

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Гладских Дарьи Сергеевны «Исследование термогидродинамических и биогеохимических процессов во внутреннем водоеме на основе модифицированных моделей турбулентного переноса», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 – Физика атмосферы и гидросферы.

В настоящее время факт взаимного влияния озер и климата является общепризнанным. Такого рода взаимовлияние охватывает различные пространственные и временные масштабы – от локальных до региональных, от суточных до сезонных. В то же время многие механизмы, формирующие взаимодействие атмосферного пограничного слоя с озерной подстилающей поверхностью остаются неизученными. Кроме того озера и водохранилища играют важную роль в жизнедеятельности населения в регионах, где они расположены. Поэтому решение таких задач, как мониторинг качества воды, оценка биопродуктивности водоемов и их рекреационной составляющей представляют интерес в рамках локальных задач экологической проблематики. Диссертационная работа Гладских Дарьи Сергеевны как раз и посвящена решению этих актуальных на сегодняшний день проблем. С этой точки зрения диссертационная работа представляется вполне актуальной.

Во **Введении** автор четко и обоснованно определяет цель и задачи работы, решение которых необходимо для достижения цели, которая заключается в численном исследовании и разработке корректного описания гидрологических, термогидродинамических и биогеохимических процессов водоемов суши путем реализации новых физико-математических моделей и модификации существующих.

Здесь же приведены обоснования научной новизны работы, ее научной и практической значимости, достоверности полученных результатов, перечислены

положения, выносимые на защиту, приведены факты апробации работы, определен личный вклад автора, а также описана структура диссертации.

Оппонент не имеет вопросов к данному разделу диссертационной работы.

В **Главе 1** приводится подробный обзор современного состояния рассматриваемой проблемы исследования термогидродинамики и биогеохимии водоемов суши. Данная часть диссертации видится достаточной для того, чтобы даже у недостаточно информированного читателя сложилось адекватное представление о сути проблемы, решаемой в диссертационной работе.

Необходимо отметить неточность, допущенную соискателем в разделе 1.1, в той части, где говорится, что «Донными потоками тепла и импульса в таких моделях зачастую пренебрегают. Наиболее известными примерами подобных моделей являются FLake (Mironov, 2008)». Насколько мне известно, в модели FLake предусмотрена процедура расчета теплообмена с донными отложениями. Это важно с точки зрения экологических приложений модели.

**Глава 2** посвящена численному исследованию эволюции вертикальной термической структуры замкнутого пресного водоема среднего размера на примере озерной части Горьковского водохранилища с применением одномерной модели LAKE. Данная модель хорошо известна, многократно апробирована на различных водоемах, что делает выбор данной модели вполне обоснованным. Несомненным «плюсом» данной части диссертации следует считать выполненную автором ассимиляцию данных натуральных наблюдений за ветром с целью коррекции данных реанализа.

У оппонента только один вопрос к данной главе: почему для описания атмосферного форсинга автор предпочел реанализ NCEP/NCAR, а не что-нибудь из хорошо зарекомендовавших себя реанализов семейства ERA?

Основной целью **Главы 3** работы является построение модели турбулентного переноса во внутреннем водоеме на базе новых параметризаций турбулентности в устойчиво стратифицированной жидкости, которые допускают существование турбулентности при больших значениях числа Ричардсона. Результаты третьей главы впечатляют. Соискатель продемонстрировал глубокое

знание и понимание сути проблемы. Кроме того необходимо отметить высокую профессиональную подготовку автора, свободно владеющего сложным математическим аппаратом.

Оппонент не имеет вопросов к данному разделу диссертационной работы.

**Глава 4** посвящена исследованию сезонности ледяного покрова крупных озер и водохранилищ Русской равнины и климатических трендов по спутниковым данным. Необходимо отметить авторскую оригинальность в разработке методики, которая была еще и тщательно верифицирована.

У оппонента к данному разделу работы только один вопрос. Не проще ли было добавить к модели LAKE ледовый блок и тем самым считать годовой цикл гидротермодинамических процессов? К тому же в таком случае одновременно решается проблема с постановкой начальных условий?

Тем не менее, автор выполнил задачу, поставленную в четвертой главе – основные параметры изменчивости ледяного покрова рассматриваемых озер и водохранилищ были определены.

И наконец, в **Главе 5** представлена разработанная автором трехмерная модель генерации, переноса и стока биогеохимических примесей в водоемах суши, дополняющая модель термогидродинамики замкнутого водного объекта.

С учетом того, что описанная в главе модель является явно упрощенной, оппонент не рассматривает результаты данной главы как окончательные. Скорее всего, автор определяет направление дальнейших своих исследований. С этой точки зрения оппонент может позволить себе высказать ряд пожеланий автору в его дальнейшей работе.

