

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Бородина Евгения Владимировича
на тему: «*Структура и динамика промежуточных водных масс антарктического
происхождения в южной части Тихого океана*» на соискание ученой степени кандидата
географических наук по специальности 25.00.28 «*Океанология*»

Акватория южной части Тихого океана является наиболее продуктивным океаническим районом тихоокеанского бассейна и наибольшим по площади промысловым районом Мирового океана. Основным промысловым видом данного района является ставрида *Trachurus murphyi* Nicols, 1920. За период 1978–1991 гг. было выловлено 13 млн. т рыбы, в том числе 10,8 млн. т ставриды. На всем протяжении от Южной Америки до Новой Зеландии встречались особи рыб на всех стадиях жизненного цикла. Хорошая промысловая обстановка, наблюдавшаяся в период промысла с 1978 по 1991 гг., была обусловлена наличием стабильной кормовой базы для рыбы, основу которой составляет планктон. Ее формирование можно объяснить близостью Антарктики, где наблюдается повышенная концентрация биогенных элементов. Отсутствие преград между водными массами позволяет антарктической воде беспрепятственно проникать в субтропические воды и увеличивать биологическую продуктивность, поддерживая кормовую базу обитающей в южной части Тихого океана ставриды. Получение научно-обоснованных представлений о проникновении антарктической воды в южную часть Тихого океана позволяет прогнозировать изменение биологической продуктивности вод данного района. В связи с этим актуальность диссертационной работы Е.В. Бородина не вызывает сомнений.

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения и библиографического списка использованной литературы. Текст изложен на 120 страницах, содержит 8 таблиц, 44 рисунка. Список литературы содержит 122 наименования, из которых 44 на иностранных языках.

Естественно, что центральным моментом любой диссертации является ее научная новизна и степень достоверности полученных результатов. Поэтому рассмотрим по порядку выносимые на защиту положения, и как они реализуются в диссертационной работе.

Положение 1. *Классификация вертикальных разрезов по термохалинным данным, полученным с помощью проекта Argo, свидетельствует о том, что глубины верхней и нижней границ промежуточной водной массы антарктического происхождения изменяются одновременно на всей акватории южной части Тихого океана и при этом независимо друг от друга.*

Прежде всего, отмечу ошибку в данной формулировке положения. Автором была осуществлена классификация водных масс на трех меридиональных разрезах в ЮВТО, а не классификация непонятно каких вертикальных разрезов. Классификация полей температуры и солености на этих разрезах (88,5, 130,5 и 170,5° з.д. соответственно) выполнена с помощью

кластерного анализа иерархическим методом Уорда с использованием евклидовой метрики. В результате были найдены среднегодовые глубины границ промежуточной водной массы антарктического происхождения за период с 2004 по 2013 гг. Автором с использованием непараметрической корреляции Спирмена установлено, что глубины как верхней, так и нижней границы промежуточной водной массы антарктического происхождения изменяются почти синхронно ($\rho=0.94-0.99$) на всей акватории ЮТО, причем независимо друг от друга.

Это результат, безусловно, является новым и достоверным. Однако он вытекает из анализа ранговой корреляции, а не из результатов кластерного анализа, как написано автором в положении, выносимом на защиту. К другим недостаткам относятся:

- Стр. 67. Четко выделяемые три класса (Рисунок 3.3), являются ничем иным как структурными зонами (поверхностной, промежуточной и глубинной, соответственно), выделенными Степановым (1983). Исходя из классических представлений, приведенных выше, было принято решение считать оптимальным разбиение водных масс на 4 класса. Здесь явное несоответствие. Выше в тексте речь идет о трех классах (водных массах), а в качестве вывода принято разбиение на 4 класса.
 - Стр. 68. Определенные сомнения вызывает корректность выделения водных масс на восточном разрезе по $88,5^\circ$ з.д. (рисунок 3.4) в связи с отсутствием выделения на разрезе промежуточной водной массы восточной части южной половины Тихого океана.
 - Стр. 69. Сравнение выборочных средних, проводившееся для проверки идентичности водных масс на разных разрезах показало следующие результаты (Таблица 3.2). В тексте не указывается, о какой характеристике идет речь. И только из самой табл. 3.2 становится ясно, что это соленость. Но почему соленость? И почему не температура воды? Этот вопрос требовал обсуждения.
 - Стр. 72. В результате анализа пространственной изменчивости положения границ водных масс было выявлено, что на разрезе $88,5^\circ$ з.д. отмечается синхронное изменение всех границ водных масс, и, следовательно, их объемы изменяются пропорционально друг другу.
- А где этот анализ? В предыдущем тексте диссертации об этом ни слова.
- Стр. 92. Автор утверждает, что вследствие синхронной изменчивости границ АПрВ на акватории ЮТО должна происходить синхронно «изменчивость толщины слоя АПрВ на данных разрезах, а это говорит о синхронном изменении объема АПрВ на акватории ЮТО. В действительности данное утверждение было бы справедливо, если между верхней и нижней границами этой водной массы отмечалась бы высокая корреляция. Но корреляция отсутствует, стало быть, вывод о синхронном изменении объема АПрВ не подтверждается.

