

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор – проректор
по научной работе
ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»
доктор технических наук,
доцент



 А.В. Коржов
«26» июля 2025 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный
университет (национальный исследовательский университет)»
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук Ибряевой Ольги Леонидовны «Методы и алгоритмы экспоненциального анализа для промышленных приложений в АСУ ТП» по специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика», выполнена на кафедре информационно-измерительной техники высшей школы электроники и компьютерных наук федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

В период подготовки диссертации соискатель Ибряева Ольга Леонидовна была прикреплена для подготовки докторской диссертации по специальности 05.13.18 к кафедре информационно-измерительной техники факультета компьютерных технологий, управления и радиоэлектроники Южно-Уральского государственного университета с 01.12.2011 по 30.11.2015 гг. В настоящее время работает в должности доцента кафедры прикладной математики и программирования института естественных и точных наук федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

В 2003 г. с отличием окончила Южно-Уральский государственный университет по специальности «Прикладные математика и физика». Диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук на тему «Теплиц-плюс-ганкелевы матрицы и равномерная сходимость аппроксимаций Паде-Чебышева» защитила в 2008 году в диссертационном совете, созданном на базе Института математики с ВЦ Уфимского научного центра РАН (диплом кандидата наук ДКН № 082367 от 10 апреля 2009 г.).

Научный консультант – Шестаков Александр Леонидович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационно-

измерительной техники ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)».

Тема диссертации утверждена на заседании совета высшей школы электроники и компьютерных наук Южно-Уральского государственного университета 21.10.2024 г., протокол № 1.

По результатам рассмотрения диссертации «Методы и алгоритмы экспоненциального анализа для промышленных приложений в АСУ ТП» принято следующее **заключение:**

Актуальность

Диссертационная работа Ибряевой О.Л. посвящена задаче экспоненциального анализа, охватывающей большой спектр приложений от кинетики затухания флуоресценции до моделирования сигналов напряжения с катушек кориолисового расходомера и заключающейся в определении параметров суммы комплексных экспонент по ее отсчетам. До сих пор продолжают появляться новые методы и совершенствоваться уже существующие, но актуальными проблемами экспоненциального анализа остаются: вопрос определения числа экспонент; выбор частоты дискретизации сигнала, приводящей к наименьшему усилению шума во входных данных; уменьшение вычислительных затрат и определение параметров потока случайно возникающих затухающих синусоид. Решения вышеперечисленных проблем требуют реальные задачи промышленности: диагностика двигателя, фрезерного станка, подшипников качения, повышение точности измерений кориолисового расходомера и др.

Актуальность целей и задач диссертационной работы подтверждаются:

- выполнением работ по стратегическому проекту «Интеллектуальное производство» в рамках федеральной программы стратегического академического лидерства ПРИОРИТЕТ-2030 по реализации Национального проекта «Наука и университеты»;
- выполнением научно-исследовательских работ по Государственному заданию №FENU-2023-0010 «Фундаментальные основы обработки данных для автоматического контроля достоверности показаний средств измерений цифровой индустрии»;
- реализацией гранта РФФИ № 20-48-740031 (2020-2021 гг.): «Разработка комбинированных методов обработки смешанных данных для интеллектуальных систем мониторинга сложных промышленных систем» в качестве руководителя;
- реализацией гранта РНФ № 25-29-00633 (2025-2026 гг.): «Разработка методов диагностики неисправностей асинхронного двигателя по сигналам тока в условиях ограниченного набора данных» в качестве руководителя.

Личное участие соискателя ученой степени в получении результатов:

Ибряева О.Л. принимала личное участие:

- в разработке нового алгоритма вычисления аппроксимаций Паде со знаменателем минимальной степени;

- в модификации метода Паде-Лапласа и разработке алгоритма обработки информации, повышающего точность измерений кориолисового расходомера;

- в модификации метода Прони за счет совместного анализа оценок полюсов сигнала и обратных к ним для определения параметров случайного потока экспоненциально затухающих синусоид, и разработке нового алгоритма обработки информации для определения собственных частот механизмов производственно-технологических систем;

- в разработке алгоритма обработки информации для диагностики неисправности стержней ротора асинхронного двигателя;

- в разработке алгоритма обработки информации для диагностики межвитковых замыканий асинхронного двигателя;

- в разработке алгоритмов выделения информативных признаков из бесконечной суммы комплексных экспонент с целью дальнейшей классификации дефектов с помощью методов машинного обучения и алгоритмов обработки информации для диагностики неисправностей подшипников качения;

- в разработке алгоритма обработки информации для диагностики неисправностей плит клетки стана холодного проката, учитывающий накопление износа плит.

