

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.437.05,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 29.09.2023 года, № 56

О присуждении Опрышко Ольге Владимировне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Численное моделирование придонных частей торнадо и тропического циклона в стационарном случае» по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ принята к защите 30 июня 2023 года (протокол заседания № 56/п) диссертационным советом 24.2.437.05, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, д. 76, приказ от 11 апреля 2012 года № 105/нк.

Соискатель Опрышко Ольга Владимировна, 24 января 1988 года рождения, в 2014 г. окончила федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» по специальности 220100 «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети» с присвоением квалификации «инженер».

В 2019 году окончила очную аспирантуру филиала федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» в г. Снежинске по направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника».

Соискатель работает в должности младшего научного сотрудника научно-технического отделения, отдела 220, лаборатории 221 в федеральном государственном унитарном предприятии «Российский Федеральный Ядерный Центр – Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е.И. Забабахина», Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом».

Диссертация выполнена на кафедре высшей и прикладной математики филиала федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» в г. Снежинске Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – Крутова Ирина Юрьевна, кандидат физико-математических наук, заведующий кафедрой, доцент кафедры «Высшая и прикладная математика» Снежинского физико-технического института – филиала федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (СФТИ НИЯУ МИФИ).

Официальные оппоненты:

- Еремин Антон Владимирович, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет», проректор по интеграционным проектам;
- Просвиряков Евгений Юрьевич, доктор физико-математических наук, федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», профессор кафедры «Информационные технологии и системы управления»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное учреждение науки Объединенный институт высоких температур Российской академии наук, г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном Хищенко Константином Владимировичем, кандидатом физико-математических наук, старшим научным сотрудником, заведующим лабораторией ОИВТ РАН, и утвержденном доктором физико-математических наук, заместителем директора ОИВТ РАН Андреем Владимировичем Гавриковым указала, что полученные результаты развивают теорию возникновения восходящих закрученных потоков от поверхности Земли, что заложено в самой математической модели. Согласно данной теории, имеется объяснение, откуда идет постоянный приток энергии и как возникает закрутка в торнадо. Каждый вихрь проходит стадии формирования, функционирования и разрушения, которые наблюдаются в природе. По рассчитанным газодинамическим параметрам, полученным в ходе исследования, совпадающими с данными натурных наблюдений, была приближенно определена кинетическая энергия торнадо классов, приведенных в таблице Фудзиты. Диссертационная работа О.В. Опрышко «Численное моделирование придонных частей торнадо и тропического циклона в стационарном случае» представляет собой полную, логически завершенную научно квалифицированную работу, в которой имеется решение актуальной научной задачи. Полученные результаты соответствуют научной специальности 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». Результаты научного исследования являются новыми и получены автором самостоятельно. Автореферат и публикации отражают полное содержание работы. Диссертационная работа соответствует пп. 9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней»

Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Опрышко Ольга Владимировна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Соискатель имеет 34 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 34 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ. Среди которых 3 статьи в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, 2 статьи в журналах, индексируемых MathSciNet, zbMATH, получено 6 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ. В диссертацию включены результаты, полученные автором лично, авторский вклад составляет 117 стр. (7,3 п.л.). В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах. Наиболее значимые научные работы соискателя по теме диссертации:

1. Опрышко, О.В. Численное моделирование придонных частей торнадо в стационарном плоском случае / И.Ю. Крутова, О.В. Опрышко // Вестник Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ». – 2016. – Т. 5, № 6 – С. 550-557. (8 с. / 6 с.)

2. Баутин, С.П. О геометрических, скоростных и энергетических характеристиках придонных частей торнадо и тропических циклонов / С.П. Баутин, И.Ю. Крутова, О.В. Опрышко // Вестник Тюменского государственного университета, Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. – 2018. – Т. 4, № 1. – С. 55-67. (13 с. / 5 с.)

3. Опрышко, О.В. Приближенный аналитический и численный расчет кинетической энергии специального потока / И.Ю. Крутова, О.В. Опрышко // Вестник Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ». – 2018. – Т. 7, № 4. – С. 298-303. (6 с. / 4 с.)