Так, например, хорошо бы учесть влияние всех имеющихся окислителей в верхнем слое донных отложений, что позволит определять время начала химических реакций, приводящих к образованию метана. Во-вторых, при описании массообмена через границу вода-дно все-таки автору придется каким-то образом параметризовать теплообмен с дном, поскольку в большом количестве случаев именно он является процессом, регулирующим химико-биологические

процессы в придонных слоях. Прошу сказанное выше рассматривать не как критические замечания, а только как пожелания для дальнейшей работы автора.

Таким образом, диссертация Гладских Дарьи Сергеевны является законченным научным исследованием, содержание работы соответствует заявленному названию, задачи, поставленные автором, выполнены, а цель исследования достигнута. Полученные результаты имеют несомненную научную и практическую значимость. Диссертация Гладских Дарьи Сергеевны соответствует требованиям Постановления Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 "О порядке присуждения ученых степеней (с изменениями и дополнениями)", предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Я, Голосов Сергей Дмитриевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета Д002.069.01 при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики РАН», и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент,

старший научный сотрудник Института озераведения Российской академии наук - обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук», кандидат физико-математических наук (специальность 11.00.11 – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов) Голосов Сергей Дмитриевич.

Контактные данные.

Адрес: 196105 Санкт-Петербург, Ул. Севастьянова, д. 9

Телефон: +7 (812) 387-02-76

E-mail: sergey\_golosov@mail.ru

Подпись руки 

Заместитель начальника отдела кадров СПб ФИЦ РАН

Т.Е. Николаева

«12» сентября 2022 г.



Список публикаций официального оппонента Голосова С.Д.

1. MODIFIED PARAMETERIZATION OF THE VERTICAL WATER TEMPERATURE PROFILE IN THE FLAKE MODEL Golosov S., Zverev I., Shipunova E., Terzhevnik A. *Tellus, Series A: Dynamic Meteorology and Oceanography*. 2018. Т. 70. № 1. С. 1441247.
2. ИНФОРМАЦИОННО-МОДЕЛИРУЮЩИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОЦЕНКИ ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ Мотовилов Ю.Г., Голосов С.Д., Даценко Ю.С., Зверев И.С., Пуклаков В.В., Фашевская Т.Б. *Водные ресурсы*. 2020. Т. 47. № 5. С. 567-578.
3. ARCTIC CLIMATE VARIABILITY AND ICE REGIME OF THE LENA RIVER DELTA LAKES Zdrovennov R., Zdrovennova G., Golosov S., Zverev I., Fedorova I.V. В сборнике: E3S Web of Conferences. 4th Vinogradov Conference "Hydrology: from Learning to Worldview" in Memory of Outstanding Russian Hydrologist Yury Vinogradov, VC 2020. 2020. С. 04008.
4. Zdrovennova, G.; Palshin, N.; Golosov, S.; Efremova, T.; Belashev, B.; Bogdanov, S.; Fedorova, I.; Zverev, I.; Zdrovennov, R.; Terzhevnik, A. Dissolved Oxygen in a Shallow Ice-Covered Lake in Winter: Effect of Changes in Light, Thermal and Ice Regimes. *Water* 2021, 13, 2435  
<https://doi.org/10.3390/w13172435>
5. Kondratyev S.A., Golosov S.D., Shmakova M.V., Ershova A.A., Zverev I.S., Ivanova E.V., Korobchenkova K.D. SYSTEM OF MODELS FOR ASSESSMENT AND FORECAST OF HEAT AND MASS-TRANSFER IN THE SYSTEM "CATCHMENT-WATERCOURSE-WATER BODY" В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall., Krasnoyarsk, Russian Federation, 2021. С. 12156.
6. S Golosov et al 2021 *J. Phys.: Conf. Ser.* 2131 032079 doi:10.1088/1742-6596/2131/3/032079
7. Здрoвeннoвa, Г. Э., Гoлoсoв, С. Д., Пaльшин, Н. И., Звeрeв, И. С., Ефрeмoвa, Т. В., Тeржeвник, А. Ю., Здрoвeннoв, Р. Э., Бoгдaнoв, С. Р. и Фeдoрoвa, И. В. (2022) «Зимний термический и ледовый режимы малых озер Карелии на фоне региональной климатической изменчивости», *Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле*, 67(1). doi: 10.21638/spbu07.2022.108.
8. O. Tammeorg, L. Tuvikene, S. Kondratyev, S. Golosov, I. Zverev, O. Zadonskaya, P. Noges Opportunities for combining data of Estonian and Russian monitoring to reflect on water quality in large transboundary Lake Peipsi, *Journal of Great Lakes Research*, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2022.05.009>