Ибряевой О.Л. лично разработаны:

- новый метод вычисления коэффициентов Тейлора в методе Паде-Лапласа, основанный на интерполировании сплайнами;

- оценка чисел обусловленности матриц в методе Прони и новый алгоритм определения частоты дискретизации сигнала, дающей минимальное значение этой оценки и наименьшее усиление шума в задачах технической диагностики состояния компонентов АСУ ТП;

- рекуррентный метод матричных пучков для оценки параметров сигнала в режиме скользящего окна и новый алгоритм обработки информации, уменьшающий время обработки сигналов кориолисового расходомера;

- многоканальный метод матричных пучков для оценки параметров нескольких сигналов с одинаковыми полюсами и новый алгоритм обработки информации, повышающий точность измерений кориолисового расходомера;

- рекуррентный многоканальный метод матричных пучков для оценки в режиме скользящего окна параметров нескольких сигналов с одинаковыми полюсами, и новый алгоритм обработки информации, повышающий точность измерений кориолисового расходомера;

- модификация метода матричных пучков за счет совместного анализа оценок полюсов сигнала и обратных к ним для определения параметров случайного потока экспоненциально затухающих синусоид, и новый алгоритм обработки информации для определения частот сигнала вибрации с фрезерного станка;

- диагностическая модель на основе показаний датчиков системы АСУ ТП в условиях отсутствия прямых измерений суммы экспонент.

Текст диссертационной работы Ибряевой О.Л. не содержит заимствований без ссылок на первоисточник, а также результатов исследований, выполненных в соавторстве, без соответствующего упоминания авторов.

Достоверность результатов исследования подтверждается корректностью применения методов, математическим моделированием, экспериментальной проверкой предложенных методов и алгоритмов на модельных и реальных данных, апробацией основных результатов диссертации на конференциях, а также их практическим внедрением.

Научная новизна диссертационной работы:

1. Разработан новый алгоритм вычисления аппроксимаций Паде со знаменателем минимальной степени, не дающий ложных полюсов, вызванных неединственностью знаменателя аппроксимации, новый метод вычисления коэффициентов Тейлора, основанный на замене сигнала его сглаживающим сплайном, получена модификация метода Паде-Лапласа, и на ее основе разработан новый алгоритм обработки информации, повышающий точность измерений кориолисового расходомера.

2. Впервые получена оценка числа обусловленности матрицы в методе Прони, разработан новый алгоритм определения частоты дискретизации сигнала, дающей минимальное значение этой оценки и наименьшее усиление шума в задачах технической диагностики состояния компонентов АСУ ТП.

3. Разработана модификация метода Прони за счет совместного анализа оценок полюсов сигнала и обратных к ним для определения параметров случайного потока экспоненциально затухающих синусоид, и на ее основе разработан новый алгоритм обработки информации для определения собственных частот механизмов производственно-технологических систем.

4. Разработан рекуррентный метод матричных пучков для оценки параметров сигнала в режиме скользящего окна, и на его основе разработан новый алгоритм обработки информации для диагностики неисправности стержней ротора асинхронного двигателя, а также новый алгоритм обработки информации, уменьшающий время обработки сигналов кориолисового расходомера.

5. Разработан многоканальный метод матричных пучков для оценки параметров нескольких сигналов с одинаковыми полюсами, и на его основе разработан новый алгоритм обработки информации, повышающий точность измерений кориолисового расходомера, а также новый алгоритм обработки информации для диагностики межвитковых замыканий асинхронного двигателя.

