

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.

Расширение наших представлений о характере и взаимодействии разномасштабных динамических составляющих состояния водной среды и их роль в эволюции климата, позволяет более полно и обоснованно судить о механизмах развития климатических систем различного уровня, а также в определенной мере регулировать это развитие.

Уровень океана, являясь интегральной характеристикой, несущей в себе информацию о термодинамическом состоянии океана, может рассматриваться и как индикатор синоптических, сезонных и климатических изменений на Земле. Особую актуальность приобретает проблема возможных колебаний уровня океана в связи с дискуссией о повышении уровня Мирового океана и механизмах антропогенных изменений. Вот почему изучение колебаний уровня океана и вклада в них различных факторов является одним из приоритетных направлений исследования Мирового океана. Исследование природы колебаний уровня поверхности необходимо для понимания причин наблюдаемых изменений в системе бассейна Тихого океана.

При этом развитие современной океанологии невозможно без применения спутниковых методов получения информации об океане, что обусловлено их неоспоримыми преимуществами, к главным из которых относятся: пространственная репрезентативность, обеспечивающая проведение региональных и глобальных исследований; оперативность

получения информации, возможность организации оперативного комплексного мониторинга в любой точке Мирового океана, низкая стоимость спутникового мониторинга по сравнению контактными методами исследования океана и т.д.. При этом объёмы информации, получаемой с искусственных спутников Земли, колоссальны, поэтому возникает проблема выбора методов ее обработки и анализа.

Работа Т.В. Белоненко посвящена решению проблемы формирования компонентов крупномасштабной изменчивости уровня северо-западной части Тихого океана., и как следствие, оценке климатических изменений, связанных с этим. Все это связано с возрастающим интересом, вызванным в первую очередь, происходящими изменениями в климатической системе Северного полушария, которые наиболее остро отражены в северных регионах.

Все это подчеркивает актуальность и своевременность проведения подобных исследований.

Целью работы является разработка теоретических основ и методов оценки физических механизмов низкочастотной волновой изменчивости уровня СЗТО на основе спутниковой альтиметрической информации.

Для достижения цели исследования были поставлены следующие задачи:

- Выявление физико-географических закономерностей низкочастотной изменчивости уровня и течений СЗТО.
- Обобщение полученных результатов в виде «Атласа изменчивости уровня северо-западной части Тихого океана».
- Исследование эволюции вклада компонент разного масштаба изменчивости уровня в отдельных пунктах СЗТО.
- Исследование полей дивергенции полных потоков в СЗТО на основе спутниковых альтиметрических измерений для различных масштабов осреднения.
- Выявление межгодовой и сезонной изменчивости геострофических течений в СЗТО.

- Оценка параметров градиентно-вихревых волн типа волн Россби в СЗТО и выявление закономерностей их изменчивости.

- Исследование кинематики стояче-поступательных волн в море и океане.

- Создание модели переноса и трансформации океанографических и биотических характеристик градиентно-вихревыми волнами в океане.

- Выявление нелинейных механизмов переноса температурных свойств и пассивной примеси в СЗТО.

Однако список задач решенных в исследовании значительно шире. Здесь, прежде всего следует добавить, решение методических вопросов: в работе на примере СЗТО разрабатываются и обобщаются основные методы обработки и интерпретации спутниковой альтиметрической информации, которые позволят на качественно новом уровне ставить и решать фундаментальные и прикладные задачи исследования океана.

Для решения поставленных в работе задач:

– собран и обработан репрезентативный массив океанографической спутниковой информации, в котором основой выполненного исследования послужил архив альтиметрической информации AVISO (спутники GEOSAT, ERS-1, TOPEX/Poseidon, ERS-2, GFO-1, Jason-1, Envisat, OSTM/Jason-2);

– выполнена статистическая обработка данных натурных наблюдений при различных масштабах осреднения; используемые материалы обобщены и генерализованы в виде «Атласа изменчивости уровня Северо-западной части Тихого океана»;

– получены оценки эмпирических характеристики волн Россби и шельфовых волн в СЗТО; проведено исследование кинематики этих волн;

– предложен адвективный механизм проявления волн Россби в полях пассивной примеси;

– проведен анализ изменчивости уровня с оценкой сравнительного вклада компонент разного масштаба на основе методов, связанных с вейвлет-преобразованием.

