

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе  
Федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Тульский государственный университет»

д.т.н., доцент

Воротилин Михаил Сергеевич



*Воротилин*

05 августа 2019 года

**ОТЗЫВ**

ведущей организации – Федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Тульский государственный университет»  
на диссертационную работу Мотренко Анастасии Петровны  
на тему **«Выбор моделей прогнозирования мультикоррелирующих  
временных рядов»**,  
представленную на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук по специальности  
**05.13.17 – «Теоретические основы информатики»**

#### **Актуальность темы**

Задача восстановления зависимостей по экспериментальным данным при наличии сложных корреляционных зависимостей между признаками часто возникает в практических приложениях интеллектуального анализа данных. В тоже время, классические методы анализа временных рядов не позволяют учесть подобные сложные зависимости. В связи с этим предложенная тема диссертационного исследования является актуальной.

В частности, в работе А.П. Мотренко развиваются методы выбора признаков в задачах прогнозирования и классификации при невыполнимости предположения о независимости признаков. Предложены методы выбора коррелирующих признаков при наличии корреляций сложной многоиндексной структуры. Путем построения новой функции сходства признаков А.П. Мотренко удалось решить задачу выбора мультикоррелирующих признаков с учетом структуры зависимостей между признаками. Предложен метод прореживания признакового пространства для получения устойчивой модели оптимальной сложности. Получены условия

сходимости предложенного алгоритма выбора признаков. Предложены метод снижения размерности с сохранением локальной структуры близости между объектами, метод сегментирования квазипериодического временного ряда и метод выбора наиболее информативных объектов для построения выборки оптимального состава. Предлагаемые в работе А.П. Мотренко подходы позволяют решить актуальную проблему выбора оптимальной модели в задачах прогнозирования, классификации и декодирования временных рядов, отличающихся избыточным признаковым пространством.

## Содержание

Диссертационная работа состоит из введения, пяти разделов, оформленных в виде глав и заключения. Во введении приведена актуальность работы, установлены цели и задачи, перечислены основные выносимые на защиту положения, приведен краткий обзор методов исследования, установлена научная новизна, теоретическая и практическая значимость, приведена достоверность результатов, перечислены основные публикации по теме диссертации.

В первой главе введены основные понятия и определения. Рассмотрена задача декодирования временных рядов, ее постановка в виде задачи регрессии. Сформулирована задача выбора признаков в случае многоиндексных матриц, предложен алгоритм ее решения. Доказана сходимость метода для ряда определений сходства между признаками.

Вторая глава посвящена задаче снижения размерности в метрических пространствах с сохранением локальной структуры близости. Доказана приближенная оптимальность предложенного метода при условии достаточного объема выборки.

В третьей главе рассматривается задача сегментирования квазипериодических временных рядов для построения выборки. Предложен метод выделения периодов. Приведено теоретическое обоснование предложенного метода.

Четвертая глава посвящена задаче построения выборки оптимального состава. Получена вероятностная верхняя оценка между выборками достаточного объема. Исследованы статистические свойства распределения функции сходства в условиях истинности гипотезы о достаточности объема выборки. На основании этих результатов предложен критерий достаточности объема выборки.

В пятой главе приведен анализ предложенных методов на синтетических и реальных данных в сравнении с известными методами.

## **Основные результаты и их новизна**

В рамках диссертационной работы А.П. Мотренко получены следующие новые результаты:

1. Предложен метод выбора признаков, учитывающий многоиндексную структуру данных. Метод учитывает связи между признаками независимо от модели прогнозирования, без полного перебора комбинаций признаков.
2. Предложен метод снижения размерности признакового пространства в задаче классификации, учитывающий как локальную структуру близости между объектами, так и данные учителя. Исследована сходимость предложенного алгоритма стохастического вложения.
3. Предложен метод сегментирования квазипериодических временных рядов с помощью анализа фазовой траектории главных компонент временного ряда. Метод порождает сегментацию биомедицинских временных рядов на интерпретируемые сегменты.
4. Предложен метод оценки достаточного объема выборки, основанный на сравнении оценок функции распределения данных, полученных на различных подвыборках исследуемой выборки.

