

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.217.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕ-
ДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 26.12.2018 г. №13

О присуждении Макарову Роману Юрьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка и исследование численных методов определения параметров моделей реологического деформирования на основе разностных уравнений» по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» принята к защите 22 октября 2018 года, протокол № 11, диссертационным советом Д 212.217.03, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, приказом Минобрнауки России № 714/нк от 2 ноября 2012 г.

Соискатель Макаров Роман Юрьевич, 1989 года рождения, в 2012 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет»; в период подготовки диссертации с 01.10.2012 г. по 30.09.2015 г. он обучался по очной форме обучения в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» по научной специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. В настоящее время работает инженером-программистом 1 категории в Акционерном обществе «Ракетно-космический центр «Прогресс» (АО «РКЦ «Прогресс»), г. Самара, Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос».

Диссертация выполнена на кафедре «Прикладная математика и информатика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет». Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Зотеев Владимир Евгеньевич, профессор кафедры «Прикладная математика и информатика» феде-

рального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет».

Официальные оппоненты: Бутов Александр Александрович, доктор физ.-мат. наук, профессор, заведующий кафедрой «Прикладная математика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ульяновский государственный университет» (г. Ульяновск); Ермоленко Георгий Юрьевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Прикладная математика, информатика и информационные системы» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный университет путей сообщения» (г. Самара) дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара, в своем положительном заключении, подписанным Фурсовым Владимиром Алексеевичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Суперкомпьютеры и общая информатика» и утвержденным Прокофьевым Андреем Брониславовичем, первым проректором-проректором по науке и инновациям, доктором технических наук, доцентом, указала, что диссертация Макарова Романа Юрьевича соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Заключение содержит замечания, касающиеся погрешности в оформлении формул, не вполне удачного обозначения векторов и матриц, представления модели для серии экспериментов, трактовки априорной оценки погрешности, неточности изложения в тексте диссертации.

Соискатель имеет 16 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 5 статей в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК Минобрнауки РФ. Получено 1 свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. Суммарный объем принадлежащего соискателю опубликованного материала составляет 5,55 печатных листов. В работах, опубликованных в соавторстве, соискатель принимал равное участие в постановке и формализации задач, лично разработал алгоритмы и программное обеспечение, и выполнил анализ экспериментальных и расчетных результатов исследований. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Макаров Р. Ю. Численный метод определения параметров кривой ползучести на основе закона Содерберга // *Вестник Самарского государственного аэ-*

рокосмического университета им. академика С.П. Королева (национального исследовательского университета), 2015. Т. 14, №2. С. 113-117.

2. Зотеев В. Е., Макаров Р. Ю. Численный метод определения параметров модели ползучести разупрочняющегося материала // *Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки*, 2016. Т. 20, №2. С. 328-341.

3. Зотеев В. Е., Макаров Р. Ю. Численный метод оценки параметров деформации ползучести при степенной зависимости параметра разупрочнения от напряжения // *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование*, 2016.. Т. 51, №3. С. 18-25.

4. Зотеев В. Е., Макаров Р. Ю. Численный метод определения параметров модели ползучести в пределах первых двух стадий // *Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение*, 2017. Т. 16, № 2. С. 145-156.

5. Зотеев В. Е., Макаров Р. Ю. Численный метод определения параметров первой стадии деформации ползучести // *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование*, 2017. Т. 56, № 4. С. 40-48.

На диссертацию и автореферат поступили положительные отзывы официальных оппонентов, в которых отмечается актуальность темы диссертации, научная новизна и практическая значимость основных результатов работы, полнота отражения основных положений диссертации в публикациях и автореферате. Отмечается, что диссертационная работа Макарова Романа Юрьевича отвечает всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

В положительном отзыве официального оппонента Бутова А.А., д.ф.-м.н., профессора, содержатся следующие замечания: 1) в обзоре по методам нелинейного оценивания недостаточно полно отражены последние работы, опубликованные в зарубежных и отечественных научных изданиях; 2) при вычислении среднеквадратичных оценок используется только метод нормальных уравнений, что существенно снижает вычислительную устойчивость при решении плохо обусловленных задач наименьших квадратов; 3) непонятно, при каком условии матрица, входящая в итерационную процедуру, является невырожденной; 4) несоответствие заголовка одного из рисунков изображенным на рисунке кривым; 5) в работе не исследуются причины роста погрешности оценок параметров при уменьшении периода дискретизации.