Положение 2. Закономерности пространственно-временной изменчивости термохалинных

характеристик слоя АПрВ в ЮТО говорят о том, что соленость на верхней границе АПрВ в ЮТО является индикатором обновления данной водной массы.

Автором **впервые** рассматривается межгодовая изменчивость термохалинных характеристик в ядре и на границах промежуточной водной массы антарктического происхождения на трех меридиональных разрезах за десятилетний период (2004-2013 гг.), выделенных при помощи кластерного анализа. При этом убедительно показано наличие в ядрах АПрВ разнонаправленных значимых линейных трендов для температуры и солености в восточной части ЮТО (разрез 88.5° з.д.) и односторонних трендов на двух других разрезах. Но если на центральном разрезе (130.5° з.д.) тренды показывают уменьшение температуры и солености, то на западном разрезе (170° з.д.), наоборот, рост этих характеристик. Однако чем объясняется такой характер изменений термохалинных характеристик, пока что неизвестно.

- Стр. 96. При анализе межгодовой изменчивости температуры и солености в ядрах АПрВ автором получен интересный с научной точки зрения результат о том, что она на центральном и западном разрезах для температуры в 10 раз, а для солености в 5 раз выше по сравнению с восточным разрезом.

- Стр. 99. Автор пишет: *В данном случае межгодовая изменчивость температуры на верхней границе определяется глубиной залегания верхней границы АПрВ, на всех меридиональных разрезах. Это подтверждается тем, что глубина верхней границы АПрВ изменяется так же синхронно, а также тем что значение ρ между рядами глубины верхней границы и рядами температуры, изменяется в пределах 0,92-0,98. Итак, межгодовая изменчивость температуры верхней границы АПрВ прямо пропорциональна ее глубине залегания.*

Не очень понятна прямая пропорциональная зависимость между этими характеристиками. Ведь с увеличением верхней границы АПрВ, отсчитываемой от поверхности океана, температура воды должна понижаться, т.е. связь должна быть обратно пропорциональной.

- Стр. 99. Анализируя в определенной степени противофазный характер изменения солености на верхней границе АПрВ между восточным и западным разрезами, автор делает вывод, что «соленость является индикатором интенсивности проникновения антарктических поверхностных вод в данной части района ЮТО». Однако это не более, чем предположение, ибо помимо общих рассуждений, каких-либо доказательств больше не представлено. Судя по всему, именно интенсивность проникновения антарктических поверхностных вод автор принимает за индикатор обновления данной водной массы.

Положение 3. *Перенос антарктической воды в субтропическую часть юга Тихого океана циклоническими вихрями САФ статистически зависит от первой главной компоненты поля атмосферного давления на уровне моря.*

Данное положение представляется довольно спорным. Чтобы его доказать, автор подверг кластерному анализу поле абсолютной динамической топографии и для каждого из четырех выделенных квазиоднородных районов провел анализ временной изменчивости количества и параметров вихрей. Полученные результаты об особенностях временной изменчивости вихрей для этих районов являются, несомненно, новыми и представляют научный интерес. Далее автором была предпринята попытка определения причин, влияющих на изменчивость параметров вихрей. При этом в качестве единственного влияющего фактора выбрана изменчивость поля атмосферного давления. Затем для первого района, расположенного преимущественно в зоне $45-55^{\circ}$ ю.ш., приводится сопоставление первой главного компонента поля атмосферного давления и характеристик вихрей со сдвигом последних в 8 месяцев (рис. 3.15). В результате автором делается вывод: *в первом приближении можно сказать, что повышение давления в субтропике и его падение в субантарктике через 8-10 месяца приводит к увеличению интенсивности антициклонических вихрей. Это означает, что при усилении антициклонического режима акватории будет происходить естественное усиление циклонического режима (поскольку потоки должны быть скомпенсированы) и как следствие усиление водообмена между поверхностными и глубинными слоями.*

Однако данное утверждение – это не более чем предположение, которое вызывает определенные сомнения. Автором вообще в тексте не упоминается, что из себя представляет первая ГК давления. Можно лишь предположить, что речь идет о результатах разложения поля атмосферного давления, представленного в 1 главе. Но это поле атмосферного давления было задано в пределах $15-65^{\circ}$ ю.ш., а его 1 ГК описывает 30 % дисперсии. Но если это поле не влияет на изменчивость вихрей всей рассматриваемой автором акватории ЮТО ($20-65^{\circ}$ ю.ш.), то почему оно должно влиять на район, расположенный в зоне $45-55^{\circ}$ ю.ш.? Почему связь между вихрями и 1 ГК проявляется только через 8 месяцев? И таких вопросов можно задать много. На мой взгляд, выносить на защиту данное положение в таком виде не стоило.