4. Опрышко, О.В. Расчёт параметров специальных трёхмерных стационарных потоков / О.В. Опрышко // Математические структуры и моделирование. – 2018. – №3(47). – С. 45-60. (MathSciNet, zbMATH)

5. Opryshko, O.V. Numerical simulation of near-bottom parts of a tornado and a tropical cyclone in a stationary case / O.V. Opryshko // Journal of computational and engineering mathematics. – 2023. – V. 10, № 3. – P. 30-43. (MathSciNet, zbMATH)

6. Опрышко, О.В. Расчет кинетической энергии течений в придонной части торнадо и тропического циклона / И.Ю. Крутова, О.В. Опрышко // Препринт. – Снежинск, СФТИ НИЯУ МИФИ, 2018. – 45 с. (45 с. / 23 с.)

На диссертацию и автореферат поступило 6 отзывов, из них 5 положительных отзывов на автореферат и 1 отрицательный.

1. Левитской Елены Андреевны, кандидата технических наук, специалиста по защите информации 2 категории федерального государственного унитарного предприятия «Российский Федеральный Ядерный Центр – Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е. И. Забабахина». Отзыв положительный, замечаний нет.

2. Хакимзянова Гаяза Салимовича, доктора физико-математических наук, профессора, ведущего научного сотрудника федерального исследовательского центра информационных и вычислительных технологий. Отзыв положительный. Замечаний нет.

3. Казакова Александра Леонидовича, доктора физико-математических наук, профессора, профессора РАН, главного научного сотрудника отделения 2. Прикладных проблем математической физики и теории поля федерального государственного бюджетного учреждения науки Института динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН. Отзыв отрицательный. Замечания: 1. Библиография содержит 117, бросается в

глаза то, что 72 источника (т.е. почти 2/3 от общего количества) – работы С.П. Баутина и представителей его научной школы (включая работы соискателя), на большинство из которых, кстати, нет ссылок в тексте диссертации, т.е. приведены они исключительно для количества. Если отбросить учебники, справочники и интернет-порталы с фотографиями, то получается, что упоминается менее 40 релевантных работ ученых, не аффилированных с автором диссертации, из которых всего полтора десятка статей и монографий вышли менее 20 лет назад. И это при том, что данное научное направление именно в XXI веке стало развиваться особенно бурно, ежегодно выходят десятки работ. Особенно "не повезло" здесь российским специалистам. Мало того, что не были упомянуты работы большинства ведущих отечественных ученых, работающих в данной области (достаточно сказать, что нет ссылок на работы академика Г.С. Голицина, и вообще упомянута всего одна монография сотрудников Института физики атмосферы РАН, написанная в уже достаточно в далеком 2010 г., хотя ИФА РАН является ведущей научной организацией в России, занимающейся исследованиями атмосферных вихрей), так и для упомянутых во введении специалистов не приводятся ссылки на их современные работы. Так, публикации д.ф.м.н. В.И. Никулина (ИГиЛ СО РАН) доведены только до середины 90-х, хотя он поныне продолжает исследовать вихревые течения газа и продвинулся за два с половиной десятилетия далеко вперед. Имеются значительно более поздние работы у академика С.В. Алексеенко и чл.к. А.Ю. Вараксина. Не упомянуты работы М.В. Курганского, О.Г. Чхетиани, О.А. Синкевича и многих других. Приведена ссылка только на одну из многочисленных работ В.Н. Николаевского. Кстати, А.Ю. Вараксин в 2017 г. выпустил большую обзорную статью (Вараксин А.Ю. Воздушные торнадо подобные вихри: математическое моделирование // Теплофизика высоких температур. 2017. Т.55, №2. С. 291-316.), сведения о которой в диссертации почему-то отсутствует, которая содержит подробный обзор современных моделей,