## **Достоверность результатов**

Математические результаты диссертационной работы А.П. Мотренко сформулированы в виде утверждений и теорем с корректными доказательствами. Проведена экспериментальная проверка методов на задачах классификации реальных и синтетических данных. Достоверность полученных результатов подтверждается применением математического аппарата, а также согласованностью данных экспериментальных исследований.

Результаты диссертационной работы прошли апробацию и получили положительные отзывы на российских и международных научно-технических конференциях, а также на научных семинарах. Основные результаты по теме диссертации изложены в четырнадцати работах в рецензируемых научных журналах.

## **Значимость результатов**

Полученные в диссертации результаты могут использоваться в научных исследованиях в области интеллектуального анализа сложно организованных данных.

Работа А.П. Мотренко носит преимущественно теоретический характер. Основной ее ценностью является разработка методов выбора признаков, учитывающих структуру зависимостей между признаками. Эффективность разработанных методов выбора признаков и снижения размерности продемонстрирована в терминах повышения качества прогнозирования и снижения сложности моделей на реальных данных.

Разработанные автором процедуры и алгоритмы могут быть применены для решения широко класса прикладных задач, в частности, для задач сегментирования квазипериодических временных рядов, декодирования временных рядов, выделения внутреннего плагиата с высокой эффективностью и качеством.

### **Замечания**

1. В тексте диссертации и публикациях недостаточно четко сформулировано понятие выбора моделей прогнозирования.
2. Анализ вычислительной сложности разработанных процедур выполнен недостаточно подробно, вследствие чего, трудно судить об их быстродействии при решении практических задач.
3. Метод сегментирования временного ряда, предлагаемый в третьей главе, стоит оформить в виде алгоритма.
4. Принятые в работе обозначения кажутся избыточными и, возможно, допускают упрощение.
5. В работе имеется некоторое количество грамматических ошибок и опечаток, некоторые термины и заголовки приводятся только в англоязычном варианте (например «Algorithm 1» стр. 12 автореферата и 24 диссертации, шапки таблиц раздела 5).

Отмеченные замечания не носят принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку диссертации.

### **Заключительная оценка**

Диссертационная работа Мотренко Анастасии Петровны «Выбор моделей прогнозирования мультикоррелирующих временных рядов» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной под руководством д. ф.-м. н. В.В. Стрижова, содержащей новое решение актуальной научной задачи выбора признаков в задачах анализа временных рядов. Представленные в работе результаты и выводы обоснованы корректно. Результаты работы своевременно и полно опубликованы в 14 печатных трудах, 9 из которых – в изданиях, рекомендованных

ВАК РФ. Результаты докладывались автором на российских и международных конференциях. Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертационной работы.

Диссертация соответствует всем критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики», а ее автор – Мотренко Анастасия Петровна – заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по указанной специальности.

Диссертация обсуждена и одобрена на научном семинаре кафедры информационной безопасности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тульский государственный университет», протокол № 1 от «05» августа 2019 г.

(Председатель семинара - д.ф.-м.н., проф. каф. ИБ С.Д. Двоенко, Секретарь семинара к.т.н. доц. каф. ИБ А.В. Копылов)

Кандидат технических наук, доцент  
заведующий кафедрой информационной безопасности,  
Сычугов Алексей Алексеевич



Доктор физико-математических наук,  
профессор кафедры информационной безопасности,  
Двоенко Сергей Данилович



Кандидат технических наук,  
доцент кафедры информационной безопасности,  
Копылов Андрей Валериевич



Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет», Институт прикладной математики и компьютерных наук, кафедра информационной безопасности

Почтовый адрес: 300012, г. Тула, пр. Ленина, д. 92

Телефон: +7 (4872) 25-79-50

Адрес электронной почты: [cyber@tsu.tula.ru](mailto:cyber@tsu.tula.ru)

Web-сайт организации: <http://tsu.tula.ru>