В результате проведенных комплексных исследований, полученных принципиально новых научных результатов и реализованных методических подходов, автором сформулированы пять основных положений, выносимых на защиту:

- Физико-географические закономерности низкочастотной изменчивости уровня и течений СЗТО;

- Гидродинамические и феноменологические модели низкочастотной изменчивости уровня океана;

- Оценка параметров градиентно-вихревых волн и выявление закономерностей их изменчивости в СЗТО;

- Модель стояче-поступательных градиентно-вихревых волн и оценка их параметров для СЗТО;

- Модель переноса и трансформации океанографических и биотических характеристик градиентно-вихревыми волнами в океане и нелинейные механизмы переноса температурных свойств и пассивной примеси в СЗТО.

В результате проведенных исследований автором получены принципиально новые результаты касающиеся изменчивости климатической системы северо-западной части Тихого океана:

- Выявлены новые физико-географические закономерности низкочастотной изменчивости морского уровня и течений в СЗТО, описывающие оценки пределов изменчивости статистических характеристик, их пространственное распределение и особенности их межгодовой и сезонной изменчивости.

- На основе вейвлет-анализа установлена эволюция разномасштабной изменчивости морского уровня с оценкой обмена энергией между процессами различных масштабов.

- Выявлена изменчивость фронтальных зон и струйных потоков в СЗТО на основе полей дивергенции полных потоков, рассчитанных по скорости изменения уровня.

- Установлено, что для СЗТО геострофические течения, рассчитанные по аномалиям уровня, характеризуют квазистационарные вихри. Выявлены особенности их межгодовой и сезонной изменчивости.
- Показано, что синоптическая изменчивость поля скоростей течений на акватории "Мегаполигона" (38-42° с.ш., 151-157° в.д.) обусловлена не только синоптическими вихрями, но и низкочастотными волновыми возмущениями.
- На основе спутниковой альтиметрической информации в СЗТО получены эмпирические оценки параметров волн Россби: средние длины волн находятся в промежутке от 134 до 879 км, периоды изменяются от 95 до 259 сут., а фазовая скорость уменьшается к северу от 7.4 см/с (на 30° с.ш.) до 1.3 см/с (на 55° с.ш.), что соответствует теоретическим оценкам по дисперсионным соотношениям.
- Показано, что вопреки сложившимся феноменологическим представлениям о низкочастотной волновой динамике как системе поступательных волн, градиентно-вихревые волны в Мировом океане являются преимущественно стояче-поступательными волнами. Исследование их кинематических особенностей на основе спутниковых альтиметрических измерений подтверждает сложную ячеистую структуру и шахматную упаковку вихревых образований в поле возвышений уровня и течений, соответствующую теоретическим представлениям о динамике волн Россби в замкнутых бассейнах.
- Выявлены нелинейные механизмы переноса температурных свойств и пассивной примеси в СЗТО, определяемые адвекцией меридиональными составляющими волн Россби.
- Разработана модель переноса и трансформации океанографических и биотических характеристик градиентно-вихревыми волнами в океане, которая позволяет объяснить проявления волн Россби в полях концентрации хлорофилла и температуры поверхности океана, фиксируемые на зональных изоплотах.

Диссертация состоит из введения, 4-х глав, заключения, приложения и списка использованных источников из 434 наименований. Содержание работы изложено на 330 страницах, включая 85 иллюстрации, 16 таблиц.

Во введение обоснована актуальность проблемы, сформулированы цели и задачи исследования, отмечены научная новизна и практическая значимость работы, сформулированы положения, выносимые на защиту.