применяемых для описания вихревых атмосферных течений. Были рассмотрены "модель Гутмана", "модель Курганского", "модель Ренно", однако модель Баутина не упомянута. И вообще, результатам С.П. Баутина и его учеников посвящен (в 27-страничной работе) один абзац. И это, пожалуй, пример наиболее лояльного отношения специалистов к результатам указанной научной группы. Так, в работе представителей ИПМ им. М.В. Келдыша (Гавриков М.Б., Таюрский А.А. Простая математическая модель торнадо, препринты ИПМ им. М.В. Келдыша, 2019, 042.) указано, что "Если согласиться с причиной возникновения торнадо из работ [1,2] (С.П. Баутина – А.Л.К.), то торнадо должны возникать "как грибы" на большей части поверхности Земли, чего, однако, не наблюдается". Кроме того, даже частичный анализ списка литературы позволяет увидеть, что многие библиографические ссылки даны некорректно. Так, в работах [43] и [50] искажены фамилии авторов и неверно указано число страниц. В монографии [29] нет упоминания о двух соавторах А.Ю.Вараксина и вновь неверно указано количество страниц. В работе [70] неверно указан год публикации. В работе соискателя [82] ([5] в автореферате), относящейся к числу основных публикаций по теме диссертации, неверно указаны выходные данные. В работах [115-117] упоминается город СнежинКС. Весьма вероятно, что подобных ошибок значительно больше, поскольку мы перечислили лишь те, что бросились в глаза. Конечно, все это не относится к существу исследования, однако наглядно демонстрирует то, что диссертация недоработана. Еще один показательный факт: в списке литературы нет ни одной работы, которая была бы указана в числе основных для ведущей организации и оппонентов. Завершая анализ списка литературы, укажем на наиболее дискуссионную библиографическую ссылку. Речь идет о работе [39] Крутова, И.Ю. Аналитическое и численное моделирование течений газа в восходящих закрученных потоках / И.Ю. Крутова. – Диссертация. – Снежинск. 2018. – 233с. Дело в том, что это диссертация научного руководителя

И.Ю. Крутовой на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 (научный консультант С.П. Баутин), которая рассматривалась 29.03.2019 г. на заседании диссертационного совета Д 212.274.14 при Тюменском государственном университете. По результатам обсуждения, которое было весьма подробным, корректным и профессиональным, И.Ю. Крутовой было отказано в присуждении искомой ученой степени. К этой публикации мы еще вернемся в ходе дальнейшего обсуждения.

2. Соответствие техническим наукам. У нас вызывает большие сомнения, что диссертационную работу можно считать исследованием, которое выполнено по техническим наукам. В диссертации О.В. Опрышко нет раздела, посвященного решению прикладных задач, связанных с развитием техники, более того, рассуждения (весьма краткие) о возможных приложениях приведены только во введении и в заключении. Во введении говорится о том, что "полученные значения кинетической энергии торнадо позволяют определить, какую энергию нужно затратить, чтобы разрушить поток", однако в основной части диссертации разрушение торнадо не обсуждается. В заключении указано, что "методика нахождения приближенных решений системы уравнений газовой динамики для стационарного течения при развитии и адаптации может быть применена при решении задач высокоскоростного обтекания объектов газовым потоком в осесимметричной постановке". Это утверждение, кстати, повторенное в Акте "Об использовании результатов диссертационной работы Опрышко О.В." (Приложение Б), у специалиста может вызвать только удивление. Задача об обтекании объектов потоками газа - одна из классических проблем МЖГ, которая решается аналитически и численно уже более 100 лет. За это время разработаны сотни различных методов. Предложение использовать здесь модель Баутина свидетельствует о богатой научной фантазии (что, в сущности, неплохо), однако следовало бы хотя бы как-то объяснить, за счет чего здесь

предполагается получить научное продвижение. Тем более, что модель газовой динамики и характеристические ряды для решения задач обтекания применялись еще в середине прошлого века, а учитывать силу Кориолиса при описании вихревых атмосферных процессов предложено свыше 40 лет назад (Klemp J.B., Wilhelmson R.B. *The Simulation of Three Dimensional Convective Storm Dynamics* // *J. Atmos. Sci.* 1978. V. 35. No 6. P. 1070.). Остановимся на упомянутом Приложении Б более подробно. Акт оставляет весьма противоречивое впечатление. Как известно, одной из традиций диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук является наличие внедрения результатов исследований в промышленности (строительстве, транспорте и тому подобных областях человеческой деятельности). В данном случае, хотя Акт составлен в весьма серьезной и уважаемой организации (ВНИИТФ), из его текста прямо следует, что никакого внедрения результатов нет, и оно в обозримом будущем не предвидится. Обсуждать на защите диссертации возможное применение результатов, которые даже еще не получены - это весьма странная идея, которая противоречит п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, в котором сказано, что в диссертации "содержится решение научной задачи". С другой стороны, в диссертации приведены доказанные математические утверждения, что позволяет отнести диссертацию О.В. Опрышко к физико-математическим наукам. В то же время, соответствие специальности 1.1.2 также выглядит недостаточно обоснованным (подробно об этом см. ниже). Представляется, что в значительно большей степени данная диссертация соответствует специальности 1.6.18. Науки об атмосфере и климате, а именно п. 12. Опасные и особо опасные гидрометеорологические и природные явления - тропические циклоны, тромбы (торнадо), засухи, наводнения, град, туманы, смерчи, пыльные бури (физико-математические науки). Диссертационный совет по этой специальности имеется, к примеру, в Новосибирске, в ИВМиМГ СО РАН. Кстати, вторая специальность там 1.1.6. Вычислительная математика,

что хорошо соответствует содержанию диссертационной работы и общему направлению исследований О.В. Опрышко. Теперь возникает вопрос о том, почему столь простые соображения, которые были высказаны ранее, не пришли в голову соискателю и ее научному руководителю? Ответ, как нам представляется, кроется в подразделе 'введения "Степень разработанности темы". Там, в частности, говорится: "Многочисленное число исследователей активно изучают природное явление [44, 45, 46, 47, 50, 52, 57, 60, 64, 69, 70]. Рассматриваются разные математические модели, которые описывают вихревые течения. Но нет полного описания процесса зарождения, функционирования и разрушения торнадо, которое могло бы объяснить, откуда идет постоянный приток энергии, как возникает закрутка или формируется поток при зарождении вихря от поверхности Земли." Данное высказывание безосновательно. Во-первых, приведены всего-навсего 11 работ, у которых в общей сложности 10 авторов (т.е. число отнюдь не многочисленное). Во-вторых, все эти работы, кроме одной [52], вышли еще в прошлом веке, большинство - вообще 30 и более лет назад. В-третьих, единственная относительно недавняя (десятилетней давности) статья является кратким трехстраничным сообщением. Даже если согласиться с тем, что в указанных работах убедительной математической модели нет, позволяет ли это делать столь обязывающие выводы? Очевидно, что для этого недостаточно оснований. В-четвертых, в диссертации рассматривается стационарный случай, в котором априори не могут быть описаны возникновение закрутки и формирование потока, а утверждение о том, что другие (помимо "модели Баутина") известные модели не объясняют, откуда берется приток энергии, не соответствует истине. Даже в процитированной работе [52] первый раздел называется "Механизм само поддержания и усиления вихрей", в нем достаточно подробно и убедительно обсуждается этот вопрос. Кстати, там со ссылкой на известные монографии, вышедшие в 80-х годах прошлого века, почему-то не вошедшие в библиографию диссертации, указывается, что

влияние силы Кориолиса в атмосферных вихрях учитывалось задолго до С.П.Баутина. Таким образом, приходится констатировать, что соискатель не может обосновать научную новизну даже относительно тех немногочисленных (и во многом устаревших) работ, которые попали в список литературы. Что уж говорить о современных исследованиях, которые в диссертации проигнорированы! По-видимому, отсутствие убедительного обоснования научной новизны и значимости исследования (что невозможно без серьезной библиографической работы, которой соискатель, увы, пренебрегает) вызывает закономерные опасения, которые мешают научному руководителю и соискателю представить диссертацию на суд специалистов в области наук об атмосфере. Ведь последние понимают: слова о том, что в научной литературе нет работ, где адекватно математически описаны торнадо и тропические циклоны, не имеют ничего общего с действительностью.

3. Соответствие паспорту специальности 1.1.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. В паспорте специальности 1.1.2 указано: "Важной особенностью специальности является то, что в работах, выполненных в ее рамках, должны присутствовать оригинальные результаты одновременно из трех областей: математического моделирования, численных методов и комплексов программ". Рассмотрим соответствие диссертации О.В. Опрышко этому условию. 3.1. Математическое моделирование. Судя по автореферату, научную новизну здесь формирует "математический метод моделирования газодинамических параметров потока для придонной части стационарного течения на основе математической модели Баутина по данным натурального эксперимента" и соответствующие результаты содержатся в первой главе диссертации. Оставляя за рамками обсуждения научную ценность этих результатов, отметим, что научная новизна здесь вызывает обоснованные сомнения. Дело в том, что в уже упоминавшейся диссертации научного руководителя И.Ю. Крутовой [39] (нумерация по списку литературы из