В положительном отзыве официального оппонента Ермоленко Г.Ю., д.т.н., доцента, содержатся следующие замечания: 1) автором не рассматриваются многие известные законы для описания деформации ползучести, что сужает область применения разработанных алгоритмов вычислений; 2) результаты вычислений

будут содержать систематическую ошибку, связанную с упрощением исходной модели реологического деформирования; 3) каким образом следует оценивать величину среднеквадратичного отклонения модели от данных эксперимента при наличии всех трех стадий разрушения; 4) не рассматриваются достаточные условия сходимости итерационной процедуры; 5) возможно излишне подробно описаны алгоритмы известных методов нелинейного оценивания.

На автореферат диссертации поступило 7 отзывов.

Отзыв от Крымского В.Г., д.т.н., профессора, профессора кафедры «Управление и сервис в технических системах» из ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа содержит следующее замечание: не указано, в каком диапазоне напряжений правомерно применять гипотезу подобия кривых ползучести, используемую в диссертационном исследовании.

Отзыв от Вельмисова П.А., д.ф.-м.н., профессора, заведующего кафедрой «Высшая математика» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», г. Ульяновск содержит следующие замечания: 1) не понятно, на основе какого критерия следует оценивать адекватность модели, описывающей сразу все три стадии ползучести в совокупности; 2) в автореферате отсутствует описание методики оценивания погрешности результатов вычисления параметров моделей реологического деформирования.

Отзыв от Локощенко А.М., заведующего лабораторией НИИ механики МГУ имени М.В. Ломоносова, д.ф.-м.н., профессора, лауреата Государственной премии РСФСР НИИ механики МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва содержит следующие замечания: 1) не дается сопоставление предложенной методики построения разностных уравнений с классическими схемами построения конечно-разностных уравнений для краевых и эволюционно-краевых задач, не указывается ошибка аппроксимации разностными уравнениями дифференциальных уравнений, описывающих те же процессы; 2) из автореферата непонятно, как оценивалась (оценивалась ли вообще?) погрешность программных средств, реализующих алгоритмы вычислений параметров моделей реологического деформирования.

Отзыв от заведующего сектором нелинейной вихревой гидродинамики, д.ф.-м.н. Просвирякова Е.Ю. ФГБУН Институт машиноведения Уральского отделения РАН содержит следующие замечания: 1) почему нельзя было использовать известные методы нелинейного оценивания, но применительно к моделям в форме разностных уравнений; 2) из автореферата не понятно, почему при построении разностных уравнений для третьей стадии ползучести использовалась равномерная дискретизация по деформации, а не по времени, как для первых двух стадий; 3) из автореферата не понятно, в чем принципиальное различие разработанных различных алгоритмов среднеквадратичного оценивания.

Отзыв от ведущего научного сотрудника лаборатории статической прочности, д.т.н., доцента Легана М.А. ФГБУН Институт гидродинамики им. М.А. Лав-

рентьева Сибирского отделения РАН содержит следующие замечания: 1) в автореферате не рассматривается построение разностных уравнений с использованием формул численного дифференцирования, хотя такой подход можно бы было использовать; 2) вероятно, на рис. 3 автореферата по вертикальной оси значения деформации ползучести должны быть приведены в безразмерных единицах, а не процентах.

Отзыв от Заслуженного работника высшей школы РФ, д.т.н., профессора, профессора кафедры «Сети и системы связи» Лихтциндера Б.Я. ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», г. Самара содержит, в частности, замечание: не ясно, в каком диапазоне изменялась величина случайной помехи при исследовании погрешности оценивания коэффициентов разностных уравнений.

Отзыв от заслуженного деятеля науки РФ, д.т.н., профессора, заведующего кафедрой «Автоматизированные системы управления» Корикова А.М. ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», г. Томск содержит, в частности, замечание: в работе не приведены примеры для сложного напряженного состояния.

Все отзывы положительные. В отзывах с замечаниями отмечено, что указанные недостатки не снижают научную и практическую значимость результатов и не влияют на общую положительную оценку работы, а диссертация соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Минобрнауки России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и сделано заключение о возможности присуждения Макарову Р.Ю. ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой научной компетентностью в области математического моделирования и численных методов, что подтверждается публикациями в научных изданиях; широкой известностью научных достижений ученых-сотрудников ведущей организации в области математического моделирования и численных методов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан новый численный метод определения параметров моделей реологического деформирования на основе среднеквадратичного оценивания коэффициентов разностных уравнений, описывающих результаты наблюдений;

предложены новые линейно-параметрические дискретные математические модели, описывающие в форме разностных уравнений различные стадии реологического деформирования материалов и элементов конструкций;

доказана перспективность использования нового численного метода в задачах определения параметров моделей реологического деформирования на основе результатов эксперимента или промышленных испытаний;

