

## ОТЗЫВ

официального оппонента

доктора физико-математических наук Оселедца Ивана Валерьевича  
на диссертационную работу Апишева Мурата Азаматовича  
«Эффективная реализация алгоритмов тематического моделирования с аддитивной  
регуляризацией»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности  
05.13.17 – «Теоретические основы информатики»

### Актуальность темы

Диссертационная работа М.А. Апишева посвящена исследованию и разработке высокопроизводительных алгоритмов обучения тематических моделей, а также использованию их для решения прикладных задач обработки текстовых данных. Тематическое моделирование является активно развивающимся направлением в анализе естественного языка и находит применение в ряде задач текстовой аналитики: выявление тематической структуры, кластеризация, построение интерпретируемых векторных представлений текстовых сущностей и документов, семантический поиск. Наиболее общим и гибким теоретическим подходом к построению таких моделей является аддитивная регуляризация тематических моделей (ARTM), полноценная поддержка которой реализована только в библиотеке BigARTM. Однако имевшиеся в BigARTM на момент начала данного диссертационного исследования алгоритмы обучения имеют существенные недостатки с точки зрения эффективности. Это, в совокупности с необходимостью обработки больших объемов данных, которая возникает в современных задачах анализа текстов, обуславливает актуальность исследования М.А. Апишева.

### Содержание

Диссертационная работа состоит из введения, двух обзорных глав, трех глав, в которых описываются результаты исследований, заключения и списка литературы из 77 наименований. Общий объем диссертации составляет 124 страницы.

**Введение** описывает цель и задачи исследования, в нем демонстрируются их актуальность, новизна, теоретическая и практическая значимость, формулируется набор основных положений, выносимых на защиту.

В **первой главе** вводится теория вероятностного тематического моделирования. Описываются формальные постановки задачи и три основных используемых подхода: вероятностный латентный семантический анализ (PLSA), латентное размещение Дирихле (LDA) и аддитивная регуляризация тематических моделей (ARTM). Вводятся необходимые определения и обозначения.

**Вторая глава** носит обзорный характер, в ней описываются и анализируются различные методы повышения производительности алгоритмов обучения тематических моделей LDA, предложенные в научной литературе за последнее десятилетие.

**Третья глава** посвящена различным вариантам параллельного EM-алгоритма для обучения аддитивно регуляризованных моделей, которые используются в библиотеке BigARTM. Анализируются проблемы с производительностью алгоритмов,

реализующих синхронный подход (и для оффлайнового, и для онлайнного случаев). Также демонстрируются проблемы, возникающие в работе асинхронного онлайнного алгоритма Async. Далее описывается предлагаемый автором алгоритм DetAsync, позволяющий устранить выявленные недостатки. В нем используется общая для всех параллельных потоков матрица счетчиков, и обучение модели реализуется с запаздывающим на один шаг обновлением параметров. Экспериментально демонстрируется более высокая скорость сходимости DetAsync по сравнению с предшествующими алгоритмами. В другой серии экспериментов производится сравнение онлайнных алгоритмов в BigARTM с конкурирующими библиотеками для обучения модели LDA по скорости работы и масштабируемости по числу параллельных потоков, показывается существенное превосходство BigARTM. В последней части главы описывается проблема обработки моделей с высокой степенью разреженности и предлагается метод хранения и обработки параметров для этого случая. В ходе экспериментов демонстрируются преимущества внедрения предложенного подхода при использовании всех реализованных в BigARTM алгоритмов обучения.

В четвертой главе рассматривается теория обучения тематических моделей ARTM с произвольной функцией потерь. Одним из ее следствий является возможность обучения с использованием т.н. «быстрого» E-шага, представляющего собой E-шаг без подсчета нормировочной константы. Вводится гипотеза о возможности использования этой модификации для ускорения обучения моделей без потери качества. Предлагаются различные стратегии комбинирования обычных и быстрых E-шагов. В ходе серии экспериментов демонстрируется наличие одного типа стратегий для оффлайнового и онлайнного случаев, позволяющих увеличить скорость моделирования и улучшить характеристики результирующей модели.

Пятая глава посвящена обобщениям модели ARTM и их использованию для решения задач анализа данных. В первой части главы описывается теория мультимодальных регуляризованных тематических моделей M-ARTM. Предлагается модель с частичным обучением для извлечения из текстовой коллекции слабо представленных в ней тем специфической направленности, описываемых набором ключевых слов. В многочисленных экспериментах, проведенных в рамках решения научной задачи анализа этно-социального дискурса, производится сравнение предложенной модели с более простыми, показывается ее превосходство как по числу находимых релевантных тем, так и по их качеству. Дополнительно анализируются методы настройки этой модели, а также подходы к ее повторному обучению. Вторая часть главы посвящена гиперграфовым транзакционным регуляризованным тематическим моделям (T-ARTM). Вводится теория, лежащая в основе моделей T-ARTM, описываются детали реализации алгоритма обучения моделей такого типа в библиотеке BigARTM. В ходе экспериментов по восстановлению параметров тематической модели показывается преимущество использования гиперграфовых моделей при обработке текстовых данных, имеющих транзакционную природу.