диссертации О.В. Опрышко) практически ВСЕ эти результаты были приведены 4,5 годами ранее (см. §5-6, 9). Более того, местами результаты из работы И.Ю. Куртовой являются более общими. Чтобы не быть голословными, приведем анализ содержания главы 1 диссертации О.В.Опрышко (далее - [ОД]). Начала главы 1 [ОД] и §5 [39] очень похожи. Так, совпадают (первыми приводятся номера из диссертации научного руководителя) рис. 5 .1, 5 .2 и рис. 1.1, 1.2; формулы (5.1) и (1.1). Далее, теорема 1 [ОД] является простым и следствием рассуждений, приведенных в [39] на с. 73-74 (в виде утверждения они не оформлены), условия разрешимости (5.6) [39] переходят в условия (1.6) [ОД] в стационарном случае (когда производные по времени зануляются). Теорема 2 из [ОД] является очевидным частным случаем теоремы 2 из [39], т.е. в доказательстве не нуждается. Построение коэффициентов ряда в радиальном случае, которое является едва ли не основным содержанием главы 1 и лежит в основе "нового" математического метода моделирования придонного течения газа", также выполнено в [39]. Чтобы убедиться в этом, достаточно увидеть, что совпадает огромное количество формул: см. (6.2)=(1.16), ... ,(6.6)=(1.22), (6.7)=(1.24), ... , (6.10)=(1.27) и т.д. Для старших коэффициентов формулы в [39] и [ОД] немного различаются, однако различия несущественные (в формулах из [39] имеются производные по времени, которые в рассматриваемом случае равны нулю и могут быть без потери общности опущены, что и сделано в [ОД]). Теоремы 3 из [39] и [ОД] также совпадают. Подраздел 1.6 из [ОД] является сокращенным §9 из [39]. Небольшое дополнение, которое имеется в главе 1 [ОД], по сравнению с [39] - это подразделы 1.7 (его обсудим позже) и 1.8 (выводы), каждый из них занимает менее страницы и не содержит научных результатов. Как мы уже указывали, защита диссертации [39] была безуспешной, однако эта работа стала достоянием гласности и была рассмотрена многими специалистами, поэтому научный приоритет по праву первенства должен быть признан за И.Ю. Куртовой. В конце концов, научные результаты – это

не материальное имущество и, если они опубликованы, их нельзя подарить, завещать и т.п. Есть и еще один нюанс, который не позволяет О.В. Опрышко претендовать на результаты, изложенные в главе 1 [ОД]: в [39] на с. 97 в завершение §6 указано, что "Подробности построения начальных коэффициентов ряда (5.13) представлены в препринте [87]." Из контекста легко понять, что речь здесь идет о рядах, в виде которых строится решение модели Баутина, и в число авторов указанной работы О.В. Опрышко не входит (Казачинский А.О., Крутова И.Ю. Построение течений в придонной части восходящих закрученных потоков как решение одной характеристической задачи Коши. Препринт. Снежинск: издательство СФТИ НИЯУ МИФИ, 2016, 60 с.).

3.2. Численные методы. Судя по названиям разделов, численным методам (алгоритмам) посвящены подразделы 1.7, 2.1 и 2.2. Однако, ознакомившись с ними, мы новых численных методов там не обнаружили. В 1.7 приведен план диссертации (за исключением описания программного комплекса), т.е. в алгоритм попали математическое моделирование и расчеты. Полагаем, излишне говорить о том, что план работы и численный метод - это разные вещи. В 2.1 единственное, что имеет хотя бы какое-то отношение к численным методам - это фраза: "Чтобы найти значения для радиальной и окружной скоростей газа на радиусе стока торнадо использовалась комбинация методов Рунге – Кутты четвертого порядка точности и итерационного метода дихотомии". Вряд ли эти упомянутые методы можно назвать новыми. В 2.2 в качестве этапов 1–5 приводится развернутый план главы 1 (которая, как мы выяснили, не содержит новых результатов) и Этап 6. Реализована визуализация результатов для вычислительных экспериментов газодинамических параметров потока, т.е. новых численных методов нет и здесь.

3.3. Комплекс программ. Последний описан достаточно подробно и убедительно, однако из текста диссертации неясно, в чем здесь научная новизна по сравнению с [39]. Между тем, подобное пояснение, с учетом того, что сказано выше, напрашивается. Приходится констатировать, что

научная новизна из области комплексов программ в [ДО] не подкреплена полноценным обоснованием. Таким образом, налицо очевидное несоответствие диссертационной работы О.В. Опрышко паспорту специальности 1.1.2.

