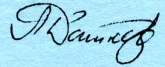


На правах рукописи  
УДК 551.46.062.5:51-7(262.54)



ДАШКЕВИЧ ЛЮДМИЛА ВЛАДИМИРОВНА

**АНАЛИЗ МНОГОЛЕТНЕЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ТЕМПЕРАТУРНОГО  
РЕЖИМА ВОД ОТКРЫТОЙ ЧАСТИ АЗОВСКОГО МОРЯ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И  
МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Специальность 25.00.28 – Океанология

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата географических наук

Мурманск  
2008



Работа выполнена в Южном научном центре Российской академии наук

**Научный руководитель:** доктор географических наук  
**Бердников Сергей Владимирович**

**Официальные оппоненты:** доктор географических наук, профессор  
**Денисов Владимир Васильевич**

кандидат географических наук,  
**Здоровеннов Роман Эдуардович**

**Ведущая организация:** Санкт-Петербургский государственный  
университет (СПбГУ)

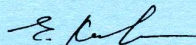
Защита состоится “ 22 ” декабря 2008 г. в 13 час. на заседании диссертационного совета Д 002.140.01 при Мурманском морском биологическом институте Кольского научного центра Российской академии наук по адресу: 183010, г. Мурманск, ул. Владимирская, 17

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ММБИ КНЦ РАН.

Автореферат разослан “ 20 ” ноября 2008 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,

кандидат географических наук



Е.Э. Кириллова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Тепловое состояние деятельного слоя океанов и морей сильно влияет на погоду и климат не только над обширными водными просторами, но и далеко в глубь континентов, что делает изучение поля температуры воды важной составной частью в решении основных проблем комплекса современных наук о Земле.

В настоящее время считается общепризнанным, что гидрометеорологические условия представляют собой фактор первостепенной важности, всесторонний учет которого является обязательным для рационального проведения работ в море, их правильного планирования и безаварийного осуществления.

Общей чертой южных морей России является полная или почти полная изолированность от Мирового океана, особенно ярко это проявляется в отношении Азовского моря. Это обуславливает повышенную зависимость изменчивости, в том числе крупномасштабной, режимов и биопродуктивности от периодических колебаний климатообразующих процессов и стока рек.

Высокая временная и пространственная изменчивость термического режима Азовского моря всецело определяется его географическим положением и мелководностью. Термические условия определяют начало и скорость прохождения всех жизненно важных процессов у гидробионтов и хозяйственную деятельность человека, например, судоходство и промысел. При резких изменениях температуры воды в море неоднократно наблюдалась массовая гибель промысловых видов рыб – хамсы, судака, тарани и даже осетровых. Термический режим зимы в значительной мере определяет химический и биологический режим Азовского моря весной, и частично летом. После суровых зим уменьшается концентрация органических веществ, возрастает содержание минеральных солей, на базе которых весной активно развивается фитопланктон. Обратная зависимость наблюдается после мягких зим. С 1960-х годов в условиях повышения температурного фона и ослабления ветровой активности наблюдается резкое ухудшение кислородного режима Азовского моря, что приводит к заморам рыбы.

Для того чтобы оценить современные изменения факторов среды, прогнозировать аномальные климатические явления, необходимо создать и использовать вековые мегабазы термохалинных данных (Матишов и др., 2008).

**Цель и задачи работы.** В связи с неоднозначностью климатических изменений в азовском регионе в современный период целью диссертационных исследований является оценка тенденций в изменениях температуры вод Азовского моря с помощью новых информационных технологий, а также проверка возможности применения математической модели для восстановления и прогнозирования теплового и ледового режима водоема.

Для достижения цели решались следующие задачи:

1. Анализ гидрометеорологических условий формирования температурного режима вод Азовского моря.
2. Создание общедоступной наиболее полной океанографической базы данных по Азовскому морю.
3. Анализ тенденций изменения температурного режима открытой части вод Азовского моря на основе сформированной базы данных.

#### 4. Моделирование температурного режима и теплового баланса Азовского моря.

**Материалы и методы исследований.** Объектом исследования является Азовское море. В основу работы положены результаты исследований, проведенных в ЮНЦ РАН, в том числе и экспедиционных, полученные автором в качестве исполнителя отдельных тем и разделов, связанных с формированием базы данных и анализом современного состояния и изменения режима Азовского моря. Помимо этого использовались опубликованные результаты исследований научных учреждений Госкомгидромета, Академии наук, Госкомрыболовства, а также фондовые материалы ММБИ КНЦ РАН и ЮНЦ РАН. Автор принимал непосредственное участие в сборе, формализации, контроле качества данных и их последующей обработке.

Для решения поставленных задач в работе использованы как стандартные, так и оригинальные подходы: методы статистической обработки информации, геоинформационные технологии, математическое моделирование. Работы проводились в соответствии с действующими наставлениями, руководствами и методическими указаниями.

