

Отзыв

**официального оппонента Е.И. Игнатова
на диссертацию В.Н. Белокопытова «Климатические изменения
гидрологического режима Черного моря» на соискание ученой степени
доктора географических наук по специальности 25.00.28 – океанология.**

Актуальность избранной темы исследования не вызывает сомнения, так как климатические изменения воздействуют не только на гидрологический режим, но и на все природные условия географической среды, жизнедеятельность человечества и Мирового социума в целом, и Черноморского региона в частности.

Безусловно, в пределах огромной территории России и акваторий прилегающих морей эти изменения имеют особое значение и оказывают существенное воздействие на окружающую среду.

Для России Черное море испокон веков представляло и представляет в настоящее время весьма большой геополитический, физико-географический и социально-экономический интерес. Глубокие природно-ресурсные связи соединяют тесными узами континентально-морские климатические свойства Крымско-Кавказского побережья с типично морскими гидрологическими характеристиками водных масс Черноморской акватории.

Стратификационные особенности термохалинной структуры вод ставят этот водоем в ряд уникальных исключительных природных образований, которые подлежат непосредственному детальному изучению. Важная проблема связана с поиском новых закономерностей вертикальной циркуляции водных масс с последующим прогнозом возможности образования негативных опасных явлений в виде подъема границы сероводородного слоя, угрожающего жизнедеятельности биоты и человека.

Можно согласиться с В.Н. Белокопытовым, что общие черты гидрологии Черного моря достаточно хорошо известны, но вопросы климатической изменчивости самих гидрологических полей еще изучены недостаточно и требуют серьезной глубокой проработки и исследования.

Композиционно диссертационная работа В.Н. Белокопытова состоит из: введения, 5-ти глав основного текста, заключения, списка сокращений и условных обозначений. Перечень литературных источников насчитывает 470 наименований, 174 из которых на английском языке. Текст диссертации занимает 377 страниц, включая 8 таблиц и 205 рисунков, состоящих из графиков, диаграмм, карт, схем и иных изображений. Все это указывает на глубину аналитического ресурса и использование исчерпывающей информации по рассматриваемой тематике.

Во введении автор четко указал актуальность, новизну, цель и задачи исследования, его теоретическую и практическую значимость. Затронуты также вопросы методологии и методов исследований как комплексного анализа, так и синтеза разнородной гидрометеорологической и океанологической информации.

Определены и положения, выносимые на защиту. Всего их пять. Каждое из них хорошо аргументировано и убедительно доказывает индивидуальность, новизну и уникальность сделанных открытий. Но второе защищаемое положение, где «основной причиной региональных отличий климатических изменений в Черном море от других районов Мирового океана является... внутриматериковое положение моря» (стр.10), по-моему, давно известно и принимается научной общественностью как аксиома.

Далее автор перечисляет 13 новых результатов, полученных в процессе выполнения диссертационной работы. Они действительно достоверны и существенно дополняют открытия, отраженные в защищаемых положениях.

Результаты законченного диссертационного исследования отлично апробированы на более 30-ти российских, украинских и международных конференциях, а также полностью отражены в 96-ти научных работах В.Н. Белокопытова, 34 из которых опубликованы в иностранной печати. Общий объем публикаций занимает более 900 страниц текста. Большая часть статей удовлетворяет требованиям ВАК при Министерстве образования и науки РФ.

Личный вклад диссертанта заключается не только в постановке цели и задач исследования, но главное - в выборе новых методов изучения объекта и наблюдений за режимными составляющими изменения гидрологических процессов, разработке программного обеспечения и выполнения расчетов, сборе фактических данных в морских экспедициях на научно-исследовательских судах, анализе полученных материалов и априорной информации, а также систематизации всего аналитического обобщения, разработке выводов и рекомендаций, подготовке и написании самой диссертационной работы. Автором выполнено фундаментальное географическое исследование и физико-математический анализ климатической изменчивости гидрологического режима Черного моря.

В первой главе раскрывается содержание априорной информации об основных этапах исследований Черного моря от античности до начала XX века, в период отсутствия режимных наблюдений, а затем характеризуются особенности начала систематических режимных океанографических наблюдений в советский период развития науки. В последующем анализируются научные изыскания, выполнявшиеся в самое сложное время становления науки от распада Советского Союза до настоящего времени.

Вторая глава посвящена полностью методике исследований и обзору использованных материалов. Здесь нашли отражение данные наблюдений и способы контроля качества данных гидрометеорологической сети, массивов реанализа атмосферных полей и спутниковой информации. Отдельный раздел содержит сведения о реанализе термохалинных полей Черного моря и оценку статистических характеристик.

В результате автор в этой главе показал, что же составляет информационную основу диссертационной работы, включая огромный массив океанографических данных за более чем 100-летний период.

Из содержания текста главы 2 следует, что В.Н. Белокопытов создал информационную систему своих исследований, разработал новый метод реконструкции и восстановления термохалинных полей, предложил и использовал новую методику расчета сезонного цикла термохалинной структуры вод с применением новых цифровых массивов с хорошим пространственным разрешением. Подобные расчеты с достаточной степенью детальности выполнены для Черного моря впервые.