4. Обсудим теперь вычислительные эксперименты, описанию которых посвящена глава 3. Она является весьма обширной, занимает более 50 страниц и содержит 24 таблицы и 116 рисунков. Количество иллюстраций выглядит избыточным, поскольку рисунки практически не обсуждаются и являются довольно однообразными. По результатам расчетов сделаны некоторые выводы. Объемные расчеты и яркие иллюстрации являются выигрышной стороной главы, однако впечатление портят непрофессиональное изложение материала и полное отсутствие верификации модели, включая сравнение результатов с полученными ранее. Поясним высказанное замечание. Источник проблемы, на наш взгляд, заключается в том, что соискатель, по всей вероятности, недостаточно уверенно владеет принципами и методами математического моделирования (Самарский А. А. Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. 2001.). Вследствие этого, в диссертации регулярно происходит подмена объекта исследования математической моделью и наоборот. Между тем, как известно еще со времен Н. Винера, ни одна модель не тождественна объекту. Поэтому невозможно верифицировать модель посредством ее аналитического решения (так можно только верифицировать численный метод и компьютерную программу). Для верификации модели наилучшим инструментом, действительно, являются данные наблюдений, однако для этого необходимо сравнивать результаты расчетов и экспериментов (с вычислением и анализом погрешностей), чего не наблюдается в диссертации, где данные экспериментов (шкала Фудзиты) выступают только в качестве входных параметров. Отметим, что шкала Фудзиты появилась более 50 лет назад, и сейчас большинство специалистов считают ее устаревшей. Важным этапом моделирования является

параметрическая идентификация модели, которая также не обсуждается в диссертации. Впрочем, в качестве последней (с некоторыми оговорками) можно рассматривать этап 0 из 2.1 (т.е. это не новый численный метод исследования модели, а способ ее параметрической идентификации, основанный на давно известных методах половинного деления и Рунге-Кутты), который, впрочем, без установления точности модели (что, как отмечалось выше, не сделано) особой ценностью не обладает (повторим, что верификация расчетов и верификация модели - это совершенно разные вещи).

5. Еще одним базовым принципом математического моделирования является то, что один и тот же объект может корректно моделироваться различными способами, и всякая модель имеет ограничения по применению. Именно поэтому добросовестные исследователи всегда стремятся сравнить свои результаты с результатами других научных групп. Ничего подобного, к сожалению, в диссертации мы не видим. Сравнение результатов подменяется голословным утверждением о том, что сравнивать не с чем. Подобное положение дел входит в противоречие п. 10 Положения о присуждении ученых степеней, в котором указано, что "Предложенные автором диссертации решения должны быть аргументированы оценены по сравнению с другими известными решениями".

6. Второстепенные моменты, которые также являются существенными. 1. Завершенность работы. Судя по диссертации и автореферату, работа О.В. Опышко имеет признаки незавершенности. Во-первых, в ней не исследован вопрос определения того, какую энергию нужно затратить, чтобы разрушить поток, хотя это анонсируется во введении. Во-вторых, в диссертации используется шкала Фудзиты, которая введена в 1971 году и в настоящее время признана устаревшей (это общеизвестно и написано даже в Википедии). В-третьих, диссертацию завершает раздел "Перспективы дальнейшей разработки", где намечена

программа дальнейших исследований нестационарных течений. Хотелось увидеть ее выполнение, поскольку рассмотрение процессов зарождения, функционирования и разрушения торнадо (на необходимость этого соискатель прямо указывает во введении и автореферате) невозможно без изучения нестационарного случая. Наконец, в Акте "Об использовании результатов диссертационной работы Опрышко О.В.", утвержденном заместителем директора ВНИИТФ С.И.Вампиловым, указано, что "методика нахождения приближенных решений системы уравнений газовой динамики для стационарного течения при развитии и адаптации может быть применена при решении задач высокоскоростного обтекания объектов газовым потоком в осесимметричной постановке", т.е. вновь требуется дополнительная работа, чтобы удовлетворить запросы представителей Росатома.

