

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации А.Д. Рыбалко «Климатические спектры ветрового волнения в Черном и Азовском морях», представленной на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.17. Океанология для защиты на заседании диссертационного совета МГУ.016.2 Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Работа А.Д. Рыбалко посвящена проблеме исследования волнового климата и его разномасштабной изменчивости. Для всестороннего учёта специфики волнения в океанах и морях требуются длительные (десятки лет) пространственно-временные ансамбли параметров волн. Измерения волн выполняются только на небольшой части акваторий Мирового океана и неприменимы для климатологических обобщений из-за недостаточной продолжительности, пространственной неоднородности и разрозненности. Спутниковые данные, несмотря на глобальный охват, также ограничены по продолжительности и требуют верификации по данным измерений *in situ*, которые для большинства акваторий отсутствуют. Использование исторических (визуальных) данных затруднительно из-за их фрагментарности, неоднородности и малой достоверности. Наконец, ветровое волнение как часть климатической системы не позволяет использовать полномасштабный физический эксперимент.

Современная парадигма изучения ветрового волнения – это использование численного гидродинамического моделирования волновых полей с последующим статистическим обобщением полученных данных. Такой подход, реализован во многих международных публикациях и при подготовке 5 томов фундаментального справочника по волновому климату, изданных Российским морским регистром судоходства (в 2022 г. справочники переведены на английский язык и находятся в свободном доступе). Диссертация А.Д. Рыбалко находится в русле указанной парадигмы и может считаться подмножеством задач, решаемых коллективом кафедры Океанологии МГУ. Среди научных результатов, полученных этим коллективом, вклад А.Д. Рыбалко, просматривается довольно отчетливо, и вызывает положительную оценку. Выполнено интересное, полезное и оригинальное с теоретической и прикладной точки зрения исследование.

Диссертанткой выполнены и проанализированы результаты расчётов спектров волнения в Чёрном и Азовском морях за период почти 40 лет с шагом по времени 3 часа. Использовалась нерегулярная сетка 59690 узлами и пространственным разрешением 10-15 км для открытой части Черного моря, 3–5 км для открытой части Азовского моря и 200–400 м вдоль всего побережья обоих морей. Такой детальный расчёт для указанных акваторий выполнен впервые. Достоверность модельных вычислений подтверждена сопоставлением с контактными измерениями *in situ* (волномерные буи) у м. Малый Утриш и у Геленджика (Голубая Бухта), а также по спутниковыми данными. Получен следующий набор статистик: систематической и средней абсолютной ошибки, среднеквадратического отклонения и коэффициента корреляции. Для рассматриваемых акваторий такое сопоставление результатов модельных расчётов с натурными данными различного генезиса заслуживает положительной оценки.

В работе предложена оригинальная классификация спектров волнения с учетом особенностей частотного диапазона и энергии ветрового волнения в Черном и Азовском

морях. Дана оценка сезонной и межгодовой изменчивости частотных спектров, такое столь детальное исследование – несомненная заслуга диссертантки.

Нет надобности в дальнейшем разборе позитивных черт рассматриваемой работы, их достаточно. Очевидно, что в исследованиях подобного рода не может не быть недостатков. Замечания касаются, формы и стиля изложения, небрежности некоторых формулировок, тавтологии и просто неверных падежных окончаний. Имеются также замечания, связанные с некоторыми формальными требованиями, предъявляемыми к авторефератам. Рецензент считает эти требования казуистическими, однако, их приходится выполнять и, к сожалению, не всегда удачно, что проявляется и в рецензируемой работе.

Не возражая против существа положений выносимых на защиту и оценивая их позитивно, следует отметить, что формулировка положений или не совсем удачна, или слишком многословна (или то и другое).

В первом Положении, достаточно только первого предложения, остальное – расшифровка полученных результатов, которая здесь неуместна. Первое предложение, раз уж это положение, должно звучать не как в реферате, а кратко и лаконично, примерно так: *«Оригинальная методика классификации частотных спектров ветрового волнения Черного и Азовского морей»*. И хватит, – это выносится на защиту!