## **Основные результаты и их новизна**

В диссертационном исследовании М.А. Апишева получены следующие новые результаты:

1. алгоритм параллельного асинхронного онлайнного обучения регуляризованных мультимодальных тематических моделей;

2. алгоритм обучения регуляризованных мультимодальных тематических моделей с разреженным хранением параметров;
3. модификация EM-алгоритма с ускоренным E-шагом без нормировки и стратегии ее применения для оффлайн и онлайн алгоритмов;
4. стратегия комбинирования регуляризаторов для выделения специфических тем по заданному словарю с приложением к анализу этно-релевантных тем в текстах социальной сети;
5. реализация алгоритма обучения гиперграфовых тематических моделей транзакционных данных.

### **Достоверность результатов**

Достоверность полученных результатов обеспечивается значительным объемом исследуемого материала, использованием обоснованной теоретической базы, применением стандартных программных инструментов и общепринятых методик проведения эксперимента. Все эксперименты, проделанные в ходе исследования М.А. Апишева удовлетворяют принципам воспроизводимости, разработанный им программный код библиотеки BigARTM является общедоступным.

### **Значимость результатов**

Практическая значимость диссертационного исследования М.А. Апишева состоит в разработке и реализации высокоэффективных алгоритмов обучения тематических моделей ARTM, M-ARTM и T-ARTM в библиотеке BigARTM. Это дает исследователям и промышленным специалистам возможность существенно быстрее строить разнообразные модели ARTM на больших данных для использования их в решении научных и практических задач. Главным теоретическим результатом работы является предложенная и апробированная в работе новая модель вида M-ARTM для извлечения из текстов тем заданной направленности.

### **Замечания и вопросы**

В секции 1.3 утверждается, что задача построения неотрицательного низкорангового матричного разложения является некорректно поставленной. Это замечание достаточно «общее» в том смысле, что оно может быть и неверным. Например, для ранга = 1, разложение является единственным, и при некоторых дополнительных условиях оно также может быть единственным. В любом случае, для таких утверждений необходимы ссылки на обосновывающие работы.

В работе для асинхронных алгоритмов описана работа для центрального процессора (CPU). При этом, в машинном обучении наибольшую эффективность показывают графические процессоры (graphical processing units, GPU). Что можно сказать об эффективности разрабатываемых подходов для GPU?

Экспериментальные результаты сделаны на базе данных, собранных на российском сегменте LiveJournal. Существуют ли какие-то стандартные датасеты для данной области, и чем обусловлен выбор именно такого датасета?



## Заключение

Всего по теме диссертации опубликовано 11 печатных работ: 8 из них в изданиях, включенных ВАК РФ в перечень изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание степеней доктора и кандидата наук. 7 печатных работ опубликованы в изданиях, индексируемых в Scopus. Опубликованные работы полностью отражают содержание диссертации.

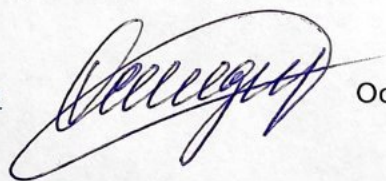
Автореферат соответствует диссертации, отражает ее содержание и дает представление об актуальности темы, целях и задачах исследования, научной новизне и теоретической и практической значимости полученных результатов.

М.А. Апишев проделал большой объем исследовательской и экспериментальной работы: им было изучено значительное количество научных работ, посвященных проблемам повышения эффективности обучения тематических моделей, были предложены, реализованы и протестированы новые алгоритмы, разработана и исследована новая аддитивно регуляризованная тематическая модель.

Исходя из вышеизложенного, можно утверждать, что диссертационное исследование М.А. Апишева «Эффективная реализация алгоритмов тематического моделирования с аддитивной регуляризацией» является законченной самостоятельной научно-исследовательской работой, содержащей новые научные результаты.

Считаю, что данная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор М.А. Апишев заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики».

Официальный оппонент,  
доктор физико-математических наук,  
профессор АНОО ВО  
«Сколковский институт науки и технологий»  
Адрес: 121205, Москва,  
Территория Инновационного Центра «Сколково»,  
Большой бульвар, д.30, стр.1  
Телефон: +7-915-430-99-49  
E-mail: [ivan.oseledets@gmail.com](mailto:ivan.oseledets@gmail.com)



Оседедец Иван Валерьевич

Дата 15.11.2020

*Юлия Оселедец*

Руководитель отдела  
Кадрового администрирования