Третья глава «Факторы, обуславливающие сезонную и многолетнюю изменчивость термохалинной структуры вод Черного моря» основывается на анализе сезонной цикличности и многолетней изменчивости поля ветров и ветрового режима. Эта информация чрезвычайно важна для региональных океанографических исследований. Автору удалось уточнить имеющиеся многочисленные сведения об особенностях циклонической циркуляции и направлении преобладающих ветров на основе собственных расчетов среднегодовой скорости ветра за 30-летний период с 1961 по 1990 годы по синоптическим картам.

В результате определено, что для всего бассейна хорошо выражена внутригодовая изменчивость скорости ветра, которая возрастает от весенне-летнего к осенне-зимнему периоду в 1,5 – 2 раза. Сезонному циклу скорости ветра соответствует и сезонный ход завихренности ветра – минимальная в конце весны начале лета и максимальная зимой.

Далее в этой главе автор рассматривает поведение и факторы, определяющие состояние и режим действия водного баланса Черного моря как замкнутого средиземноморского водоема, который и определяет гидрологическую структуру моря. Здесь диссертанту, на мой взгляд, не удалось четко определить роль и значение Мраморноморских вод в приходной составляющей водного баланса Черного моря.

Получается, что сток воды через проливы составляет 440 км³/год, а через Босфор – 400 км³/год, остается неясным – куда уходят 40 км³/год? Возвращаются в Азов? Тогда как это сказывается на водном балансе Азовского моря, если сток из него составляет 55 км³/год, а 40 км³/год – приток? В таком случае только 15 км³/год будет пополнять водный бюджет Черного моря.

Конечно, сложность данной проблемы состоит еще и в том, что нет четких достоверных данных о речном стоке Азово-Черноморского водосборного бассейна, который определяется разными специалистами в пределах от 340 до 474 км³/год и это создает подобные трудности при оценке водного баланса Черного моря.

Тем не менее, В.Н.Белокопытову удалось очень хорошо в допустимых пределах рассмотреть проблемы сезонного цикла и многолетней изменчивости составляющих баланса пресных вод.

Доказано, что межгодовая изменчивость баланса пресных вод Черного моря и его составляющих очень высока и по интенсивности превышает сезонную изменчивость (в которой преобладает роль E – испарения) и в большей степени определяется значениями R – речного стока и P – осадков.

В пункте 3.4 «Взаимосвязь многолетней изменчивости теплового и водного баланса» достаточно подробно рассматривается возможная степень непосредственного влияния термического состояния Черного моря на водный и тепловой баланс бассейна. Не очень понятен смысл этой части работы, так как далее автор переходит к влиянию крупномасштабной циркуляции атмосферы, как основной причины климатической изменчивости.

Однако ему удалось показать роль и значение внешнего теплового баланса на поверхность Черноморской акватории, а главное определить особенности взаимосвязи многолетней изменчивости теплового и водного баланса и сделать оценку их реакции на поверхности Черного моря в период снижения температуры морской поверхности за двадцатилетний период (1970 – 1990 гг.) и в последующий за ним период ее роста (1990 – 2010 гг.). Кроме того, показана качественная схема связей между термическим состоянием моря, гидрометеорологическими факторами и зимним индексом североатлантического колебания, когда холодные периоды в XX веке соответствовали положительным фазам NAO, а теплый период – отрицательной фазе NAO.

В главе 4 «Сезонный цикл термохалинной структуры вод Черного моря» приведено описание термической структуры вод с расчетом сезонного и годового хода температуры воды, его внутригодовой изменчивости, где размах сезонных колебаний на поверхности достигает 20°C.

Вертикальное распределение характеристик основных сезонных гармоник температуры воды показывает, что внутригодовая ее изменчивость сосредоточена в слое 0 – 50 м.

Пространственное распределение тепла по акватории моря последовательно изменяется с глубиной – от поверхностного слоя (0-10м.) к подповерхностному (30-100м.) и далее к слою основного пикноклина (ХПС). Скорость изменения теплозапаса в верхнем слое подвержена сезонным колебаниям: максимум – в мае, минимум – в декабре.

Особо рассматривается халинная структура с сезонным ходом ее пространственно-временного и вертикального перераспределения.

В подразделе 4.4 описание сезонного хода вертикальной стратификации ограничивается стандартными характеристиками плотности и устойчивости вод. Автор мог бы, в принципе, представить и другие параметры устойчивости, такие как частота плавучести (Вяйсяля-Брента), углы Тернера и т.п., хотя бы в ограниченном объеме.

На этом фоне выполненных исследований требует пояснений вопрос: как формируется глубинная черноморская водная масса и в какой степени влияют ли на ее состав Мраморноморские водные массы (МВМ), поступающие через Босфор?

