

Отзыв на автореферат диссертации
Степаненко Виктора Михайловича
**«Математическое моделирование теплового режима и динамики парниковых
газов в водоёмах суши»**,
представленной на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук
по специальности 25.00.29 - Физика атмосферы и гидросферы

Целью диссертационной работы В.М. Степаненко является актуальная задача о создании математической модели водоёма, которая воспроизводила бы основные термогидродинамические и биогеохимические процессы, определяющие вертикальную структуру и энергомассообмен с атмосферой, и допускающие вычислительно эффективную конфигурацию для параметризации озёр в моделях Земной системы и системах прогноза погоды. Следует отметить, что "несмотря на распространённость использования одномерных (по вертикали) моделей водоёмов в лимнологии и – теперь – в климатологии, вопрос об условиях их применимости к описанию реальных объектов систематически не изучался". Рассматриваемая работа представляет важный шаг в данном направлении и являет собой образец успешного, методичного и последовательного сочетания современных экспериментальных и модельных подходов к анализу комплексных задач, поставленных в настоящем исследовании.

Автореферат, хорошо структурированный и написанный ясным и четким языком, дает полное представление о выполненной работе и ее результатах. Подчеркивается, что одномерные модели водоемов при в целом успешном воспроизведении температуры поверхности и контурном вертикальном распределении температуры, ледового и снежного покровов, не ухватывают основные моды внутренних течений и колебаний. Как следствие, проявляются значительные неточности в воспроизведении вертикальной диффузии через термоклин. Решению этих вопросов, как следует далее, и посвящена часть диссертационного исследования. Значительный интерес представляют результаты сравнения расчетов современных одномерных моделей с данными наблюдений, в том числе и модели LAKE, разработанной диссертантом и демонстрирующей неплохие показатели. Отмечено улучшение воспроизведения температуры поверхности водоема для вертикально-разрешающих моделей. Можно отметить хорошие результаты модели LAKE для озера со стратификацией по солености. Интересны представленные детали об особенностях измерений турбулентности в неоднородных (озерно-лесных ландшафтах) и объяснения высоких значений коэффициента сопротивления. Особо можно отметить третью главу диссертации, в которой рассматривается замыкание горизонтально-осредненных уравнений движения в замкнутых водоемах с упором на параметризацию горизонтального градиента давления, ответственного за собственные колебательные движения в озерах (сейши). Здесь используется многослойное приближение. Как следствие, получено представление для доступной потенциальной энергии. Данное замыкание позволяет воспроизвести сейшевые колебания уже в одномерной модели. Отмечается, что дополнительное время на расчет данной параметризации оказывается незначительным по сравнению с общим временем модельных расчетов. Исследование позволило сделать выводы об ограниченности границ применимости классических одномерных моделей водоема к вычислению летней стратификации при размерах много меньших радиуса деформации Россби. Этот вывод представляется достаточно важным с точки зрения атмосферного моделирования в высоких

широтах. Заключительная часть исследования посвящена актуальному вопросу о моделировании процессов генерации, биохимических преобразований и эмиссии важных газовых составляющих атмосферы – метана и углекислого газа. Создан и успешно апробирован биогеохимический блок для одномерной модели. Развернуто представлены выводы

Имеются несущественные замечания по формулировке положений, выносимых на защиту, напоминая местами математические статьи. Они могли бы быть изложены в другой редакции.

В заключение хотелось бы отметить следующее: Функциональность разработанной модели процессов в водоёме в настоящее время не имеет аналогов в мире. В.М. Степаненко впервые учтены такие важнейшие факторы, как зависимость площади сечения водоёма от глубины; термофизические процессы под дном озера. Впервые представлена совместная модель, рассматривающая как термофизические, так и биогеофизические процессы водоёмов, основанная на "первых принципах" со взаимодействием между этими группами процессов. Учёт сейшей позволяет физически корректно замкнуть систему динамических уравнений. К сожалению, использованное k -epsilon-замыкание не было включено далее в глобальную модель. Собственно, обоснование выбора используемых моделей турбулентности не отражено в автореферате.

Диссертация В.М.Степаненко "Математическое моделирование теплового режима и динамики парниковых газов в водоёмах суши" удовлетворяет требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям «Положением о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», а соискатель заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 25.00.29 – физика атмосферы и гидросферы."

Заместитель директора
ИФА им. А.М. Обухова РАН,
Заведующий лабораторией
геофизической гидродинамики

/Чхетиани О.Г./

18.12.2018 г.

Контактные данные:

Тел.: 8(916): 400-58-06, e-mail: ochkheti@gmail.com

Специальность, по которой автором отзыва защищена диссертация: 01.04.02 – "Теоретическая физика"

Адрес места работы:

Тел.: 8(495): 951-84-80, e-mail: lgg@ifaran.ru

Я, Чхетиани Отто Гурамович, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

18.12.2018 г.

«Подпись сотрудника Чхетиани Отто Гурамовича удостоверяю»:

Ученый секретарь ИФА им. А.М. Обухова РАН
канд. геогр. наук



Л.Д. Краснухтская /Краснокутская Л.Д./