

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Белоненко Татьяны Васильевны
«Крупномасштабная изменчивость уровня северо-западной части Тихого океана на
основе спутниковых альтиметрических измерений»,
представленную на соискание ученой степени доктора географических наук по
специальности 25.00.28 - «Океанология»

Диссертационная работа посвящена актуальной в теоретическом и практическом отношении проблеме – исследованию уровня океана с использованием спутниковых альтиметрических измерений для акватории северо-западной части Тихого океана. Несмотря на очевидную значимость проблемы, она недостаточно полно изучена как в отечественной, так и в зарубежной литературе. Научная новизна работы заключается в комплексном подходе к изучению проблемы, при котором рассматривается не только собственно крупномасштабная изменчивость уровня океана, но и связанная с ней изменчивость полей температуры поверхности воды, а также концентрации хлорофилла. При этом показывается связь между различными полями и доказывается, что основным физическим механизмом, формирующим эту изменчивость, являются волны Россби.

Диссертация основана как на спутниковой информации, полученной из различных архивов, так и на данных береговых мареографных станций, являющихся реперными пунктами для спутниковых измерений. Большое внимание в работе уделяется методическим вопросам обработки данных наблюдений, а также методам анализа, среди которых привлекаются как стандартные статистические методы, включая метод вейвлет-анализа временных рядов, так и методы, разработанные непосредственно в рамках проводимых исследований, в частности, метод вейвлет-изоплет, позволяющий оценить временную изменчивость вклада каждой компоненты в общий процесс.

Диссертационное исследование состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников и приложения.

Во введении автор формулирует основные проблемы, затронутые в диссертации, цель и задачи исследования, обосновывает их актуальность, отмечает научную новизну и практическую значимость результатов.

Первая глава работы носит обзорный характер – автор последовательно описывает эмпирические данные, используемые в работе, а также существующие подходы к методам исследования, анализирует их достоинства и недостатки. В главе также рассматриваются вопросы классификации пространственно-временной изменчивости уровня и течений. Затем автор на различных примерах рассматривает применение одного из методов – вейвлет-анализ, являющийся обобщением спектрального анализа, позволяющий исследовать информацию об эволюции относительного вклада компонент разного масштаба во времени, показывает его преимущества для изучения структуры неоднородных и нестационарных океанологических процессов.

Вторая глава посвящена исследованию физических механизмов низкочастотной изменчивости уровня северо-западной части Тихого океана. Эта изменчивость интерпретируется автором как распространение градиентно-вихревых волн в океане. В работе рассмотрены основные виды градиентно-вихревых волн и анализируются исторические экспериментальные наблюдения этих волн в различных районах Мирового океана. Дисперсионные соотношения даны для основных видов градиентно-вихревых волн; для свободных баротропных волн Россби дисперсионные соотношения модифицированы с учетом доплеровского взаимодействия волн с течениями. Показано, что при развитии топографических волн на течении происходит не только доплеровское изменение частоты и фазовой скорости, но и существенная трансформация параметров волн за счет взаимодействия топографических волн с течением. Для района Курильской гряды здесь рассматривается такое взаимодействие шельфовых волн со средним течением Ойясио, природа которого, с одной стороны, обусловлена общей глобальной циркуляцией вод северо-западной части Тихого океана, а с

другой — стоком охотоморских вод из проливов Фриза и Буссоль. На основе эмпирических наблюдений здесь рассматриваются характеристики волн Россби в акватории, а также характеристики низкочастотных топографических волн, распространяющихся вдоль Курильского шельфа. Далее автор переходит к теоретическим вопросам и рассматривает кинематику стояче-поступательных волн в море и океане, для которых на основе альтиметрических данных получены параметры этих волн для северо-западной части Тихого океана. В следующих двух параграфах в диссертационном исследовании рассматриваются спутниковые данные — концентрация хлорофилла и температура поверхности воды и предлагается модель адвекции пассивной примеси волновыми течениями. На основе этой модели автор показал, что крупномасштабная изменчивость полей температуры поверхности воды и концентрации хлорофилла происходит с теми же параметрами, что и в поле уровня океана. Этот факт позволяет отождествлять оценки низкочастотных волновых возмущений в поле температуры поверхности воды или концентрации хлорофилла с оценкой соответствующих волновых возмущений в поле скорости течения или возвышения уровня. В этой же главе рассмотрена проблема соотношения линейных и нелинейных факторов, формирующих рассматриваемую низкочастотную изменчивость, и для оценки кинематических характеристик вихревых и волновых движений с целью интерпретации экспериментальных данных приводятся две модели вертикального смещения уровня в вихрях и волнах, для которых исследуется трансформация температурного поля при прохождении через него волны или вихря.