введены новые соотношения, связывающие коэффициенты построенных линейно-параметрических дискретных моделей в форме разностных уравнений с параметрами моделей реологического деформирования.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что применение предлагаемого численного метода на основе среднеквадратичного оценивания коэффициентов разностных уравнений позволяет существенно повысить адекватность построенных моделей реологического деформирования результатам эксперимента, и, тем самым, повысить точность вычисления оценок параметров модели;

применительно к тематике диссертационного исследования результативно использованы методы прикладного регрессионного анализа, теории линейных разностных уравнений, параметрической оптимизации, компьютерного моделирования;

изложена идея сведения задачи нелинейного оценивания к вычислению коэффициентов линейно-параметрической дискретной модели, описывающей в форме разностных уравнений результаты эксперимента;

раскрыты проблемы, связанные с устойчивостью и сходимостью итерационных процедур в алгоритмах вычисления оценок параметров моделей реологического деформирования на основе разностных уравнений;

изучены различные подходы и методики построения линейно-параметрических дискретных моделей в форме разностных уравнений для различных стадий ползучести материалов и элементов конструкций;

проведена модернизация существующих математических моделей реологического деформирования и численных методов расчета их параметров, позволяющая повысить точность результатов вычислений за счет применения статистических методов обработки результатов эксперимента.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены новые методики построения моделей реологического деформирования в опытно-конструкторскую работу специализированных отделов ООО «Специальное Конструкторско-Технологическое Бюро «Пластик», г. Сызрань; результаты использованы в расчетной практике АО «Ракетно-космический центр «Прогресс», г. Самара (имеются акты внедрения); результаты использованы в учебном процессе ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» в лекционных курсах, лабораторных, курсовых и выпускных квалификационных работах по дисциплинам «Численные методы», «Матема-

тическое моделирование в машиностроении», «Математические методы обработки экспериментальных данных», «Прикладной регрессионный анализ»;

определены перспективы практического использования разработанных алгоритмов вычислений параметров моделей реологического деформирования в организациях и на предприятиях, занимающихся научными исследованиями, производственной деятельностью, при решении задач, связанных с прогнозированием процессов реологической деформации;

создан комплекс программ, реализующий алгоритмы вычислений параметров моделей реологического деформирования на основе разностных уравнений;

представлены рекомендации и предложения по эффективному использованию разработанных численных методов в задачах достоверной оценки предельного ресурса элементов конструкций в условиях реальной эксплуатации.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ достоверность полученных соискателем результатов исследования подтверждается численно-аналитическими исследованиями адекватности построенных математических моделей экспериментальным данным;

теория построена на развитии известных методов прикладного регрессионного анализа, теории линейных разностных уравнений, параметрической оптимизации, компьютерного моделирования и согласуется с опубликованными экспериментальными данными;

идея базируется на анализе существующих подходов и методик к решению задачи построения математических моделей реологического деформирования, а также анализе научных статей отечественных и зарубежных ученых;

использовано сравнение данных расчета на основе разработанных численных методов с результатами расчетов, полученных известными методиками, в том числе, классическими методами нелинейной регрессии;

установлено качественное и количественное соответствие результатов, полученных автором, с экспериментальными данными и результатами теоретических исследований из независимых источников;

использованы современные статистические методы обработки экспериментальных данных и средства вычислений; достаточное количество экспериментального материала для получения статистически значимых результатов.

Личный вклад соискателя состоит в: совместной постановке задач исследования и разработке методов их решения; построении математических моделей в форме разностных уравнений для различных стадий развития реологической деформации; алгоритмизации и реализации численных методов оценки параметров моделей реологического деформирования; проведении численно-аналитических исследований помехозащищенности, сходимости и устойчивости алгоритмов численного метода; проведении сравнительного анализа разработанного численного

метода с известными методами; разработке комплекса программ, реализующего алгоритмы вычисления параметров моделей реологического деформирования.

В работах, опубликованных в соавторстве, соискателю принадлежит совместная постановка задач, разработка методов численного решения и их исследование, анализ и систематизация результатов расчетов.

Решение поставленных научных задач в диссертации соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследований, непротиворечивой методологической платформой, основанной на проверке теоретических положений результатами экспериментальных исследований.

На заседании №13 26 декабря 2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Макарову Роману Юрьевичу ученую степень кандидата технических наук за решение важной и актуальной научно-технической задачи в области построения и параметрической идентификации моделей реологического деформирования.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 11 докторов наук по специальности 05.13.18, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени 20, против присуждения ученой степени 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



 Радченко Владимир Павлович

 Зотеев Владимир Евгеньевич

26 декабря 2018 г.