2. Личный вклад. Все программы для ЭВМ были разработаны О.В. Опрышко и И.Ю. Крутовой совместно, при этом 5 из 6 программ для ЭВМ были указаны в списке публикаций по диссертации И.Ю. Крутовой [39]. Также все публикации в изданиях, включенных в Перечень ВАК [78-80], как и препринт [83] (нумерация дана по диссертации О.В. Опрышко), подготовлены в соавторстве и включены в список основных работ по теме диссертации [39]. В подобной ситуации требуется более четкое разделение авторского вклада, чем указание, что "из работ, выполненных в соавторстве, в диссертацию вошли только результаты, полученные ее автором. Научному руководителю И.Ю. Крутовой принадлежит общая постановка исследовательской задачи". С учетом того, что в [39] попали отнюдь не только общие постановки задач, но и вполне конкретные результаты, этот вопрос нуждается в развернутом ответе. Особо хотелось бы понять, какие именно результаты из работы [79] не вошли в диссертацию, поскольку мы таковых не обнаружили (за исключением отвлеченных рассуждений о числе Россби, с которым, по мнению авторов статьи, чл.-к. А.Ю. Варакин неправильно обращается). Подобное положение дел противоречит п. 10 Положения о порядке присвоения ученых

степеней, где сказано, что "диссертация должна быть написана автором самостоятельно ... и свидетельствовать о личном вкладе автора диссертации в науку", а также п. 14, который гласит, что "При использовании в диссертации результатов научных работ, выполненных соискателем ученой степени лично и (или) в соавторстве, соискатель ученой степени обязан отметить в диссертации это обстоятельство." 3. Наконец, у нас имеются замечания по структуре и тексту диссертационной работы, которые на данном этапе обсуждать, на наш взгляд, нецелесообразно, поскольку они являются менее значимыми по сравнению с вышеизложенными.

4. Дерябина Сергея Львовича, доктора физико-математических наук, профессора, профессора кафедры «Естественнонаучных дисциплин» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения». Отзыв положительный. Замечаний нет.

5. Литвиненко Юрия Алексеевича, доктора физико-математических наук, старшего научного сотрудника федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теоретической и прикладной механики имени С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук. Отзыв положительный. Замечаний нет.

6. Вараксина Алексея Юрьевича, доктора физико-математических наук, член-корреспондента РАН, заведующего лабораторией №8 федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенный институт высоких температур Российской академии наук (ОИВТ РАН). Отзыв положительный. Замечание: не указано, что используемая математическая модель никоим образом не учитывает неустойчивой стратификации атмосферы, влияния конденсации водяного пара, и других явлений, играющих существенную роль при образовании атмосферных закрученных течений.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их достижениями в области математического моделирования, численных методов, в исследовании математических моделей и свойств закрученных потоков и вихрей, в применении математического моделирования к решению различных прикладных задач, что подтверждается представленными публикациями.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан новый подход к исследованию восходящих закрученных потоков при их формировании от поверхности Земли на основе модели Баутина с применением методов численного моделирования для стационарного придонного течения газа; **предложена** оригинальная реализация идеи формирования торнадо от поверхности Земли; **предложен** аналитически-численный подход определения приближенного значения кинетической энергии разрушительных классов торнадо при моделировании газодинамических параметров потока; **доказана** перспективность разработанной системы компьютерного и имитационного моделирования в рамках предложенного подхода для определения энергии разрушительных классов торнадо в безопасных условиях.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана однозначная разрешимость модели Баутина в стационарном случае; **применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы** методы математического моделирования с применением системы уравнений газовой динамики при учете действия сил тяжести и Кориолиса, адаптированные методы Рунге – Кутты, дихотомии и Симпсона, которые в совокупности дают возможность определить скоростные характеристики, повторяющие данные природных торнадо и в соответствии с ними найти кинетическую энергию потока; **изложены** основные этапы

численных методов для определения газодинамических параметров потока при учете нескольких коэффициентов степенного ряда для модели Баутина в стационарном случае; **изложена** процедура получения кинетической энергии потока на основе газодинамических параметров восходящих закрученных потоков; **раскрыты** возможности моделирования придонного течения газа, повторяющие данные встречающиеся в природе; **изучены** необходимые и достаточные условия существования решения поставленной задачи в рамках модели Баутина; **проведена модернизация и модификация** методов Рунге – Кутты и итерационного метода дихотомии, что позволило адаптировать численные методы для решения поставленной задачи.