#### **Научная новизна работы:**

- создана наиболее полная из общедоступных база океанографических данных Азовского моря;
- предложены новые подходы с применением ГИС-технологий к формированию базы океанографических данных;
- проанализированы тенденции изменения температурного режима вод открытой части Азовского моря за период 1920-2006 гг.;
- впервые построены среднеголетние месячные разрезы вертикального распределения температуры воды вдоль линии, проходящей по наиболее глубоководной части Азовского моря от устья р. Дон до Керченского пролива;
- построены среднеголетние месячные поля распределения температуры воды на поверхности, горизонтах 5 и 10 м, которые обновляют имеющиеся представления о распределении данного параметра, опубликованные более 20 лет назад;
- на основе методов математического моделирования предложен оригинальный подход для изучения закономерностей изменения температурного и ледового режима Азовского моря;
- впервые рассчитана многолетняя динамика элементов теплового баланса Азовского моря за период 1920-2008 гг. для разных районов моря.

**Практическое значение.** Общедоступная база данных по Азовскому морю и прилегающей территории включена в Международный банк данных по Мировому океану (представлена на интернет-сайте <http://nodc.noaa.gov/OC5/AZOV2008>). Разработанные в диссертации подходы и полученные результаты могут быть использованы при оценке климатических изменений в экосистемном мониторинге водоема, выполнения сценарных прогнозов при изменении климатических факторов с помощью адаптированной к условиям Азовского моря балансовой модели. Результаты исследований могут быть использованы для целей планирования, разработки схем рационального природопользования и охраны природных ресурсов.

Результаты работы используются в лекционных курсах и на практических занятиях в рамках учебных дисциплин «Гидрометеорологические базы



данных», «Практическая океанология», «Основы моделирования морских экосистем» на кафедре Океанологии геолого-географического факультета Южного федерального университета.

#### **Личный вклад автора:**

- Создание океанографической базы данных (БД) Азовского моря, содержащей наблюдения на более чем 120 тыс. станциях (34517 морских и 89203 наблюдений на береговых гидрометеорологических станциях (ГМС). Изучение по этим данным тенденций в изменениях температуры воды Азовского моря.
- Построение среднесуточных полей пространственного распределения и вертикальных разрезов температуры воды Азовского моря.
- Верификация балансовой математической модели (Бердников, 2004) для условий Азовского моря.
- Расчет температурного, ледового и теплового режимов Азовского моря за многолетний период с помощью адаптированной модели.

#### **Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Создана наиболее полная из общедоступных океанографическая база данных (БД) по Азовскому морю на основе принципов полноты, стандартизации, простоты и качества данных - необходимое информационное обеспечение для исследований климата Азовского моря.

2. Построенные карты среднесуточных температур Азовского моря на основе созданной БД за период 1891-2006 г. свидетельствуют, что по сравнению с картами 1962 г. и 1986 г. в распределении изотерм прослеживается увеличение площади «теплых» полей для зимнего и весеннего сезонов и увеличение «холодных» - для осеннего.

3. Анализ созданной БД и результаты модельных расчетов показывают, что наблюдаемый рост температуры воды Азовского моря наряду с повышением температуры воздуха, связан с понижением солености и уменьшением затрат тепла на испарение.

4. Проведенная адаптация балансовой математической модели температурного режима к условиям Азовского моря позволяет использовать ее для исследований климатических изменений в азовском регионе.

**Апробация работы.** Основные положения и выводы, содержащиеся в диссертации, докладывались автором на ежегодных конференциях студентов и аспирантов базовых кафедр ЮНЦ РАН (г. Ростов н/Д, 2005-2007), Международной научной конференции «Современные климатические и экосистемные процессы в уязвимых природных зонах (арктических, аридных, горных)» (г. Азов, 2006), Всероссийской XXXIII-XXXVI школе-семинаре Экология. Экономика. Информатика. «Математическое моделирование и проблемы рационального природопользования» (г. Новороссийск, 2005-2008), Международной научной конференции «Большие морские экосистемы России в эпоху глобальных изменений (климат, ресурсы, управление)» (г. Ростов н/Д, 2007), Международной научной конференции «Современные проблемы морской инженерной экологии (изыскания, ОВОС, социально-экономические аспекты)» (г. Ростов н/Д, 2008).