6. Разработан рекуррентный многоканальный метод матричных пучков для оценки в режиме скользящего окна параметров нескольких сигналов с одинаковыми полюсами, и на его основе разработан новый алгоритм обработки информации, повышающий точность измерений кориолисового расходомера.

7. Разработана модификация метода матричных пучков за счет совместного анализа оценок полюсов сигнала и обратных к ним для определения параметров случайного потока экспоненциально затухающих синусоид, и на ее основе разработан новый алгоритм обработки информации для определения частот сигнала вибрации с фрезерного станка.

8. Разработаны алгоритмы выделения информативных признаков из бесконечной суммы комплексных экспонент с целью дальнейшей классификации дефектов с помощью методов машинного обучения, и на их основе разработаны новые алгоритмы обработки информации для диагностики неисправностей подшипников качения.

9. Разработана диагностическая модель на основе показаний датчиков системы АСУ ТП в условиях отсутствия прямых измерений суммы экспонент и новый алгоритм обработки информации для диагностики неисправностей плит клетки стана холодного проката, учитывающий накопление износа плит.

Практическая значимость работы заключается в:

1) способах вычисления текущей разности фаз и частоты сигналов кориолисовых расходомеров, повышающие скорость и точность их измерений;

2) способе контроля электрических машин по сигнатурному анализу токового сигнала для обнаружения дефекта сломанных стержней ротора асинхронного двигателя;

3) программном комплексе, реализующем рекуррентный метод матричных пучков, лежащем в основе алгоритмов обработки информации для диагностики состояния двигателя и повышения скорости обработки сигналов с кориолисовых расходомеров;

4) программе преобразования сигнала для обучения диагностической модели, использующейся для выделения информативных признаков на основе мощности спектра в районе резонансных частот и изображений спектров Гильберта;

5) программе обучения модели для диагностики промышленного оборудования, реализующей алгоритм обработки информации на основе гибридной нейронной сети со смешанным входом;

6) программе для обучения моделей градиентного бустинга, корректирующих ошибки измерения расхода и плотности кориолисового расходомера.

Полученные результаты диссертационной работы и патент на изобретение № 2707576 принят для внедрения в ООО Элметро Групп для вычисления разности фаз и частоты сигналов кориолисовых расходомеров. Эффект от внедрения заключается в повышении точности определения разности фаз сигналов с катушек кориолисового расходомера при сохранении исходных характеристик измерительной системы, что позволяет повысить точность измерений кориолисовых расходомеров. Результаты диссертационной работы, в частности алгоритм обработки информации для

диагностики неисправностей плит клетки стана холодного проката, внедрены в производственный процесс стана 2000 холодной прокатки ЛПЦ-11 ПАО ММК в виде специализированного программного модуля, интегрированного в существующую систему интеллектуального анализа и контроля состояния оборудования. Техническая реализация решения предусматривает сбор и обработку данных от датчиков диагностики технологического оборудования с последующим анализом параметров технологического процесса. Результаты работы алгоритмов визуализируются в интерфейсе операторской станции в виде графиков и трендов, отображающих динамику накопления повреждений оборудования. Применение разработанных методов и алгоритмов позволило достичь значимых производственных показателей. Внедрение решения способствует сокращению внеплановых простоев технологического оборудования (без учета периодов планового сервисного обслуживания) и повышению общей надежности работы прокатного стана. Модификации методов экспоненциального анализа для оценки параметров сигналов в режиме скользящего окна, нескольких сигналов с одинаковыми полюсами, представляют практический интерес для реализации в программно-аппаратном комплексе диагностики асинхронных электродвигателей, разрабатываемом НТЦ «Приводная техника». Использование данных результатов диссертационной работы позволит определять состояние обмотки статора и ротора асинхронного электродвигателя на основе сигналов тока и напряжения, что повысит надежность работы электромеханического оборудования и снизит расходы, связанные с внеплановыми ремонтами оборудования.

Соответствие содержания диссертации паспорту научной специальности

Диссертация Ибряевой О.Л. соответствует паспорту специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» в следующих областях исследования (пунктах паспорта специальности):

1. Теоретические основы и методы системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта.

2. Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта.

3. Разработка критериев и моделей описания и оценки эффективности решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта.

4. Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта.

5. Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта.

Структура работы, содержание ее основных разделов, научные положения, выводы и результаты диссертационного исследования, а также оформление текстовой части, формул, таблиц, рисунков в полной мере соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям по техническим наукам.

Ценность научных работ

По материалам диссертационной работы опубликовано 44 работы, в том числе 6 публикаций К2 в изданиях, включенных в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, соответствующих специальности 2.3.1, 12 статей в базах Scopus (Q1, Q2, Q3), WoS, RSCI и zbMATH. Получено 3 патента на изобретения и 4 свидетельства на программы для ЭВМ.

Статьи, входящие в рецензируемые научные издания, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук:

1. Mohammad, M.N. A Computationally Efficient Method for the Diagnosis of Defects in Rolling Bearings Based on Linear Predictive Coding / M.N. Mohammad, O.L. Ibryaeva, V.V. Sinitsin, V.A. Ereemeeva // Algorithms. — 2025. — Vol. 18, № 2. — P. 58. — DOI: 10.3390/a18020058 (Scopus, Q2) (20p./5p.)

2. Шестаков, А.Л. Оценка состояния асинхронного двигателя по сигналам тока в условиях ограниченного набора данных с использованием рекуррентных изображений / А.Л. Шестаков, Д.В. Галышев, О.Л. Ибряева, В.А. Еремеева // Автоматизация в промышленности. — 2025. — №. 4. — С. 40-46. (К2) (7с./2с.)

3. Ерпалов, А.В. Метод аугментации многомерных временных данных в задачах мониторинга состояния промышленного оборудования / А.В. Ерпалов, В.В. Синицин, О.Л. Ибряева, А.Л. Шестаков // Автоматизация в промышленности. — 2024. — №. 5. — С. 7-12. — DOI:10.25728/avtprom.2024.05.02 (К2) (6с./2с.)

4. Ибряева, О.Л. Задача экспоненциального анализа – применения, методы, проблемы / О.Л. Ибряева // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». — 2024. — Т. 24, № 4. — С. 31-42. — DOI:10.14529/ctcr240403 (К2)

5. Ибряева, О.Л. Применение фреймворков автоматизированного машинного обучения в задаче коррекции показаний кориолисового расходомера / О.Л. Ибряева, Д.К. Лебедев // Автоматизация в промышленности. — 2023. — №. 8. — С. 55-58. — DOI: 10.25728/avtprom.2023.08.11 (К2) (4с./2с.)

6. Ибряева, О.Л. Модификация метода Паде-Лапласа и его применение к анализу сигналов с кориолисова расходомера / О.Л. Ибряева, П.А. Тараненко, Д.В. Телегин // Автоматизация в промышленности. — 2023. — № 9. — С. 34-37. — DOI: 10.25728/avtprom.2023.09.06 (К2) (4с./2с.)

7. Munoz-Cort'es, E. Tribochemically driven dehydrogenation of undoped sodium alanate under room temperature / E. Mu~noz-Cort'es, O. L. Ibryaeva, M. Manso Silvan, B. Zabala, E. Flores, A. Gutierrez, J. R. Ares, R. Nevshupa// Physical Chemistry Chemical Physics. — 2023. — Vol. 25, № 1. — P. 494–508. — DOI: 10.1039/D2CP04681D (Scopus, Q2) (15p./2p.)

8. Sinitsin, V.V. Intelligent bearing fault diagnosis method combining mixed input and hybrid CNN-MLP model / V.V. Sinitsin, O.L. Ibryaeva, V.I. Sakovskaya, V.A. Ereemeeva // Mechanical Systems and Signal Processing. — 2022. — Vol. 180. — P. 109454. — DOI: 10.1016/j.ymssp.2022.109454 (Scopus, Q1) (20p./5p.)

9. Шестаков, А.Л. Нейросетевая модель диагностики неисправностей подшипников качения на основе метода линейного предсказания / А.Л. Шестаков, О.Л. Ибряева, М.Н. Мохаммад // Приборы. — 2022. — Т. 6, № 264. — С. 1-7. (K2) (7с./2с.)

10. Ибряева, О.Л. Диагностика неисправностей подшипников качения с использованием пиков спектра и нейронных сетей / О.Л. Ибряева, М.Н. Мохаммад // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Вычислительная математика и информатика». — 2022. — Т. 11, № 2. — С. 59-71. — DOI: 10.14529/cmse220205 (RSCI, K2) (12с./6с.)

11. Ibryaeva, O.L. A novel hybrid method for fault diagnosis of two rolling bearings mounted on the same shaft / O.L. Ibryaeva, V.V. Sinitsin, V.I. Sakovskaya, V.A. Ereemeeva // Measurement: Sensors. — 2021. — Vol. 18. — P. 100210. — DOI: 10.1016/j.measen.2021.100210 (Scopus, Q3) (4p./1p.)

12. Ibryaeva, O.L. Support vector machine modelling applied to benchmark data set for two-phase Coriolis mass flow metering / O.L. Ibryaeva, D.K. Lebedev, M.P. Henry // Flow Measurement and Instrumentation. — 2021. — Vol. 81. — P. 102014. DOI: 10.1016/j.flowmeasinst.2021.102014 (Scopus, Q2) (5p./2p.)

13. Ibryaeva, O.L. A benchmark data set for two-phase Coriolis metering / O.L. Ibryaeva, V.V. Barabanov, M.P. Henry, M. Tombs, F. Zhou // Flow Measurement and Instrumentation. — 2020. — Vol. 72. — P. 101721. DOI: 10.1016/j.flowmeasinst.2020.101721 (Scopus, Q2) (12p./4p.)

14. Ibryaeva, O.L. Recursive multi-channel matrix pencil method / O.L. Ibryaeva, A.L. Shestakov, I.I. Fedosov // Vestn. Yuzhno-Ural. Gos. Univ., Ser. Mat. Model. Program. — 2019. — V. 12, № 2. — P. 97-111. — DOI: 10.14529/mmp190208 (zbMATH, Scopus, Q3) (15p./5p.)

15. Henry, M.P. Matrix pencil method for estimation of parameters of vector processes / M.P. Henry, O.L. Ibryaeva, D.D. Salov, A.S. Semenov // Vestn. Yuzhno-Ural. Gos. Univ., Ser. Mat. Model. Program. — 2017. — V. 10, № 4. — P. 92-104. — DOI: 10.14529/mmp170409 (zbMATH, Scopus, Q3) (13p./4p.)

16. Ibryaeva, O.L. An algorithm for computing a Pad'e approximant with minimal degree denominator / O.L. Ibryaeva, V.M. Adukov // Journal of Computational and Applied Mathematics. — 2013. — Vol. 237, № 1. — P. 529-541. — DOI: 10.1016/j.cam.2012.06.022 (Scopus, Q1) (13p./8p.)

17. Ibryaeva, O.L. A new algorithm for calculating Pad'e approximants and its Matlab implementation // Vestn. Yuzhno-Ural. Gos. Univ., Ser. Mat. Model. Program. — 2011. — V. 10, № 37. — P. 99-107. (zbMATH, Scopus, Q3)

18. Shestakov, A.L. Carrier frequency estimation for random pulse train using Prony's method / A.L. Shestakov, A.S. Semenov, O.L. Ibryaeva // Vestn. Yuzhno-Ural. Gos. Univ., Ser. Mat. Model. Program. — 2009. — V. 4, № 37. — P. 106-115. (zbMATH, Scopus, Q3) (10p./3p.)

Патенты и свидетельства о регистрации программ:

19. Еремеева, В.А. Способ контроля состояния электрических машин по сигнатурному анализу токового сигнала: пат. 2799985 Рос. Федерация: МПК G 01 R 31/34 (2006.01) / В.А. Еремеева, О.Л. Ибряева; ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»; Патентный отдел. — № 2023103816; заявл. 20.02.2023; опубл. 14.07.2023, Бюл. № 20. — 9 с. (9с./3с.)