Подводя итоги, отмечу неточность в формулировании первого положения, не полную доказанность второго положения и сомнительный характер третьего положения. Впрочем, неудачный характер этих положений не означает отрицательного отношения ко всей работе. Дело в том, что положения, выносимые автором на защиту, носят частный характер. В то же время автором получен целый ряд научных результатов, которые не нашли отражения в защищаемых положениях. Например, автором выполнена очень трудоемкая работа по анализу пространственно-временной изменчивости вихрей и получены новые результаты, которые с научной точки зрения представляют несомненный интерес.

Поэтому было бы логично первое положение сформулировать как закономерности пространственно-временной изменчивости водных масс ЮТО, второе – особенности

временной структуры промежуточной водной массы антарктического происхождения, третье – закономерности пространственно-временной изменчивости вихрей в ЮТО. В этом случае они будут описывать практически все научные результаты, полученные в работе. Будем считать, что это издержки творческого роста молодого талантливого ученого.

Автор в процессе написания диссертации придерживается традиционного принципа: в первой главе обзор литературы, во второй – материалы и методы статистического анализа, в остальных – результаты расчетов и их научный анализ. Представляется, что обзорная глава, которая занимает чуть ли не половину объема диссертации, несколько раздута. Возможно, последнюю четвертую главу вследствие ее малого объема можно было бы объединить с третьей главой. Кроме того, очевидной является неточность названия диссертации, в которой речь идет не о многих, а только об одной промежуточной водной массе антарктического происхождения.

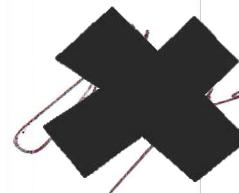
Еще одно замечание общего характера. К сожалению, текст диссертации изложен не лучшим образом, содержит большое число стилистических погрешностей, «слепых» названий и неудачных выражений, что серьезно затрудняет понимание сути написанного. В качестве «корявости» стиля изложения приведу лишь один пример. Стр. 100. *«Поскольку верхняя граница АПрВ в восточной части ЮТО находится ближе всего к поверхности (Рисунок 4.2), то она в большей степени подвержена влиянию внешних воздействий в том числе и течению Гумбольдта которое включено в восточную часть южно-тихоокеанского круговорота и которое выносит антарктические пресные воды в субтропические широты что говорит о более активном обновлении АПрВ в восточной части ЮТО по сравнению с центральной и западной что подтверждает выводы работы (Тараканов, 2006) где говорится что в восточной части ЮТО располагается более свежая антарктическая вода по сравнению с западной»*. Подобных примеров можно было бы привести много. На мой взгляд, это болезнь роста, свойственная молодым ученым, которая с возрастом обычно проходит.

Достоверность полученных в диссертации научных результатов обусловлена использованием современных материалов и статистических методов анализа. Термохалинныe данные были получены с помощью проекта Argo, в котором реализовано создание долговременной сети океанологической станций на основе дрейфующих буев, выполняющих измерения температуры и солености воды до глубины 2000 м. Другим источником исходных данных послужил известный архив Челтона (Chelton et al., 2011) Mesoscale eddies in Altimeter Observations of SSH, созданный в рамках глобального исследования нелинейных мезомасштабных вихрей. Используемая методика кластерного анализа является общепринятой в гидрометеорологии. Выделение водных масс кластерным анализом контролировалось предварительно выполненным T,S -анализом и их сравнением с результатами, полученными О.И. Мамаевым в работе 1987 г.

Отмечу также, что результаты, полученные в работе, неоднократно докладывались и обсуждались на различных семинарах, российских и международных конференциях. Автореферат дает полное и правильное представление о содержании и структуре диссертации. Все основные результаты диссертационной работы опубликованы в 17 статьях, в том числе в 5 статьях в изданиях, рекомендованных ВАК, общим объемом 3,8 печатных листов, причем 4 из них написаны автором единолично. Диссертация полностью соответствует паспорту специальности «Океанология» и свидетельствует о способности ее автора проводить углубленные научные исследования.

Несомненно, что диссертация Е.В. Бородина «Структура и динамика промежуточных водных масс антарктического происхождения в южной части Тихого океана» является законченной научно-квалификационной работой, соответствует требованиям ВАК и пункту 8 «Положения о порядке присуждения ученых степеней и присвоения ученого звания», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата географических наук. На основании изложенного считаю, что Бородин Евгений Владимирович заслуживает присуждения степени кандидата географических наук по специальности 25.00.28 – океанология.

Официальный оппонент
Малинин Валерий Николаевич,
доктор географических наук по специальности
25.00.28 – океанология, профессор, профессор
кафедры промысловой океанологии и охраны
природных вод Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Российский государственный
гидрометеорологический университет»



/В.Н. Малинин/

197183, г. Санкт-Петербург проспект Металлистов, 3
Телефон: +7 (812) 372-50-86;
E-mail: malinin@zshu.ru

Личную подпись Малинин В.Н.

завершено

Управление кадров РГГМУ

инженерный УР
16.11.2015 Брюков