В третьей главе дано представительное пространственное описание нестационарности и статистической неоднородности альтиметрической информации с различными масштабами осреднения: исследуются тренды, статистические характеристики пространственно-временной изменчивости уровня океана, дивергенция полных потоков, а также дается описание синоптической изменчивости уровня океана. В одном из параграфов

приводится исследование вклада стерической составляющей с обзором существующих методических подходов к оценке стерических колебаний уровня. Традиционно отдельно исследуются годовые и полугодовые колебания уровня океана в регионе.

В четвертой главе рассмотрены геострофические течения, рассчитанные по альтиметрическим данным, и анализируется изменчивость полей при различных масштабах временного осреднения.

В заключении кратко обобщены основные результаты работы.

В целом, работа производит весьма хорошее впечатление, несмотря на присущий области географических наук объективный недостаток математической сложности. Автором проведено серьезное исследование проблемы, рассмотрен широкий спектр разработанных подходов и аккуратно проанализированы их недостатки. Автор грамотно подошел к построению новых моделей, четко указал их ограничения, с их использованием разработал и успешно реализовал соответствующие алгоритмы.

Новизна полученных результатов и их научная ценность заключается в том, что впервые получены модели, связывающие процессы низкочастотной изменчивости уровня океана с соответствующей изменчивостью температурных полей и полей концентрации хлорофилла. Физическим механизмом, осуществляющим эту связь, являются волновые течения градиентно-вихревых волн. Этот результат позволяет объяснить феномен, почему волны Россби обнаруживаются не только по альтиметрическим наблюдениям, но также и по спутниковым наблюдениям за температурой поверхности и наблюдениям за цветом океана – данными о концентрации хлорофилла.

В работе проанализирован огромный эмпирический материал, на основе которого впервые для акватории северо-западной части Тихого океана даны параметры распространяющихся на запад волн Россби, а также низкочастотных топографических волн, распространяющихся вдоль Курильской гряды.

Принципиально новым также является подход к волнам Россби не как поступательным волнам, а как стояче-поступательным, для которых автором предложена соответствующая модель и для акватории северо-западной части Тихого океана получены эмпирические характеристики.

Построенные в работе модели основываются на корректном применении математического аппарата. Все утверждения подтверждены ссылками на источники. Достоверность результатов обеспечивается апробированной методологией и применением современных методов анализа эмпирической информации и гидродинамических моделей, описывающих рассматриваемые процессы.

Из недостатков работы можно отметить следующие.

1. Существенным недостатком работы является неравномерность распределения материала по главам. Основные и наиболее интересные результаты автора представлены во второй главе, в то время как третья и четвертая главы посвящены преимущественно физико-географическому описанию крупномасштабной изменчивости уровня океана.
2. Обзор в первой главе различного типа альтиметрических данных кажется излишним. Можно было ограничиться ссылками на литературу.
3. В моделях, устанавливающих связь низкочастотной изменчивости уровня океана и температуры поверхности или хлорофилла, не учитывается турбулентная диффузия и турбулентная теплопроводность.
4. Заключение работы следовало бы сформулировать более четко, сократив объем, перечислив лишь основные результаты.

Тем не менее, указанные недостатки не снижают ценности полученных результатов.

Заключение

Диссертационная работа Т.В.Белоненко выполнена на высоком научном уровне. Результатом работы является решение важной задачи актуального направления в океанологии. Приведенные результаты можно классифицировать как новые, обоснованные и имеющие большое практическое и научное значение.

Диссертация написана доходчиво, грамотно и аккуратно оформлена. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Основные положения диссертации опубликованы в открытой печати.

Работа отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор Белоненко Татьяна Васильевна заслуживает присуждения ей ученой степени доктора географических наук по специальности 25.00.28. -- «океанология».

Доктор физико-математических наук, профессор,
заведующий кафедрой термогидромеханики океана МФТИ

141700, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский пер., 9
(495)-938-17-95,.

zhmur-vladimir@mail.ru

В. В. Жмур



ЗАВЕРЯЮ
УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
МФТИ
Ю. И. Скалько