В содержательной части работы последовательно отражены этапы исследования поставленной проблемы. Представлен метод спутниковой альтиметрии, дано описание баз данных используемых в работе. Рассматриваются методы пространственно-временного анализа изменчивости уровня и течений, обсуждаются их достоинства и недостатки. Исследуются физические механизмы низкочастотной изменчивости уровня СЗТО. При этом низкочастотная изменчивость колебаний уровня океана интерпретируется как распространение градиентно-вихревых волн в океане. На основе спутниковой альтиметрической информации рассматриваются результаты выделения волн Россби в СЗТО и топографических волн, распространяющихся вдоль Курильского шельфа. По альтиметрическим измерениям уровня океана получены оценки эмпирических характеристик (длина, период и фазовая скорость) распространяющихся на запад волн Россби в СЗТО, рассмотрены примеры зональных изоплет аномалий уровня с выделенными гребнями распространяющихся волн. Исследуется адвекция хлорофилла волнами Россби. Оценивается связь низкочастотной изменчивости адвекции тепла и уровня в СЗТО. Отмечается, что в низкочастотном диапазоне изменчивости температурных полей перенос тепла в океане при помощи волн Россби является доминирующим механизмом, а соответствующие слагаемые дают основной вклад в уравнении распространения тепла в океане, проинтегрированного для верхнего квазиоднородного слоя. Показано, что низкочастотная изменчивость уровня океана и температуры существенно нестационарна во времени. Дается пространственное описание нестационарности и

статистической неоднородности абсолютной и относительной динамической топографии поверхности океана с различными масштабами осреднения. Приводится описание трендов уровня моря в реперных мареографных пунктах СЗТО, а также рассматриваются обобщенные тренды для северной части Тихого океана. Анализируется изменчивость полей дивергенции полных потоков, рассчитанных по скорости изменения уровня. Рассмотрена синоптическая изменчивость уровня и течений в СЗТО по данным спутниковых измерений. Представлены механизм и интерпретация годовых и полугодовых колебаний уровня океана, которые вносят существенный вклад в сезонную изменчивость уровня СЗТО. Анализируются оценки геострофических течений, рассчитанных по абсолютной и относительной динамической топографии океана при различных масштабах осреднения исходных данных.

В заключение приведены основные результаты, полностью отражающие поставленные задачи и доказывающие справедливость положений выносимых на защиту.

Структура работы соответствует цели и задачам исследования.

Выводы работы базируются на разносторонних высокоточных наблюдениях, собранных, систематизированных и обобщенных автором, глубокой проработке деталей по плану исследования, многоаспектном анализе пространственно-временных особенностей крупномасштабной изменчивости уровня северо-западной части Тихого океана, использовании широкого спектра методов и средств анализа.

Все выводы и положения обоснованы, а ряд результатов уже используется в учебных программах, научных и прикладных исследованиях.

Автор убедительно обосновал новизну исследования, показал его практическую значимость. Личный вклад автора очевиден. Диссертация прошла достаточную апробацию на научных семинарах, конференциях различного уровня, в том числе и за рубежом.

По теме диссертации опубликовано 58 работ, значительная часть из которых в реферируемых изданиях, включая 6 монографий. То есть по своей сути автор уже давно, перешагнув уровень ученой степени доктора наук.

Результаты исследования крупномасштабной изменчивости уровня северо-западной части Тихого океана, особенно вопросы, касающиеся пространственно-временной изменчивости и ее нестационарности, оценки градиентно-вихревых волн, потоков и течений, а также их связь с особенностями атмосферных и гидросферных процессов, могут быть использованы:

- для анализа разномасштабных изменений в климатической системе Северного полушария;
- при реализации ряда моделей относительно эволюции экосистемы северо-западной части Тихого океана и его морей;
- для анализа процессов и явлений, характерных для северных регионов;
- мониторинга биопродуктивности вод исследуемого бассейна.

Результаты также могут найти применение в различных научных и практических задачах, где в качестве одного из компонентов присутствуют изучаемые параметры.

Кроме того, они могут быть использованы в процессе подготовки специалистов океанологов, геоэкологов, на кафедрах данного профиля.