20. Программа для обучения моделей градиентного бустинга, корректирующих ошибки измерения расхода и плотности Кориолисового расходомера: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023686913 Рос. Федерация / О.Л. Ибряева, Д.К. Лебедев, Еремеева В.А. — № 2023686702; заявл. 05.12.2023; опубл. 11.12.2023. — 4 с. (4с./1с.)

21. Программа обучения модели для диагностики промышленного оборудования: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022668836 Рос. Федерация / В.И. Саковская, О.Л. Ибряева. — № 2022667579; заявл. 29.09.2022; опубл. 12.10.2022. — 4 с. (4с./1с.)

22. Программа преобразования сигнала для дальнейшего обучения диагностической модели: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021664251 Рос. Федерация / О.Л. Ибряева, В.И. Саковская. — № 2021663579; заявл. 02.09.2021; опубл. 02.09.2021. — 4 с. (4с./1с.)

23. Ибряева, О.Л. Способ вычисления текущей разности фаз и частоты сигналов кориолисовых расходомеров: пат. 2687803 Рос. Федерация: СПК G 01 F 1/84 (2018.08) / О.Л. Ибряева, А.С. Семенов; ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»; Патентный отдел. — № 2017146968; заявл. 28.12.2017; опубл. 16.05.2019, Бюл. № 14. — 12 с. (12с./6с.)

24. Семенов, А.С. Способ вычисления текущей разности фаз и частоты сигналов кориолисовых расходомеров (варианты): пат. 2707576 Рос. Федерация: СПК G 01 F 1/84 (2019.08) / А.С. Семенов, О.Л. Ибряева; ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»; Патентный отдел. — № 2019113186; заявл. 26.04.2019; опубл. 28.11.2019, Бюл. № 34. — 22 с. (22с./12с.)

25. Программный комплекс, реализующий рекуррентный метод матричных пучков: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017660329 Рос. Федерация / О.Л. Ибряева, А.С. Семенов, Д.Д. Салов. — № 2017615812; заявл. 16.06.2017; опубл. 21.09.2017. — 4 с. (4с./2с.)

Другие публикации:

26. Еремеева, В.А. Оценка точности измерения фазовой задержки сигналов методом матричных пучков / В.А. Еремеева, О.Л. Ибряева // Сборник тезисов докладов II Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов "ЗА НАМИ БУДУЩЕЕ". — 2024. — С. 295-296. (2с./1с.)

27. Шестаков, А.Л. Оценка достоверности показаний датчика давления на основе метода Прони и алгоритма поиска оптимальной частоты дискретизации сигнала / А.Л. Шестаков, О.Л. Ибряева, В.А. Еремеева // Сборник тезисов докладов II Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов "ЗА НАМИ БУДУЩЕЕ". — 2024. — С. 473-474. (2с./1с.)

28. Шестаков, А.Л. Обнаружение обрывов стержней короткозамкнутого ротора асинхронного двигателя по высшим гармоникам тока статора / А.Л. Шестаков, Д.В. Галышев, В.А. Еремеева, О.Л. Ибряева // Цифровая индустрия: состояние и перспективы развития 2023: сборник научных статей. — Челябинск, 2024. — С. 509-516. (7с./2с.)

29. Шестаков, А.Л. Применение методов машинного обучения для решения задачи коррекции измерений кориолисового расходомера в условиях трехфазного потока / А.Л. Шестаков, Д.К. Лебедев, О.Л. Ибряева // Цифровая индустрия: состояние и перспективы развития 2023: сборник научных статей. — Челябинск, 2024. — С. 517-526. (10с./4с.)

30. Shestakov, A.L. Decision Tree Ensembles Applied to Benchmark Data Set for Three-Phase Coriolis Mass Flow Metering / A.L. Shestakov, D.K. Lebedev, O.L. Ibryaeva // Proceedings of the 2023 XXXIII International Scientific Symposium Metrology and Metrology Assurance (MMA). — IEEE, 2023. — P. 7-11. — DOI: 10.1109/MMA59144.2023.10317934. (5p./2p.)

31. Shestakov, A.L. The Detection of Rotor Bar Faults in Induction Motors Using the Recursive Matrix Pencil Method / A.L. Shestakov, V.V. Sinitsin, V.A. Eremeeva, O.L. Ibryaeva // Proceedings of the 19th IMEKO TC10 International Conference on Measurement for Diagnostics, Optimization and Control on Measurement in Testing, Inspection and Certification. — 2023. — DOI: 10.21014/tc10-2023.015 (6p./2p.)

32. Ибряева, О.Л. Диагностика неисправностей подшипников качения на основе спектральных признаков / О.Л. Ибряева, М.Н. Мохаммад // Математическое и информационное моделирование: материалы Всероссийской конференции молодых ученых / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Тюменский государственный университет, Институт математики и компьютерных наук. — Тюмень, 2022. — С. 189-198. (10с./5с.)

33. Ибряева, О.Л. Методы машинного обучения в задаче диагностики неисправностей подшипников / О.Л. Ибряева, В.И. Саковская // Наука ЮУрГУ: материалы 73-й научной конференции / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Южно-Уральский государственный университет. — 2021. — С. 386-393. (14с./7с.)

34. Ибряева, О.Л. Коррекция ошибок измерений расхода и плотности кориолисовым расходомером при наличии воздуха с помощью нейронных сетей / О.Л. Ибряева, В.В. Барабанов // Наука ЮУрГУ: материалы 71-й научной конференции / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Южно-Уральский государственный университет. — 2019. — С. 366-374. (9с./5с.)

35. Ibryaeva, O.L. Measurement validation for ICPS: Matrix pencil method for coriolis metering with liquid/gas flow / O.L. Ibryaeva, A.S. Semenov, M.P. Henry // 2018 IEEE Industrial Cyber Physical Systems (ICPS): Proceedings. — 2018. — P. 440-445. — DOI:10.1109/ICPHYS.2018.8390745 (6p./2p.)

36. Ibryaeva, O.L. Matrix pencil method for coriolis metering with liquid/gas flow II: Experimental results / O.L. Ibryaeva, P.A. Taranenko, M.S. Tombs, F.B. Zhou, M.P. Henry // 2018 IEEE Industrial Cyber Physical Systems (ICPS): Proceedings. — 2018. — P. 434-439. — DOI:10.1109/ICPHYS.2018.8390744 (6p./1p.)

37. Ибряева, О.Л. Модификация метода матричных пучков, использующая совместное оценивание полюсов сигнала и обратных к ним / О.Л. Ибряева, Д.Д. Салов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Вычислительная математика и информатика». — 2017. — Т. 6, № 1. — С. 26-37. — DOI: 10.14529/cmse170102 (12с./6с.)

38. Ибряева, О.Л. Применение классического и модифицированного метода матричных пучков для обнаружения сигнала в шуме / О.Л. Ибряева, Д.Д. Салов // Наука ЮУрГУ: материалы 69-й научной конференции / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Южно-Уральский государственный университет. — 2017. — С. 379-383. (4с./2с.)

39. Ibryaeva, O.L. Matrix pencil method for coriolis mass flow meter signal processing in two-phase flow conditions / O.L. Ibryaeva, D.D. Salov // Proceedings of the 2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). — IEEE, 2017. — P. 16-19. — DOI: 10.1109/ICIEAM.2017.8076363 (4p./2p.)

40. Ibryaeva, O.L. Recursive matrix pencil method / O.L. Ibryaeva // Proceedings of the 2017 2nd International Ural Conference on Measurements (UralCon). — IEEE, 2017. — P. 378-383. — DOI: 10.1109/URALCON.2017.8120739

41. Ibryaeva, O.L. Evaluation of Taylor coefficients in Pade-Laplace method using cubic splines / O.L. Ibryaeva // Proceedings of the 14th IMEKO TC10 Workshop New Perspectives in Measurements, Tools and Techniques for system's reliability, maintainability and safety. — 2016. — P. 145-150.

42. Bushuev, O.Yu. Choosing an optimal sampling rate to improve the performance of signal analysis by Prony's method / O.Yu. Bushuev, O.L. Ibryaeva // Proceedings of the 2012 35th International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP 2012). — 2012. — DOI:10.1109/TSP.2012.6256374 (5p./3p.)