На Т.С. – диаграмме вод Черного моря (рис.4.44) просматривается некоторая связь МВМ с ГЧВМ, но почему соленость этих вод не повышается, а остается стабильной на уровне 22.3‰ тогда как ежегодно в Черное море поступает 200 км³/год вод 34-37‰ через Босфор, а объем ГЧВМ составляет 33% от объема вод Черного моря.

Очень важным являются результаты исследований В.Н.Белокопытова по антициклонической завихренности геострофических течений Черного моря, которая захватывает шельф и прибрежную зону моря, полученные по альтиметрическим данным.

В следующей главе 5 автор рассматривает уже «Многолетнюю изменчивость гидрологического режима Черного моря», включая его термическую и халинную структуру, ХПС, их статистические характеристики, плотностную стратификацию и циркуляцию вод.

Особых замечаний по этой главе нет. Это завершающая глава, в которой автор приходит к выводу о необходимости выделения фаз гидрологического режима по деятельному и глубинному слоям вод Черного моря. Выявлен различный характер многолетней изменчивости в верхнем 50-метровом слое и в более глубоких слоях воды. Верхний слой воды испытывает междесятилетние колебания воды, тогда как в глубинных слоях выявлено слабое, но устойчивое нагревание.

Ощутимый положительный тренд для 100-летнего периода прослеживается начиная с горизонта 100 метров, при этом скорость общего нагрева максимальна в постоянном пикноклине и резко падает с глубиной.

К весьма определенным выводам В.Н.Белокопытов приходит о многолетней изменчивости халинной структуры вод Черного моря. Полученные данные реанализа общего изменения солезапаса бассейна за 100-летний период показывают, что происходит устойчивое осолонение всего объема вод. Наиболее ощутимые междесятилетние колебания солености от опреснения к осолонению и обратно происходят в верхнем слое моря, а интенсивность многолетней изменчивости солености во всех слоях моря превышает интенсивность сезонного хода.

Колебания вертикальной стратификации солености определяют и ход многолетней изменчивости плотностной структуры вод Черного моря.

Анализ колебаний интенсивности циркуляции по альтиметрическим данным подтверждает высокую степень положительной корреляции кинетической энергии и вихревой кинетической энергии с завихренностью касательного напряжения.

Общее состояние гидрологического режима Черного моря в XX веке характеризуется периодической сменой фаз сочетаний положительных и отрицательных аномалий тепло- и солезапаса верхнего 100-метрового слоя. При этом переход из одной гидрологической фазы в другую происходит после того, как в течение определенного периода преобладают межгодовые аномалии теплового или водного баланса соответствующего знака.

В результате исследований автор приходит к выводу, что «Основным внешним фактором, регулирующим смену гидрологических фаз, является изменение преобладающего режима атмосферной циркуляции: зональной или меридиональной» (стр. 307 диссертации).

Возможные причины общего осолонения и потепления в постоянном пикноклине и глубинных слоях Черного моря автор рассматривает на фоне палеогеографической истории эволюции бассейна и приходит к выводу, что процесс осолонения водоема после окончания ледникового периода еще не закончился.

Завершая изучение результатов научного исследования, выполненного В.Н.Белокопытовым, следует отметить, что автору удалось полностью доказать обоснованность защищаемых положений.

Научная обоснованность и достоверность положений и выводов подтверждается: обработкой большого массива данных; использованием новых современных методов сбора и обработки гидрологической информации; статистической оценкой результатов; надежностью всего используемого информационного обеспечения; критической оценкой конечных результатов с указанием степени неопределенности полученных расчетов.

Замечания в основном имеют редакционный вопросительный характер или носят характер пожеланий. Однако в четвертой главе автор не полностью раскрыл свои творческие возможности, и только в пятой главе мы находим четкие выводы и пояснения тренда на общее увеличение солености Черноморских вод, обусловленный притоком Мраморноморских водных масс.

Диссертационная работа, представленная В.Н.Белокопытовым, хорошо отредактирована. Логика построения фраз и выводов четкая и ясная. Текст легко читается, таблицы, графики и рисунки существенно дополняют объем исходной информации и помогают раскрыть содержание выполненных научных поисков и полученных результатов.

Оценивая работу в целом, следует особо подчеркнуть, что В.Н.Белокопытов совершил крупное научное исследование, имеющее большое значение для решения теоретических проблем океанологии, результаты которого найдут практическое применение и могут быть использованы при разработке долгосрочных географических прогнозов развития Азово-Черноморского бассейна.

Все поставленные задачи выполнены. Диссертация имеет элементы научной новизны и практическую значимость. Автореферат полностью отражает содержание диссертации, а сама работа отвечает предъявляемым требованиям ВАК.

В.Н.Белокопытов заслуживает присуждения ученой степени доктора географических наук по специальности 25.00.25 – океанология.

« 19 » ноября 2017 г.

Сведения об оппоненте:

Ф.И.О.: Игнатов Евгений Иванович

Адрес: 119991, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, МГУ,
географический факультет

Телефон: +7 495 939 22 32

E-mail: ign@mail.ru

Организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», географический факультет, кафедра геоморфологии и палеогеографии.

Должность: Профессор, доктор географических наук