

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ФГБУ «ГОИН»

р.м.н. Ю.Ф. Сычев

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Белокопытова Владимира Николаевича «Климатические изменения гидрологического режима Черного моря», представленную на соискание ученой степени доктора географических наук по специальности 25.00.28 – Океанология

Диссертационная работа В.Н. Белокопытова посвящена исследованию крупномасштабных изменений гидрологического режима Черного моря за 100-летний период и выявлению внешних факторов, влияющих на формирование термохалинной структуры и циркуляции вод.

Актуальность диссертационной работы обусловлена важностью научно обоснованных представлений о региональных особенностях процессов в морях России и оценки потенциальных природных изменений, влияющих на функционирование и состояние морской экосистемы. Характер изменчивости гидрофизических процессов в Черном море существенно отличается от большинства районов Мирового океана вследствие резкого расслоения на тонкий опресненный верхний и глубинный соленый слой моря.

Научная новизна работы состоит во многостороннем рассмотрении различных аспектов климатической изменчивости гидрометеорологических и гидрофизических характеристик бассейна на длительном временном интервале. Впервые получены интегральные оценки тепло- и солезапаса всего объема моря, оценки осолонения/опреснения моря, оценки интенсивности геострофической циркуляции за 100-летний период. Представлены новые оценки водо- и солеобмена между центральной частью и периферией моря, оценки интенсивности обновления вод холодного промежуточного слоя за 100-летний период, оценки связей изменчивости термохалинной структуры с внешними атмосферными факторами, оценка соотношения вихревой и общей кинетической энергии геострофических течений. В части, касающейся методики исследований, представлены новые методы реконструкции термохалинных полей, позволившие создать массивы данных реанализа за весь исторический период наблюдений, и новое программное обеспечение для обработки океанографических данных. На основе массивов данных реанализа термохалинных полей Черного моря рассчитаны их новые климатические массивы.

Достоверность результатов диссертации обеспечивается большим объемом данных океанографических и гидрометеорологических наблюдений, сопоставлением различных источников информации, включающие результаты дистанционного зондирования Земли и математического моделирования, а также использованием методов проверки статистических гипотез при оценках значимости оценок.

Личный вклад соискателя состоял в постановке целей и задач работы, выборе методов исследования, разработке программных продуктов, выполнении всех расчетов и анализе результатов. Автор неоднократно принимал участие в экспедиционных работах на научно-исследовательских судах и выступал с научными докладами.

Диссертационная работа прошла апробацию на семинарах и заседаниях Ученых советов МГИ РАН и СО ГОИН, на более 30 международных и российских научных конференциях.

Основные результаты диссертационной работы опубликованы, научные публикации соискателя соответствуют критериям, предъявляемым ВАК для докторской диссертации.

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Морском гидрофизическом институте РАН». На отзыв ведущей организации были представлены диссертация объемом (377 с.) и автореферат (42 с.). Диссертационная работа состоит из введения, пяти разделов, заключения и списка литературы (470 наименований).

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цели и задачи работы, отражены достоверность полученных результатов, научная новизна и практическая значимость работы, изложены основные положения, выносимые на защиту, апробация результатов исследования и личный вклад автора. Все необходимые пункты раскрыты с необходимой степенью полноты, согласно ГОСТ по оформлению докторских диссертаций.

В первом разделе работы дается обзор океанографических исследований Черного моря на протяжении всего исторического периода. Основное внимание уделяется работам по исследованию термохалинной структуры вод. Приведен литературный обзор вопросов, касающихся водного и солевого баланса моря, водообмена через пролив Босфор, роли атмосферных факторов и другие сведения, соответствующие теме диссертации.

Во втором разделе приведена характеристика использованных материалов и изложены методы исследований. В работе использовался широкий набор источников данных — судовые съемки, буи-профилемеры, морская гидрометеорологическая сеть, спутниковые измерения температуры поверхности и уровня моря. В качестве данных об атмосферных воздействиях использовались различные массивы глобального и регионального реанализа. Представлены два метода восстановления термохалинных полей, основанные на использовании эмпирических ортогональных функций (ЭОФ). В том числе авторский метод реанализа термохалинных полей, сочетающий ЭОФ вертикальной и горизонтальной компонент структуры вод. Предварительная регуляризация данных первичных наблюдений проводилась методом оптимальной интерполяции.

В третьем разделе рассмотрены внешние атмосферные факторы, влияющие на изменчивость термохалинной структуры вод Черного моря. Подробно представлены составляющие теплового и водного баланса Черного моря — от интегральных характеристик до оценок сезонной и межгодовой изменчивости. Показано, что при переходе от сезонного цикла к многолетнему ходу качественно и количественно изменяется относительный вклад отдельных составляющих баланса. В отличие от внешнего теплового баланса, межгодовая изменчивость баланса пресных вод Черного моря и его составляющих очень высока, ее интенсивность сопоставима с сезонной изменчивостью или превышает ее, в особенности для речного стока и атмосферных осадков. Интенсивность межгодовых колебаний характеристик ветра уступает интенсивности сезонного хода, в многолетнем ходе значений модуля скорости и завихренности поля ветра явно выделяется тенденция к снижению ветровой активности во второй половине XX в. Рассмотрен процесс автоколебаний теплового и водного баланса, реагирующих на изменения температуры подстилающей поверхности качественно противоположным образом. Достаточное внимание уделяется пространственно-временной изменчивости барических и ветровых полей над морем. Отмечается, что статистические связи глобальных атмосферных индексов и форм циркуляции атмосферы с составляющими теплового баланса Черного моря в основном мало значимы и их оценки сильно зависят от временных масштабов.