43. Ibryaeva, O.L. On removal of Froissart doublets in Pad'e-Laplace method / O.L. Ibryaeva, V.M. Adukov // Proceedings of the 2012 35th International

Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP 2012). — 2012. — DOI: 10.1109/TSP.2012.6256375 (5p./3p.)

44. Ибряева, О.Л. Оптимизация частоты дискретизации сигнала при использовании метода Прони / О.Л. Ибряева, А.С. Семенов, А.Л. Шестаков // Цифровая обработка сигналов и ее применение: доклады 13-й Международной конференции. — 2011. — С. 108-110. (3с./1с.)

Публикации полностью соответствуют теме диссертационного исследования и раскрывают ее основные положения. Соавторы не возражают против использования материалов совместных исследований в диссертации соискателя.

Диссертационная работа соответствует требованиям, установленным п.14 Положения о присуждении научных степеней. Текст диссертации представляет собой самостоятельную научно-квалификационную работу, не содержит заимствованного материала без ссылок на авторов и (или) источники заимствования.

Диссертация «Методы и алгоритмы экспоненциального анализа для промышленных приложений в АСУ ТП» Ибряевой Ольги Леонидовны рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Заключение принято на расширенном заседании кафедры информационно-измерительной техники Южно-Уральского государственного университета.

ПРИСУТСТВОВАЛИ:

Шестаков Александр Леонидович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационно-измерительной техники (ИнИТ) ЮУрГУ; Волосников Андрей Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры ИнИТ ЮУрГУ; Кацай Дмитрий Алексеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры ИнИТ ЮУрГУ; Константинов Владимир Игоревич, доцент кафедры ИнИТ ЮУрГУ; Латфулина Юлия Сергеевна, старший преподаватель кафедры ИнИТ ЮУрГУ; Лысова Алёна Александровна, доцент кафедры ИнИТ ЮУрГУ; Некрасов Сергей Геннадьевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры ИнИТ ЮУрГУ; Николайзин Никита Владимирович, старший преподаватель кафедры ИнИТ ЮУрГУ; Самодурова Марина Николаевна, доктор технических наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой ИнИТ ЮУрГУ; Юрасова Екатерина Валерьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры ИнИТ ЮУрГУ; Ячиков Игорь Михайлович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры ИнИТ ЮУрГУ.

ПРИГЛАШЕНЫ:

Голлай Александр Владимирович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры ИАОУ; Тележкин Владимир Фёдорович, доктор технических наук, профессор кафедры «Инфокоммуникационные технологии» ЮУрГУ; Замышляева А.А., доктор физико-математических

наук, профессор кафедры «Прикладная математика и программирование»; Манакова Н.А., доктор физико-математических наук, профессор кафедры «Уравнения математической физики»; Карпета Т.В., кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Прикладная математика и программирование»; Сурин В.А., кандидат технических наук, доцент кафедры «Прикладная математика и программирование».

ВЫСТУПИЛИ:

Ячиков Игорь Михайлович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры ИНИТ ЮУрГУ; Некрасов Сергей Геннадьевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры ИНИТ ЮУрГУ; Тележкин Владимир Фёдорович, доктор технических наук, профессор кафедры «Инфокоммуникационные технологии» ЮУрГУ; Шестаков Александр Леонидович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационно-измерительной техники (ИНИТ) ЮУрГУ.

Заключение принято на расширенном заседании кафедры информационно-измерительной техники федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)». Результаты голосования «за» – 17 чел., «против» – 0 чел., «воздержались» – 0 чел., протокол № 7 от «26» июня 2025 г.

И.о. заведующего кафедрой
информационно-измерительной техники
ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»
доктор технических наук, доцент



М.Н. Самодурова

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»

Россия, 454080 Челябинск, проспект Ленина, 76,
<http://susu.ru/>, e-mail: init174@yandex.ru
телефон: +7 (351) 267-90-01

Подпись Самодурова удостоверяю
Начальник управления
по работе с кадрами И.И. Минакова