Результаты работы являются составной частью монографий «Климатический атлас Азовского моря» 2006г. и 2008 г. (Climatic Atlas of the Sea of Azov, 2006,

Climatic Atlas of the Sea of Azov, 2008), подготовленных в рамках Программы «Климат и глобальные изменения» (США), а также проектов «Спасение и архивация глобальных океанографических данных» (GODAR) и «База данных Мирового океана», поддержанных Межгосударственной океанографической комиссией (ИОС) ЮНЕСКО. Сложившиеся в процессе работы над диссертацией теоретические представления и методические подходы реализованы в ходе научных исследований в рамках программы фундаментальных исследований ОНЗ РАН «Развитие технологий мониторинга, экосистемное моделирование и прогнозирование при изучении природных ресурсов в условиях аридного климата», а также работах по грантам РФФИ: 1) № 06-05-96700-р\_юг\_a: «Экологическое картирование акватории Азовского моря и береговой зоны на основе комплексного экосистемного мониторинга и современных информационных технологий»; 2) № 09-05-96535: «Оценка воздействия аварийных разливов нефтепродуктов на морскую среду и береговую зону Керченского пролива».

Результаты работы отражены в 17 публикациях, в том числе в 4 коллективных монографиях и 3 статьях в рецензируемых журналах, одна из них в издании, рекомендованном ВАК РФ. Ряд положений диссертации изложен в 7 научно-исследовательских отчетах, 2 международных совместно реализуемых проектах ЮНЕСКО/МОК/ГОДАР (ЮНЦ–ММБИ–NOAA (США)), при составлении которых автор являлся исполнителем. Отчеты хранятся в фондах ЮНЦ РАН.

**Структура и объём работы.** Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения и содержит 164 страницы, включая 9 таблиц, 93 рисунка, из них 59 в приложении, в списке литературы 192 наименования.

**Благодарности.** Автор выражает глубокую признательность Председателю ЮНЦ РАН, академику Г.Г. Матишову и директору Института аридных зон, д.г.н. чл.-корр. РАН Д.Г. Матишову за предоставление возможности и условий проводить исследования, послужившие основой для написания настоящей работы. Автор благодарен за всестороннюю помощь и поддержку научному руководителю д.г.н. С.В. Бердникову. Плодотворным и полезным для выполнения настоящей работы было сотрудничество с д.г.н. Ю.М. Гаргопой, д.г.н. О.В. Ивлиевой, д.г.н. Л.А. Беспаловой, В.В. Кулыгиным, к.т.н. О.Е. Архиповой и другими специалистами Института аридных зон ЮНЦ РАН, а также сотрудниками ММБИ КНЦ РАН В.А. Голубевым и А.Н. Зуевым. Всем им выражается благодарность.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность выбранной темы, определены цель и задачи исследования, дана оценка научной новизны и практической значимости полученных результатов и сведения об их апробации. Кратко изложена история исследования Азовского моря.

### **Глава 1. Гидрометеорологические условия Азовского моря и климатические изменения**

В первой главе представлен краткий физико-географический очерк региона исследования. Дается оценка географического положения, берегов, рельефа



дна, грунтов, климатообразующих и гидрометеорологических факторов, водного баланса и солености, режима уровня, течений, волнения, процессов перемешивания, радиационных факторов и теплового баланса Азовского моря по литературным данным. Особое внимание уделяется климатическим изменениям, наблюдаемым в современный период. Проводится взаимосвязь между колебаниями, наблюдаемыми в азовском регионе, и глобальными изменениями климата.

Азовское море до недавнего прошлого являлось самым продуктивным в мире рыбопромысловым водоемом, что главным образом определялось исключительно благоприятными физико-географическими и, в частности, гидрометеорологическими условиями его формирования. К ним относятся: внетрикоинтентальное расположение Азовского моря в умеренных широтах на южной окраине Русской равнины; малые размеры и мелководье (площадь около 39 тыс.км<sup>2</sup>; объем – 323 км<sup>3</sup>; средняя глубина – 8.5 м; максимальная – 13 м), большой приток суммарной солнечной радиации (от 4.9 до 5.3 тыс. МДж/м<sup>2</sup>), положительный за год радиационный баланс, обуславливающий относительно высокую температуру воды (11.5<sup>0</sup>С); характер циркуляции атмосферы определяющий, в частности, интенсивное ветровое перемешивание вод; большой, относительно объема моря, приток речных вод (около 41 в естественный период и 34-35 км<sup>3</sup>/год в последние 50 лет), что обуславливает положительный пресный баланс, пониженную, по сравнению с водами океана, соленость (10.6 в естественный период и 11.6‰ в современный при колебаниях от 9 в 1932 г. до 13.8‰ в 1976 г.). Для Азовского моря характерна малая инерционность и быстрая реакция на изменчивость речного стока и атмосферных процессов, определяющие большую пространственно-временную изменчивость гидрофизических, гидрохимических и биологических характеристик.

Тезис В.И Вернадского о том, что облик каждого морского водоема в значительной части является продуктом климата, относится к Азовскому морю в особенно большой степени. Несмотря на рост антропогенных воздействий ключевыми факторами для Азовского моря остаются климатообразующие процессы и сток. В настоящее время в азовском регионе наблюдается изменение атмосферной циркуляции с восточной на западную составляющую ветров со снижением их скорости (особенно зимой) (рис.1), изменение структуры водного баланса Азовского моря: рост атмосферных осадков, несколько повышенная водность рек (главным образом Кубани) особенно в осенне-зимнее время, уменьшение испарения, изменение характера водообмена с Черным морем, высокое стояние уровня воды. Одновременно можно отметить усиление циклонической деятельности, повышение температуры воздуха (рис.2) и относительное потепление вод, а также увеличение контрастности климата (изменчивости температуры). В связи с понижением солености Азовского моря в современный период температура замерзания воды повысилась, что дает статистически более высокую среднегодовую температуру воды.

Пространственно-временным колебаниям речного стока, метеорологических элементов, гидрофизических, океанографических, биологических параметров экосистемы Азовского моря и климатообразующих процессов характерна квазицикличность, неустойчивая по продолжительности и величинам

аномальностей периодичность, в том числе долговременная (от 2-3 до 15-20 и 80-90 лет) (Гаргопа, 2003). Изложенное в первой главе позволяет предположить, что даже в случае продолжения глобального потепления вероятное повышение среднегодовой температуры воздуха в азовском регионе по причинам как природного так и антропогенного характера в ближайшие 15-20 лет вряд ли составит более 1.2-1.3<sup>0</sup>С по сравнению с концом XIX века и 0.4-0.5<sup>0</sup>С по отношению к концу XX века, а среднегодовой температуры воды Азовского моря в его прибрежных и поверхностных слоях соответственно более 0.5-0.6<sup>0</sup>С и 0.2-0.3<sup>0</sup>С (Гаргопа, 2003).

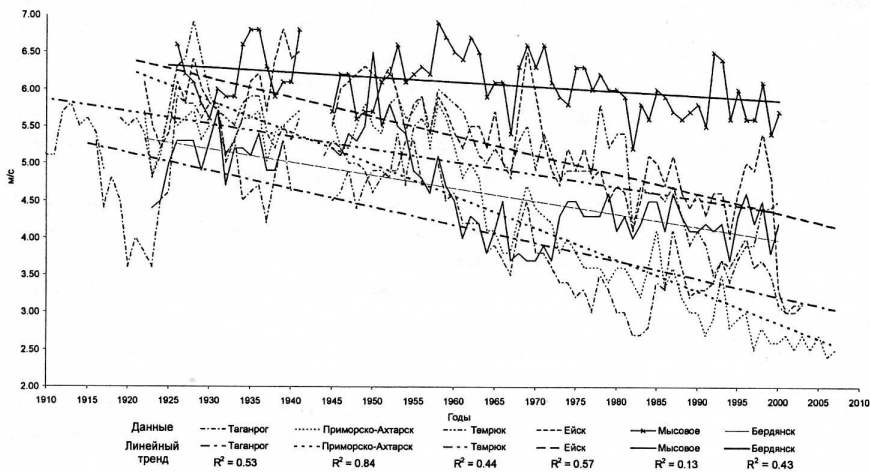


Рис. 1 Среднегодовая скорость ветра Азовского моря по данным 6 ГМС

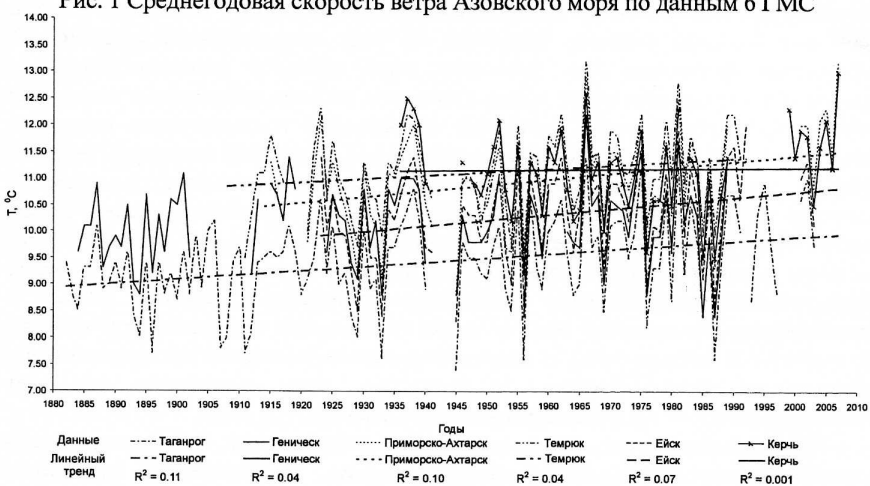


Рис. 2 Среднегодовая температура воздуха Азовского моря по данным 6 ГМС



## **Глава 2. База данных океанографических характеристик по Азовскому морю за период 1891-2006 гг.**

Во второй главе дан краткий обзор существующих баз данных по Азовскому морю. Представлена сформированная при непосредственном участии автора база данных (БД) океанографических наблюдений Южного научного центра Российской академии наук (ЮНЦ РАН), обоснованы принципы организации БД, структура и используемые форматы, предложены новые подходы с применением ГИС-технологий к формированию базы океанографических данных. Описаны процессы сбора и обработки получаемой информации, формализация данных, принципы и приемы контроля качества данных, в том числе дубликатов. Автор является администратором океанографической БД, принимает участие в ее разработке и наполнении информацией, проводит контроль качества данных (Кулыгин, Дашкевич, 2006; Архипова, Дашкевич, Кулыгин, 2006; Дашкевич, 2007; Архипова и др., 2007; Бердников, Дашкевич, 2007). Представлена реализованная ЮНЦ РАН вместе с коллегами из Лаборатории морского климата Национального центра океанографических данных (NODC/NOAA, USA) общедоступная БД Азовского моря (<http://nodc.noaa.gov/OC5/AZOV2008>) в форме Климатического атласа Азовского моря (Climatic Atlas..., 2008). Дано описание полученного продукта.

БД содержит более 120 тыс. океанографических и гидрологических станций за период с 1891 года по настоящее время (литературные данные, Интернет-ресурсы и материалы экспедиционных исследований ЮНЦ РАН и Азовского филиала ММБИ КНЦ РАН) с информацией по гидрологии, гидрохимии и метеорологии (табл.1), а также численности, биомассе и видовом составе гидробионтов (всего почти 100 параметров). Все данные можно разделить на две большие категории: регулярные наблюдения на прибрежных ГМС и экспедиционные материалы.

БД формируется на основе принципов полноты, стандартизации, простоты, надежности и качества. Основным требованием к информации, поступающей в БД, является полнота и неизменность заносимых данных, для реализации этого предусмотрена возможность хранения данных в разных единицах измерения с возможностью автоматического пересчета и комплексное формирование информации в виде традиционных порейсовых массивов («in situ»). Принцип стандартизации предполагает, что должен использоваться фиксированный перечень ключевых слов и таксономических кодов, для которых определены все возможные дополнительные характеристики и область применимости. В основу предлагаемого подхода к формализации данных для морских экосистемных исследований положен международный формат NOAA (для внешнего доступа) и линейный формат ЮНЦ РАН (для внутреннего пользования) (Матишов и др., 2005; Кулыгин, Дашкевич, 2006; Архипова и др., 2007). Разнообразные справочники (более 50), в том числе разработанные специалистами Всемирной метеорологической организации (WMO) и Национальной администрацией по океану и атмосфере США (NOAA), позволяют производить контроль качества вводимых данных, согласуясь с мировыми стандартами, и постоянно поддерживать базу в непротиворечивом состоянии. Принцип простоты определяется включением

в БД в первую очередь первичных наблюдаемых, а не расчетных величин. Надежность и качество – важный элемент при формировании любой БД.

Таблица 1

Перечень гидрометеорологических и гидрохимических параметров в океанографической базе данных Азовского моря за период 1891-2006 гг.

Характеристики водной среды	Число измерений
температура	34517/89203**
соленость	16724
хлорность	6711
давление	545
электропроводность	499
абсолютное содержание растворённого кислорода	8142
относительное содержание растворённого кислорода	2694
pH	3523
окисляемость кислорода	1110
фосфаты	4180
общее содержание фосфора	370
нитраты	624
нитриты	1699
аммонийный азот	258
силикаты	2090
щелочность	3315
состояние моря	10453/415
тип волнения	2653
направление волнения	9259
прозрачность	16841/39
ледовитость	24
тип льда	65
толщина льда	172/6
сплоченность льда	34
Характеристики воздушной среды	Число измерений
абсолютная влажность	3221
относительная влажность	3166/25008
атмосферное давление	2412
температура воздуха	11221/31421
общая облачность	10020/25400
тип облачности	2181
скорость ветра	18010/29926
направление ветра	18785/28348
видимость	3428
погода	321/1435

Примечание: \*- все показатели относятся к воде;

\*\* - в знаменателе указано количество измерений на береговых постах.



При участии автора для БД ЮНЦ РАН разработана многоуровневая система с двойным контролем качества данных, позволяющая эффективно проверять информацию и отсеивать дубликаты (Кульгин, Дашкевич, 2006; Дашкевич, 2007; Бердников, Дашкевич, 2007). Данные принципы были разработаны в ММБИ КНЦ РАН совместно с коллегами из Лаборатории морского климата Национального центра океанографических данных (NOAA, USA), и модифицированы в ЮНЦ РАН. Пространственная привязка осуществляется на новой батиметрической карте Азовского моря (Матишов, 2006) с помощью геоинформационной системы ArcGIS 9.2, что позволяет использовать для анализа данных широкий набор инструментов ГИС. Автор является администратором представленной БД, его роль отражена на организационной схеме от «источника данных» до «общедоступной базы данных» представленной ниже (рис.3).



Рис.3 Организационная схема БД ЮНЦ РАН

Для работы с БД с применением современного программного обеспечения разработана компьютерная система, включающая три взаимосвязанных блока: 1) собственно океанографическую базу данных; 2) комплекс программ для работы с табличной информацией; 3) ориентированный на современные географические информационные системы (ГИС) комплекс программ для обработки пространственно-распределенной информации. Программа, обеспечивающая работу с БД, реализована в среде Access 2000 специалистом ЮНЦ РАН Кульгиным В.В.. Автор принимал непосредственное участие в разработке форм интерфейса программы, структуры пользовательских файлов, формировании справочников (Кульгин, Дашкевич, 2006; Архипова, Дашкевич, Кульгин, 2006).

Основываясь на разработанной океанографической БД, ЮНЦ РАН, Мурманским морским биологическим институтом с Азовским филиалом и с привлечением данных мирового центра данных (NODC/NOAA (США)) в рамках проекта GODAR в 2006 году был издан «Climatic Atlas of the Sea of Azov 2006», а в 2008 году – «Climatic Atlas of the Sea of Azov 2008» - его вторая расширенная версия (рис. 4) (Climatic Atlas...,2006; Climatic Atlas..., 2008). Автор является соавтором обеих монографий. Атласы содержат первичные океанографические данные представленные на CD-диске, собранные в Азовском море, Керченском проливе и прилегающей части Чёрного моря в период 1891-2006 годов. Построены месячные климатические вертикальные разрезы и карты распределения температуры и солёности на поверхности и горизонтах 5 и 10

метров. В состав Атласа включены редкие книги и статьи в электронном формате по истории освоения Азовского моря, изучению его климата, а также фотографии, дающие представление о природе региона и его истории.

*International Ocean Atlas and Information Series, Volume 11*

**Climatic Atlas of the Sea of Azov 2008**



*Southern Scientific Center Russian Academy of Sciences, RUSSIA; Murmansk Marine Biological Institute, RUSSIA; Ocean Climate Laboratory, NODC/NOAA, USA*

Атлас содержит первичные океанографические данные, представленные на CD-ROM, собранные в Азовском море и Керченском проливе в период 1891-2006 годов специалистами Академии наук, Министерства по рыболовству и Гидрометеорологической службы России. Приводятся ежегодные месячные карты распределения данных, месячные климатические вертикальные разрезы температуры и солёности и климатические карты температуры и солёности на поверхности и горизонтах 5 и 10 метров. Рассматривается трехмерная гидродинамическая модель Азовского моря. Для оценки её адекватности проводится сравнение климатических полей солёности, построенных по данным измерений, с климатическими полями, которые рассчитаны на основе модели. Обсуждаются межгодовые изменения температуры воздуха в прилегающих к Азовскому морю районах за период 1885-2006 годов с точки зрения описания тенденций изменения климата в регионе. В состав настоящего Атласа включены редкие книги и статьи в электронном формате по истории освоения Азовского моря, изучению его климата, а также фотографии, дающие представление о природе региона и его истории.

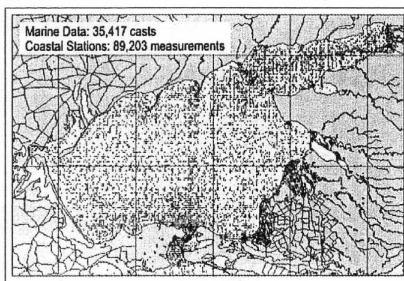


Рис. 4 Интернет-версия Климатического атласа Азовского моря 2008

### Глава 3. Анализ тенденций изменения температурного режима вод открытой части Азовского моря

В третьей главе на основе сформированной БД проанализированы тенденции изменения температурного режима открытой части вод Азовского моря за период 1920-2006 гг.: многолетняя, сезонная и суточная динамика для Таганрогского залива (ТЗ) и собственно моря (СМ). Выполнена статистическая обработка данных, выявлена высокая изменчивость температуры воды Азовского моря. Проведен сравнительный анализ пространственного среднелетнего распределения температуры воды Азовского моря по сезонам на основе построенных автором карт (Climatic Atlas..., 2008) и фундаментальных справочных изданий (Гидрометеорологический справочник Азовского моря, 1962; Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР т.3 Азовское море, 1986; Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР т.5 Азовское море, 1991).