Второе Положение, вряд ли является таковым, т.к. здесь описываются некоторые результаты, полученные по разработанной методике классификации.

Третье Положение – начало неудачное, его смысл примерно таков: «зимой холоднее, чем летом». Поэтому в реферате: *«в феврале максимальная спектральная плотность пика в Черном море превышает июльские максимумы в 10 раз...»* имеет смысл «холоднее-теплее», только в терминологии спектров волнения. Поэтому уж если хочется сказать о сезонной изменчивости, то надо было переформулировать чтобы это было похоже на положение.

Четвёртое Положение, не вызывает возражения, но лучше его начинать примерно так: *«Заметная межгодовая изменчивость повторяемости классов климатических спектров»*. А потом уже где, что и как; или это перенести в соответствующие разделы работы.

Теперь о предлагаемой методике классификации спектров. Рецензенту (как автору генетической классификации спектров) представляется слишком формальным не учёт специфики спектральной структуры волнения с выделением функционально подобных классов (ветровые волны, зыбь, смешанное волнение) в угоду только набору двух статистик: оценок частоты пика спектра и его величины. Отказ от рассмотрения спектров с несколькими пиками ограничивает универсальность предлагаемой методики. Кроме того, умозаключение диссертантки о невысокой повторяемости спектров с несколькими системами волн (с. 6 реферата) и о том, что они не представляют практического интереса – не убедительно. Наконец, выделение 23 «референтных спектров» представляется излишним дроблением ансамбля возможных климатических спектров. Такой же вывод можно сделать из данных таблицы 2 автореферата. С другой стороны такой подход позволил достаточно подробно исследовать пространственную специфику спектральной структуры волнения, его межгодовую и сезонную изменчивость. Допустимо принять, что указанные достоинства и недостатки компенсируют друг друга, и делают разработанную диссертантом методику классификации приемлемой для дальнейшего использования. Впрочем, представленные в настоящем абзаце соображения, являются не столько замечаниями, сколько мнением рецензента.

Несколько замечаний по принятым определениям, форме и стилю изложения, конструкции предложений и т.п.

С. 4 реферата: «Климатический спектр — вероятность появления тех или иных спектров...» Или всё-таки **спектр** (подчёркнуто мной) имеющий определенную вероятность?

С. 4, заголовок 4 столбца таблицы 2: «Примерный диапазон значения максимума спектральной плотности в классе» (подчёркнуто рецензентом). Без комментариев.

С. 4: «В данной работе... под «высотой волн» подразумевается высота значительных волн, под «спектральной плотностью» — спектральная плотность пика». Ну, с высотой – понятно, а «спектральная плотность пика» это всё-таки – оценка спектра (или энергии) на частоте максимума. Так?

С. 7 реферата: «**вероятностная функция распределения спектров** не подчиняется нормальному закону распределения, следовательно, при осреднении могут быть получены не совсем адекватные результаты». (Выделено рецензентом). Это почему, и что такое вероятностная функция распределения спектров («масло-масляное?!»).

С. 10. «Подбор осуществлялся в результате тестирования множества комбинаций...» Или всё-таки по результатам тестирования?

С. 15. «исследовалась в разделе 4.4 путем исследования...». Синоним можно было бы и подобрать.

Сделанные замечания не отменяют положительное мнение о работе в целом. Содержание реферата, а также публикации автора, свидетельствуют о том, что работа А.Д. Рыбалко **соответствует** требованиям, предъявляемым кандидатским диссертациям и её автор **заслуживает** присуждения учёной степени кандидата географических наук по специальности 1.6.17. Океанология.

Я, Лопатухин Леонид Иосифович, даю свое согласие на обработку моих персональных данных, связанных с защитой диссертации.

Заслуженный деятель науки Российской Федерации,
доктор географических наук, профессор.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Университет ИТМО».

Исследовательский Центр в сфере искусственного интеллекта «Сильный искусственный интеллект в промышленности», ведущий научный сотрудник.

199034, Санкт-Петербург, Биржевая линия, д. 14-16.

Леонид Иосифович Лопатухин

«15» октября 2024 г.

Подпись Л.И. Лопатухина удостоверяю: