

ОТЗЫВ
научного руководителя
на диссертацию Чернявского Михаила Михайловича
«Аналитические методы приближенного и явного вычисления корней полиномов»
на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности
01.01.01 – вещественный, комплексный и функциональный анализ

Чернявский Михаил Михайлович в 2016 году с отличием закончил математический факультет Витебского государственного университета имени П.М. Машерова по специальности «Физика (научно-педагогическая деятельность)» (средний балл диплома составил 9,7), а в 2017 году – магистратуру Витебского государственного университета имени П.М. Машерова по специальности «Математика». С 2017 года М.М. Чернявский работал в должности младшего научного сотрудника научно-исследовательского сектора названного университета. Также в 2017 году работал учителем информатики в учреждении образования «Новкинская средняя школа Витебского района». С 2017 по 2020 год прошел обучение в аспирантуре Витебского государственного университета имени П.М. Машерова по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. С 2020 года по 2022 год Чернявский М.М. работал преподавателем кафедры геометрии и математического анализа Витебского государственного университета имени П.М. Машерова; с сентября 2022 года по настоящее время работает старшим преподавателем кафедры инженерной физики того же университета и, по совместительству, учителем физики в Лицее ВГУ имени П.М. Машерова.

С первых лет студенчества М.М. Чернявский был вовлечен в научную деятельность университета. Ряд принципиальных научных результатов были им получены в рамках выполнения заданий грантов Министерства образования Республики Беларусь в 2017, 2019 и 2020 годах, а также при выполнении подзадания «Развитие аналитических методов исследования сложных динамических систем» задания 1.4.02 «Аналитические, топологические и аппроксимационные методы исследования математических моделей, возникающих в естественных науках и экономике» ГПНИ Республики Беларусь «Конвергенция – 2020».

В январе 2020 года М.М. Чернявский получил Благодарность Министерства образования Республики Беларусь «За значительный личный вклад в развитие науки и инновационной деятельности и в связи с Днем белорусской науки», а также в мае 2022 года получил премию Витебского областного исполнительного комитета талантливым молодым ученым и специалистам за работу «Усовершенствование точных и приближенных аналитических методов решения алгебраических уравнений в символьном виде».

На протяжении 2017 -- 2021 годов Чернявским Михаилом Михайловичем под руководством доктора физико-математических наук, профессора Трубникова Юрия Валентиновича были проведены исследования по теме «Теоретико-функциональные методы нахождения корней алгебраических полиномов», результаты которых составили базу диссертации Чернявского М.М. «Новые теоретико-функциональные методы нахождения корней алгебраических

полиномов». В связи с поступившими замечаниями по этой диссертации она была снята с рассмотрения в 2022 году.

Начиная с 2023 года Чернявским М.М. были продолжены исследования в направлении развития аналитических методов приближенного и явного вычисления корней полиномов. Получен ряд качественно новых результатов, которые опубликованы в журналах, соответствующих п. 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь. Эти результаты представлены в настоящей диссертации «Аналитические методы приближенного и явного вычисления корней полиномов».

В связи со смертью (в апреле 2025 года) Трубникова Юрия Валентиновича новым научным руководителем Чернявского Михаила Михайловича назначен я -- Лебедев Андрей Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор. Я участвовал в совместных исследованиях, начиная с 2023 года.

С 2020 года по 2024 год Чернявский М.М. был членом Совета молодых ученых при Министерстве образования Республики Беларусь.

Он удостоен

Благодарности Совета молодых ученых при Министерстве образования Республики Беларусь за многолетнюю плодотворную работу, существенный вклад в развитие Совета молодых ученых при Министерстве образования Республики Беларусь и оказание помощи при проведении мероприятий (2023 г.);

Грамоты Министерства образования Республики Беларусь за плодотворную педагогическую деятельность, значительный вклад в развитие творческих способностей талантливой молодежи (2023 г.);

Диплома Лауреата конкурса на лучшую НИР ВГУ имени П.М. Машерова в номинации «Цикл статей, связанных одной научной темой» (2025 г.);

Почетной грамоты Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований за активное участие в конкурсах и успешное выполнение проектов БРФФИ (2025 г.);

Почетной грамоты Первичной профсоюзной организации работников ВГУ имени П.М. Машерова за плодотворный труд в системе образования и активное участие в профсоюзной жизни университета (2025 г.).

Таким образом, считаю, что научная квалификация Чернявского Михаила Михайловича соответствует требованиям, предъявляемым к соискателям ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертационная работа «Аналитические методы приближенного и явного вычисления корней полиномов» выполнена на кафедре инженерной физики учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова» в рамках Государственной программы научных исследований «Конвергенция -- 2025» (подпрограмма «Математические модели и методы», № ГР 20210494, 2021—2025 гг.) в соответствии с заданием «Развитие аналитических и аппроксимационных методов для анализа и решения задачи системы гравитирующих тел».

Автором диссертации осуществлялось руководство проектами Грантов БРФФИ «Наука -- М»: в 2021--2023 гг. «Разработка новых методов нахождения корней алгебраических уравнений в символьном виде» (№ ГР 20213304); в 2023--2025 гг. «Развитие теории конструирования экстремальных полиномов в комплексных областях и символьного решения алгебраических уравнений» (№ ГР 20231184).