Температура воды – самый многочисленный параметр в БД. Недостатком имеющихся данных является их не регулярное распределение во времени и пространстве, что затрудняет необходимое для климатологического анализа осреднение. Имеются значительные разрывы во временном ряде наблюдений, которые пока не удалось заполнить. Наиболее обеспечены данными периоды 1926-1935 гг., 1946-1960 гг., 1970-1980 гг. и 1998-2007 гг. Для прибрежных ГМС есть данные только для отдельных лет (1937-1939 гг., 1950-1954 гг., 1958 г., 1969-1971 гг., 1974-1975 гг.), в основном это температура поверхностного слоя и метеорологические параметры. В данной работе анализировались данные для открытой части Азовского моря.

При анализе временных рядов с постоянной цикличностью возможны два подхода. В первом случае определяется средний для цикла ход параметра и затем анализируются отклонения от полученного среднего хода. Второй подход предполагает проведение анализа изменений параметра во времени отдельно для каждого элемента цикла. Для рассматриваемого параметра цикл равен году, а его элементами являются 12 месяцев. Второй подход, как обладающий большей гибкостью, использован в данной работе для оценки климатических изменений. Сезонные изменения температуры воды Азовского моря, как и других мелководных территорий умеренных широт, выражены очень резко. Месячные значения температуры воды имеют значительно большую изменчивость, чем средние годовые. В связи с вышеизложенным, для корректности проведения анализа был применен графический метод обработки наблюдений (Гидрологический..., 1962), который заключается в построении среднесезонных кривых годового хода температуры воды для основных квадратов моря. В качестве кривых годового хода были использованы среднесезонные данные из работы (Гидрометеорологические..., 1986), все имеющиеся данные для открытой части моря были приведены к 15 числу для каждого месяца.

Были выделены поверхностный и придонный слои для ТЗ и поверхность, слои 5 и 10 м для СМ. При анализе месячных графиков многолетнего распределения температуры воды отмечено, что межгодовая динамика температуры воды Азовского моря отличается большой изменчивостью. В отдельные годы наблюдаются значительные отклонения температуры воды от среднесезонной. Выявлена слабая тенденция к увеличению среднегодовых значений температуры воды. Незначительное повышение среднесезонной температуры, вероятно, является примером внутривековых колебаний климата и обусловлено сменой циркуляционных процессов с восточной на западную составляющую ветров, увеличением повторяемости циклонов, облачности и количества осадков, а также со снижением скорости ветра и испарения в азовском регионе. Наряду с большой изменчивостью температуры воды показано, что тенденции в многолетней динамике среднемесячной температуры воды для многих месяцев схожи, а для января, февраля и сентября соответствуют колебаниям среднегодовых значений для большинства лет.

В многолетних колебаниях среднегодовой температуры воды Азовского моря выделяется фаза с повышенным температурным фоном с начала 60-х до середины 80-х годов и с конца 80-х – начала 90-х до конца XX века, а между ними фаза с пониженным. В среднем для всего Азовского моря фаза преимущественно пониженных среднегодовых температур воды приходится на период с середины 40-х до конца 50-х годов. Далее следует фаза с повышенным температурным фоном с начала 60-х до середины 80-х годов и с конца 80-х – начала 90-х до настоящего времени, прерываемая кратковременными (1-3 года) похолоданиями. В многолетних колебаниях весенней температуры воды выделяется период пониженных температур с начала 50-х до середины 60-х и повышенных в последующие 15 лет. Далее следует нечеткое 10-летнее похолодание. В последующее время температурный фон в весеннее время повышен. В летний сезон с середины 40-х по середину 60-х отмечаются чередующиеся

кратковременные периоды как резко так и слабо выраженных похолоданий и потеплений. Далее выделяется почти 20 лет с несколько пониженным температурным фоном. Последующие годы до настоящего момента можно охарактеризовать как преимущественно теплые с немногочисленными прохладными годами (1994, 2004, 2008). В многолетних колебаниях осенних температур воды в среднем для всего Азовского моря можно выделить с середины 1940-х гг. 15-летний период похолодания, с отдельными теплыми годами (1952, 1954, 1955). Наиболее четко выделяется период повышенных значений с начала 1960-х по середину 1970-х гг. Последующее время представлено чередующимися кратковременными (2-3 года) похолоданиями и потеплениями. Зимний период конца 1940-х - начала 1960-х гг. характеризуется значениями близкими к норме. С конца 1960-х до начала 1980-х гг. термический режим зим был слабо пониженным. Повышенный температурный фон был свойствен 1960-м и началу 1980-х гг. В последнее время наблюдается чередование как очень теплых, так и относительно холодных зим (1995/96, 1996/97, 2005/06, 2007/08 гг.) при общем несколько повышенном температурном фоне.