Четвертый раздел посвящен исследованию сезонного цикла гидрологической структуры вод Черного моря. Представлено пространственное распределение климатических полей и статистические характеристики внутригодового хода температуры воды, солености, тепло- и солезапаса, объема водных масс и других океанографических характеристик. Особое внимание уделяется годовому циклу холодного промежуточного слоя (ХПС), в том числе пространственному перераспределению ядра слоя по акватории моря. Общая тенденция сезонного цикла процессов субдукции/вовлечения в ХПС заключается в преобладании вовлечения во время зимне-весеннего периода и преобладание субдукции в остальное время года. Предложены новые оценки сезонного хода солевого баланса вод шельфовой зоны, открытой части моря и результирующего солеобмена между центральной частью моря и его периферией. Подробно рассмотрена сезонная эволюция составляющих плотностной стратификации, роль температурного и соленостного факторов вертикальной устойчивости. Уточнены оценки внутригодового перераспределения интенсивности циркуляции между восточным и западным циклоническими круговоротами. Интенсивность циркуляции в целом выше в восточной части моря, за исключением весеннего периода, когда усиливается западный круговорот. Предложена типизация сезонного хода циркуляции в квазистационарных антициклонах и сделаны оценки соотношения общей и вихревой кинетической энергии.

В пятом разделе рассматривается многолетняя изменчивость гидрологического режима Черного моря и возможные причины выявленных изменений. На основе 100-летнего ряда данных показаны отличия климатических изменений в Черном море от

глобальных тенденций, что объясняется региональными особенностями гидрологической структуры вод моря. Показано, что общий характер изменений теплозапаса Черного моря представляет собой циклический процесс без явно выраженного векового тренда. Выявлено, что сезонные циклы температуры, солености и циркуляции вод сохраняют общие закономерности внутригодового хода в течение всего периода инструментальных измерений. Отмечено, что характер многолетней изменчивости температуры и солености вод существенно изменяется при переходе от поверхностных слоев к промежуточным слоям. Опубликованные ранее в литературе оценки климатических изменений циркуляции вод Черного моря: разнонаправленные тенденции в поверхностных и в более глубоких слоях, перераспределение интенсивности в сезонном цикле, изменение пространственной структуры течений, - в данной работе не подтверждаются.

Важными представляются представленные в разделе выводы о том, что положительный тренд солезапаса Черного моря, выделяемый на протяжении последних 100 лет, может свидетельствовать о том, что процесс осолонения бассейна после открытия пролива Босфор в конце ледникового периода еще не завершен. Отсутствие четко выраженного многолетнего тренда теплозапаса моря и фазовый сдвиг междесятилетних колебаний относительно глобальных изменений климата связан с процессами интенсивности зимней конвекции и обновлением вод ХПС. Основной причиной смены состояний гидрологического режима моря являются долгопериодные колебания повторяемости типов крупномасштабной атмосферной циркуляции.

В заключении приведены главные научные результаты на основе выводов из каждого раздела работы.

Представленная диссертация в целом отличается научной новизной, изложена понятным языком с необходимой степенью аргументации и сопровождается большим количеством иллюстраций.

Вместе с тем, можно сделать следующие замечания к некоторым результатам работы:

- В 4-м разделе анализируется сезонная изменчивость основных океанографических характеристик Черного моря на основе климатического массива термохалинной структуры вод, который был рассчитан по методике, описанной в пункте 2.2.4. В тексте не указан период времени, выбранный для расчета климатических полей, а также не сообщается о результатах сравнения с имеющимися версиями подобных массивов;

- В диссертации достаточно подробно рассматривается авторская методика реконструкции термохалинных полей бассейна по гидрологическим данным, основанная на методах разложения на ЭОФ-функции, но недостаточно четко изложен подход к оценке степени погрешности результатов реанализа.

Отмеченные недостатки не оказывают значимого влияния на общую высокую оценку диссертационной работы.

Диссертационная работа В.Н. Белокопытова является законченной научно-квалификационной работой, представляет собой крупное обобщение, вносящее существенный вклад в региональную океанологию в части, касающейся исследования режимных характеристик и климатической изменчивости термохалинной структуры и динамики вод Черного моря. Основные результаты и выводы соответствуют поставленной цели и задачам исследования. Результаты работы нашли практическое применение в системе Росгидромета, РАН и в высших учебных заведениях океанологического профиля.

Диссертационная работа по содержанию и оформлению удовлетворяет действующим требованиям, в ней имеются все необходимые ссылки на авторов и источники заимствованных материалов, признаков плагиата или недобросовестного цитирования не обнаружено. Автореферат диссертации в достаточной мере отражает ее содержание.

Диссертационная работа соответствует заявленной специальности 25.00.28 – Океанология, и удовлетворяет действующим требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Белокопытов Владимир Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора географических наук.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден на заседании Ученого Совета ФГБУ «ГОИН» 15 ноября 2017 г.

Отзыв составил

Заместитель директора ФГБУ «ГОИН»
доктор географических наук, профессор
Владимир Михайлович Грузинов

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова»

119034, г. Москва, Кропоткинский переулок, д.6

тел./факс. +7(499)246-72-88

e-mail: adm@oceanography.ru

Подпись . В.М.Грузинова заверено

Ученый секретарь

И.А.Вишневская



15.11.2017 г.