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

разработана система компьютерного и имитационного моделирования для нахождения газодинамических параметров в придонной части потока, повторяющие данные природных торнадо и дальнейшего расчета кинетической энергии потока для разрушительных классов торнадо из таблицы Фудзиты; **определена** применимость полученных результатов по определению кинетической энергии потока, которая дает приблизительную теоретическую оценку для того, чтобы разрушить поток; **проведено** комплексное исследование построения газодинамических параметров придонной области восходящих закрученных потоков для известных классов торнадо на основе аналитических и численных методов с применением вычислительного эксперимента; **создан** комплекс программ для построения приближенных решений стационарного придонного течения при формировании торнадо от поверхности Земли, который позволяет определить газодинамические параметры потока для стационарного придонного течения, повторяющие данные натуральных наблюдений с последующим расчетом кинетической энергии потока для разрушительных классов торнадо; **представлены** результаты вычислительных экспериментов

при численном построении стационарного придонного течения газа; **проведена** верификация полученных результатов методами имитационного моделирования относительно данных природных торнадо.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория построена на основе решения модельных задач газовой динамики в стационарном случае; **идея базируется** на том, что при формировании потока учитывается сила Кориолиса, в которой заложен постоянный приток энергии, что заложено в модели для построения стационарного течения газа придонной части потока; **использованы** классы торнадо, приведенные в таблице Фудзиты, в качестве исходных данных; проведенными вычислительными экспериментами **установлено**, что на разных широтах значения скорости звука газа и окружной скорости газа выходят примерно на одну и ту же величину не зависимо от широты, на которой функционирует поток для соответствующего класса торнадо, радиальная скорость газа в зависимости от широты и от класса торнадо отличается на величину 10 – 24%; **использованы** методы математического моделирования и современные средства вычислительной техники.

Личный вклад соискателя состоит в развитии методов математического моделирования стационарного придонного течения газа на основе модели Баутина в стационарном случае, разработке методов построения стационарного течения газа в придонной части потока на основе натуральных данных, разработке алгоритмов численных методов для определения газодинамических параметров и кинетической энергии потока, повторяющего данные, встречающиеся в природе, написании программ и системы компьютерного и имитационного моделирования, проведении вычислительных экспериментов и верификации вычислительных экспериментов относительно натуральных данных по торнадо, разработке рекомендаций использования результатов, апробации научных результатов,

подготовке публикаций по теме исследования, оформлении текста диссертации и автореферата.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, которая направлена на разработку методов аналитического и численного моделирования газодинамических параметров восходящих закрученных потоков, повторяющих по скоростным характеристикам данные натуральных наблюдений за торнадо с реализацией алгоритмов в виде системы компьютерного и имитационного моделирования для проведения вычислительных экспериментов, обработки информации по результатам вычислительных экспериментов и верификации вычислительных экспериментов относительно данных натуральных наблюдений за торнадо. Диссертационная работа содержит оригинальные результаты одновременно из нескольких областей – математического моделирования, численных методов, комплексов программ; предлагаемые методы могут быть использованы в различных предметных областях.

По своему содержанию диссертация соответствует следующим пунктам паспорта специальности 1.2.2: в части разработки новых математических методов и алгоритмов валидации математических моделей объектов на основе данных натурального эксперимента или на основе анализа математических моделей; в части разработки систем компьютерного и имитационного моделирования, алгоритмов и методов имитационного моделирования на основе анализа математических моделей (технические науки); в части комплексных исследований научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: хорошо бы создать более усовершенствованную модель, которая учитывает больше физических процессов; провести анализ литературы в

полном объеме; провести сравнительный анализ результатов проведенного исследования с аналогичными результатами других исследовательских групп, в том числе с результатами, полученными Яной Хаузер.

Соискатель Опрышко О.В. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию полученных теоретических и прикладных результатов.

На заседании 29 сентября 2023 года диссертационный совет принял решение: за решение актуальной научной задачи по разработке новых методов математического моделирования и алгоритмов численного построения стационарного придонного течения газа с последующим расчетом кинетической энергии потока, повторяющих данные натуральных наблюдений за разрушительными классами торнадо, присудить Опрышко О.В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 5 докторов наук по специальности и отрасли наук рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: «за» – 14, «против» – 0.

Председатель

диссертационного совета

Шестаков Александр Леонидович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Манакова Наталья Александровна

Дата оформления заключения 29 сентября 2023 г.