Полученные в работе результаты могут быть рекомендованы к использованию в научных институтах АН РФ, федеральных агентствах по Гидрометеорологии и охране природной среды, рыбного хозяйства и других ведомств, подразделениях МЧС России, ВМФ и т.д.

Однако, не умаляя несомненных достоинств рецензируемой работы уместно сделать некоторые замечания:

1. В работе не приводятся оценки соответствия результатов анализа проведенного по различным временным реализациям и связям между ними (результаты получены по выборкам различного объема, в разные периоды

- времени и т.д.). В, частности не приводятся оценки соответствия результатов по инструментальным и спутниковым данным.
2. Сформированные в работе цели не полностью соответствуют ее названию (стр.5).
 3. Основные положения, выносимые на защиту, выглядят как основные результаты.
 4. Вейвлет-анализ для станций (§1.2) и отдельных пунктов (§1.3) не совмещен по времени и выборки различаются по объему, что ведет к различным ошибкам (стр.26-39).
 5. Не понятно, если модель не учитывает эффекты турбулентной диффузии и другие немаловажные эффекты (§2.4), то, как она может адекватно отражать адвекцию хлорофилла волнами Росби. Кроме того, непонятно, как оценивалась адекватность.
 6. Коэффициент детерминации (§3.1) показывает какую долю изменчивости процесса определяется трендом (табл.3.1). Соответственно тренд более менее значим только для 350 поста. Для остальных постов тренд статистически незначим. Кроме того, непонятно, для чего в табл. 3.1. приводятся рассчитанные коэффициенты Стьюдента, ведь для учета значимости их надо сравнивать с табличными значениями выбранными для определенного уровня значимости.
 7. (§3.2). Не приводятся тренды, рассчитанные по альтиметрическим данным и не даются оценки их значимости.
 8. (§3.3). Для более обоснованного дисперсионного анали следовало бы рассмотреть различия (сходство) оценок (критерии Фишера, Бартлетта и т.д.).
 9. (Стр. 183-186). Рис. 3.6.2. Как рассчитывалась корреляционная матрица? Только по одной съемке уровня за 26 мая 2002 г.
 10. Из работы не видно за какой период рассчитаны карты: рис.4.1.1, рис. 4.3.1-4.3.5.

11. Заключение, как-то размазано: нет конкретного перечисления основных результатов.

Кроме того, отмечается ряд редакционных погрешностей и не обязательных, чисто декларативных абзацев.

Например: Название разделов, какие-то математические, а не географические (§3.1-3.4); первые три пункта «научной новизны» слишком общие; §1.4 – является пересказом основных положений вейвлет-анализа (можно было ограничиться ссылкой); рис. 3.4.1 можно было назвать просто: распределение средних значений; название главы 4 нужно было как-то связать с целью работы (с уровнем), и т.д.

Однако, не смотря на приведенные замечания, которые можно сформулировать относительно любой работы, рассмотренная диссертационная работа является оригинальной и законченной научно-исследовательской работой решающей глобальную научно практическую проблему, связанную с анализом изменчивости климатической системы северо-западной части Тихого океана. Работа написана ясным понятным языком, все выводы и положения логически обоснованы и отвечают поставленной цели. Представленная работа отвечает требованиям, предъявляемым к подобным работам, а ее автор, Белоненко Татьяна Васильевна, несомненно, заслуживает присвоения ей ученой степени доктора географических наук по специальности 25.00.28. -- «океанология».

Результаты проведенных исследований можно квалифицировать как решение крупной научно практической проблемы океанологии.

Текст автореферата позволяет получить цельное представление о содержании и результатах проделанной работы. Опубликованные работы отражают основные этапы проведенных исследований.

Зав. лабораторией ТОИ ДВО РАН

д.г.н., проф.

В. В. Плотников



ответственную подпись *Белоненко В.В.*
УДОСТОВЕРЯЮ
Зав. общим отделом ТОИ ДВО РАН
"05" 09 2014г.