

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации О.В. Опрышко «ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИДОННЫХ ЧАСТЕЙ ТОРНАДО И ТРОПИЧЕСКОГО ЦИКЛОНА В СТАЦИОНАРНОМ СЛУЧАЕ», представленной в диссертационный совет 24.2.437.05, созданный на базе Южно–

Уральского государственного университета, на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

В диссертационной работе рассматриваются специального вида характеристические задачи Коши¹ для системы уравнений газовой динамики в случае идеального политропного газа с добавлением слагаемых, характеризующих действие на газ сил тяжести и Кориолиса. Автор диссертации опосредованно принадлежит к научному направлению, основанной во второй половине прошлого века академиком РАН А.Ф. Сидоровым, поэтому для исследования рассмотренных краевых задач используются традиционные для данного научного направления методы и подходы. В частности, доказана теорема существования и единственности решений в классе аналитических функций (путем сведения к известной теореме главы научной школы, ученика А.Ф. Сидорова С.П. Баутина²). Кроме того, в работе, в том числе с использованием отрезков построенных характеристических рядов, проведены численные расчеты, результаты которых представлены в графическом и табличном виде.

К достоинствам диссертации можно отнести хорошую структурированность, аккуратное оформление, большое (хотя зачастую чрезмерное) количество иллюстрирующих материалов. Также положительной стороной работы является наличие нескольких публикаций в рецензируемых научных изданиях и зарегистрированных программ для ЭВМ.

Вместе с тем, диссертация имеет принципиальные недостатки, которые не позволяют оценить ее положительно. Разберем их последовательно.

ЗАМЕЧАНИЯ ПО БИБЛИОГРАФИИ И ОБЗОРУ ЛИТЕРАТУРЫ

Библиография содержит 117 наименования и, на первый взгляд, выглядит вполне приемлемо. Однако даже поверхностный анализ показывает, что в действительности это не так. Прежде всего, 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, неаффилированных 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 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.Н. 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. Варакина. 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.

¹ Курант Р. Уравнения с частным производными. М.: Мир, 1964.

² Баутин С.П. Характеристическая задача Коши для квазилинейной аналитической системы. Дифференциальные уравнения. 1976. Т. 12, № 11. С. 2052-2063

Николаевского. Кстати, А.Ю. Варакин в 2017 г. выпустил большую обзорную статью³, 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. Келдыша⁴ 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. Варакина 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 Снежинск. 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. – 233 с. 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.

СООТВЕТСТВИЕ ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ

У нас вызывает большие сомнения, что диссертационную работу можно считать исследованием, которое выполнено по техническим наукам. Несмотря на то, что специальность, по которой автор настоящего отзыва защищал обе свои диссертации – это 01.01.02 – Дифференциальные уравнения, в настоящее время научную школу А.Л. Казакова представляют уже 8 кандидатов технических наук, 7 из которых защитились по специальности Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Кроме того автор, будучи членом двух диссертационных советов и работая по совместительству в двух технических университетах и Институте машиноведения УрО РАН, неоднократно рецензировал диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата технических наук. И всегда диссертационная работа содержала специальный раздел(ы), посвященный решению прикладных задач, связанных с развитием техники. Однако в диссертации О.В. Опрышко подобного раздела нет, 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.

³ Варакин А.Ю. Воздушные торнадоподобные вихри: математическое моделирование // Теплофизика высоких температур, 2017. Т. 55, № 2. С. 291-316.

⁴ Гавриков М.Б., Таюрский А.А. Простая математическая модель торнадо, Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша, 2019, 042.

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 назад⁵.

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

⁵ Klemp J.B., Wilhelmson R.B. The Simulation of ThreeDimensional Convective Storm Dynamics // J. Atmos. Sci. 1978. V. 35. № 6. P. 1070.

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 самоподдержания 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.

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.

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 натурного 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. Крутовой. 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 входит⁶.

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. 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.

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 моделирования⁷. 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

⁶ 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.

⁷ Самарский А. А. Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. 2001.

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).

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 и оценены по сравнению с другими известными решениями"**.

ВТОРОСТЕПЕННЫЕ МОМЕНТЫ, КОТОРЫЕ ТАКЖЕ ЯВЛЯЮТСЯ СУЩЕСТВЕННЫМИ

1. Завершенность работы. Судя по диссертации и автореферату, работа О.В. Опрышко 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. Вараксин 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.

ВЫВОД

Таким образом, приходится констатировать, что в данный момент диссертационная работа «Численное моделирование придонных частей торнадо и тропического циклона в стационарном случае», не удовлетворяет как Паспорту специальности 1.1.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, так и Положению о порядке присуждения ученых степеней. На основании сказанного считаю, что автор диссертации О.В. Опрышко не заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.2.

Главный научный сотрудник.


Отделение 2. Прикладных проблем математической физики и теории поля
ФГБУН Института динамики систем и теории
управления имени В.М. Матросова СО РАН,
доктор физико-математических наук, профессор, профессор РАН
Казakov Александр Леонидович дата: 08.09.2023г.



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт динамики систем
и теории управления имени В.М. Матросова Сибирского отделения Российской академии наук.
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 134, а/я 1233, www.idstu.irk.ru
Телефон: +7 (3952) 45-30-33. E-mail: kazakov@icc.ru



Подпись заверяю
Нач. отдела делопроизводства
и организационного обеспечения
ИДСТУ СО РАН


Г.Б. Кононенко