Целью настоящей диссертационной работы Чернявского М.М. является разработка явных и приближенных методов вычисления и анализа корней многочленов.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи исследования:

1. Разработать метод типа метода Бернулли -- Эйлера -- Лагранжа -- Эйткена вычисления всех корней произвольного полинома $P(z)$ с комплексными коэффициентами на базе подсчета пределов отношений определителей, построенных по коэффициентам разложений в ряды Тейлора и Лорана функции $P'(z)/P(z)$.

2. Получить явные формулы для общих корней пар полиномов и кратных корней полиномов на базе дифференцирования результатов.

3. Для триномиальных уравнений с действительными коэффициентами провести анализ всех действительных корней: описать их локализацию и кратности.

Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и актов внедрения результатов работы в учебный процесс. Введение содержит обоснование актуальности темы исследования. Общая характеристика работы содержит цель и задачи исследования, а также всю необходимую информацию о диссертации.

Первая глава диссертации содержит подробный обзор результатов предшественников по данным направлениям анализа и демонстрирует актуальность и глубину исследования, предпринятого соискателем.

Во второй главе диссертации разработан новый метод типа метода Бернулли -- Эйлера -- Лагранжа -- Эйткена вычисления всех корней произвольного полинома $P(z)$ с комплексными коэффициентами, на базе подсчета пределов отношений определителей, построенных по коэффициентам разложений в ряды Тейлора и Лорана функции $P'(z)/P(z)$.

Получена оценка скорости сходимости разработанного метода.

На примерах продемонстрировано, что полученный метод одинаково эффективен для поиска как простых корней, так и кратных корней любой степени кратности.

Третья глава посвящена выводу явных формул для общих корней пар полиномов и кратных корней полиномов на базе дифференцирования результатов.

Здесь построено тейлоровское разложение для результатов пар полиномов, обладающих общими корнями.

На этой базе получены серии новых явных формул для общих кратных корней пар полиномов, обобщающие соответствующие результаты И.М. Гельфанда, М.М. Капранова и А.В. Зелевинского.

В качестве приложений получены серии новых формул для кратных корней многочленов идейно отличные от формул полученных в работах И.М. Гельфанда, М.М. Капранова, А.В. Зелевинского, И.А. Антиповой, Е.Н. Михалкина, А.К. Циха.

Конкретными примерами продемонстрировано качественное отличие формул, полученных в данной работе, от формул, полученных в работах предшественников.

В завершающей четвертой главе разработан простой и единообразный метод, позволяющий устанавливать число и локализацию действительных решений трехчленных (триномиальных) алгебраических уравнений произвольных степеней с действительными коэффициентами. Метод основан на том факте, что при помощи определенных подстановок трехчленное уравнение приводится к определяющему уравнению с одним параметром, представимым в виде явной функции от коэффициентов первоначального уравнения, и свойства решений исходного уравнения зависят только от значений этого параметра.

Классификация триномиальных уравнений строится по поведению определяющей функции и насчитывает четыре типа уравнений в зависимости от входящих степеней: нечетно-нечетные уравнения, четно-нечетные, нечетно-четные и четно-четные.

На этой основе проведен полный анализ таких уравнений в данном направлении.

Диссертационная работа логично изложена, полученные результаты доказаны, а сделанные выводы аргументированы. Полученные результаты являются новыми и достоверными. Для подтверждения эффективности полученных формул и алгоритмов автор диссертации приводит большое количество конкретных числовых примеров.

Результаты диссертации носят теоретический и прикладной характер. Они могут применяться при компьютерном вычислении корней многочленов (см. глава 2, глава 4), теории рациональных аппроксимаций, а также могут быть использованы при дальнейшем развитии аналитической теории результатов и дискриминантов, и в учебном процессе при чтении спецкурсов по современному анализу.

Результаты диссертации уже используются при организации учебного процесса в учреждении образования "Витебский государственный университет имени П.М. Машерова" (акты внедрения от: 30.01.2025, 28.11.2025, Приложение А).

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 14 научных работах, из которых 6 -- статьи в научных изданиях в соответствии с пунктом 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь, 8 -- статьи в сборниках материалов научных конференций.

Считаю, что Чернявский Михаил Михайлович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук за следующие результаты:

1. Разработку нового метода типа метода Бернулли -- Эйлера -- Лагранжа -- Эйткена вычисления всех корней произвольного полинома $P(z)$ с комплексными коэффициентами, на базе подсчета пределов отношений определителей, построенных по коэффициентам разложений в ряды Тейлора и Лорана функции $P'(z)/P(z)$.

2. Построение тейлоровского разложения для результатов пар полиномов, обладающих общими корнями. Вывод на этой базе серии новых явных формул для общих кратных корней пар полиномов, и серии новых формул для кратных корней многочленов, обобщающих соответствующие результаты предшественников.

3. Доказательство теорем о количестве и локализации действительных корней триномиальных уравнений с действительными коэффициентами на базе разработанной автором диссертации системы подстановок и анализа определяющих уравнений.

Научный руководитель
доктор физико-математических наук,
профессор, профессор кафедры
интеллектуальных методов моделирования
Белорусского государственного университета

