алгоритм многокритериальной оптимизации сочетает в себе три метода, основанных на различных концепциях, и превосходит по эффективности свои компоненты. Островная модель алгоритма позволяет избежать выбора конечным пользователем наиболее эффективного метода из числа имеющихся, а параллельная реализация приводит к сокращению временных затрат, требуемых для работы алгоритма, что является важным преимуществом при использовании эволюционного поиска в области машинного обучения.

**Практическая значимость и внедрение работы.** Реализованные в диссертации подходы успешно применены для решения задачи распознавания эмоций человека по речи, что является одним из ключевых

направлений интеллектуализации диалоговых систем. Разработанные алгоритмические схемы отличаются ориентацией на конечного пользователя, поскольку не требуют выбора оптимизационной процедуры при решении задач предобработки данных (отбора информативных признаков) и классификации. Параллельная работа компонентов эволюционного алгоритма позволяет экономить время, требуемое для решения задачи.

Разработанное программное обеспечение используется в учебном процессе Института информатики и телекоммуникаций СибГАУ при выполнении лабораторных и курсовых работ. Программные системы переданы для использования в две инновационные IT-компании г. Красноярска, а также в Ульмский университет (г. Ульм, Германия) для проведения исследования в сфере распознавания персональных характеристик пользователей диалоговых систем.

По результатам исследований опубликовано 26 печатных работ, в том числе 6 статей в научных изданиях Перечня ВАК, 6 - в изданиях, индексируемых в международной базе Scopus, 2 - в изданиях, индексируемых в Web of Science.

#### **Замечания по работе**

1) В тексте работы не поясняется, из каких соображений были выбраны следующие генетические операторы для компонентов коллективного алгоритма: бинарная турнирная селекция, равномерное скрещивание и вероятность мутации. В настоящее время известно большое число модификаций стандартных генетических операторов, использование которых могло бы привести к дополнительному повышению эффективности алгоритма.

2) В обзоре генетических алгоритмов многокритериальной оптимизации (глава 1) не представлены такие версии этих алгоритмов, как SPEA2\*, NSGA-III. Кроме того, не упомянут алгоритм PiCEA-w, являющийся альтернативой алгоритма PiCEA-g. Данные алгоритмы также

могли быть использованы в качестве компонентов предлагаемого в диссертации коллективного эволюционного метода.

3) В рамках островной модели кооперации, которая используется в работе, не происходит перераспределения ресурсов между параллельно эволюционирующими популяциями, что фактически означает отсутствие автоматического выбора наиболее эффективного алгоритма для рассматриваемой задачи. Возникает вопрос, оправдано ли в таком случае использование островной модели с целью элиминации выбора наилучшей эвристики конечным пользователем?

4) В тексте диссертации имеются отдельные опечатки и ошибки редакционного характера, не влияющие, однако, на понимание ее содержания.

**Заключение.** В целом диссертация К.Ю. Брестер является завершенной научно-квалификационной работой, которая выполнена автором самостоятельно и на высоком научном уровне, имеет важное теоретическое и практическое значение в области анализа речевых сигналов.

Основные результаты работы опубликованы в открытой печати, в том числе, в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК РФ и неоднократно докладывались на международных и российских научных конференциях и семинарах.

В автореферате представлены все основные этапы работы, выводы и полученные результаты. Автореферат и публикации автора полностью отражают содержание диссертации.

Диссертация соответствует критериям, установленным 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 учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – "Системный анализ, управление и обработка информации (информатика, вычислительная техника, управление)".

Отзыв на диссертацию и автореферат рассмотрен и одобрен на заседании кафедры "09" марта 2016 г., протокол № 11.

Зав. кафедрой САПР МГТУ им. Н.Э. Баумана  
д.ф.-м.н., доцент



Карпенко Анатолий Павлович

Карпенко Анатолий Павлович

Почтовый адрес: Россия, 105005, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, д. 5.

Телефон: +7 (499) 263-6391

e-mail: [arkarpenko@mail.ru](mailto:arkarpenko@mail.ru)

Сайт: <http://bmstu.ru/>