Несмотря на достаточно большой объем имеющейся информации о гидрологическом режиме Азовского моря, пространственное распределение температуры воды в научной литературе иллюстрировано достаточно скупо. Чаще всего это карты и схемы, освещающие конкретные условия во время проведения экспедиционных работ. Среднепогодные карты, дающие общую климатическую характеристику Азовского моря, есть только в некоторых фундаментальных работах по изучению его гидрометеорологического режима. Был проведен сравнительный анализ среднепогодного распределения температуры воды в январе, апреле, июле и октябре на поверхности (рис. 5-6) и в придонном горизонте, основанный на материалах обобщающих работ (Гидрометеорологический..., 1962; Гидрометеорологические..., 1986; Гидрометеорология..., 1991) и сформированной БД.

Для построения полей распределения температуры в работах (Гидрометеорологический..., 1962; Гидрометеорологические..., 1986) применялся графический метод обработки материалов. Можно предположить, что в работе (Гидрометеорология..., 1991) применялся аналогичный метод, т.к. поля распределения (Гидрометеорологические..., 1986) и (Гидрометеорология..., 1991) идентичны. Нами для построения температурных полей использовался следующий подход: Азовское море было разделено на квадраты размером 10x10 км. Для сглаживания неравномерностей в распределении станций открытой части моря в пределах месяца так же был применен графический метод обработки наблюдений (Гидрологический..., 1962; Гидрометеорологические..., 1986). В качестве кривых годового хода были использованы среднепогодные данные из работы (Гидрометеорологические..., 1986). Для каждого месяца рассчитывалось значение температуры в узлах регулярной сетки (середина квадрата). Среднемесячные значения для каждого узла сетки рассчитывались по всем измерениям, находящимся в радиусе 20 км от этого узла, если число океанографических станций было больше трех. Отсутствие данных помечалось специальным кодом. Были построенные карты пространственного распределения температуры воды для поверхности, горизонтов 5 и 10 м.



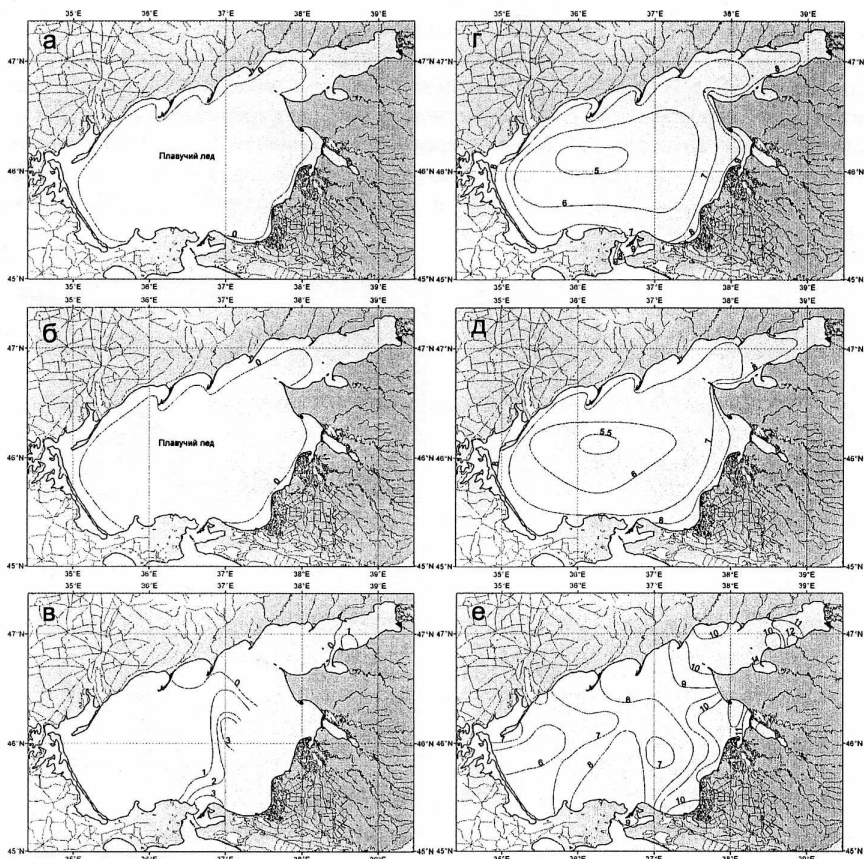


Рис. 5. Пространственное распределение температуры воды в январе и апреле на поверхности: а – январь, г – апрель (Гидрометеорологический..., 1962); б – январь, д – апрель (Гидрометеорологические..., 1986); в – январь, е – апрель (данная работа; Climatic Atlas..., 2008)

Осреднение по пространству проводилось по формуле (1)

$$X_{\text{ср}} = [\sum_i (X_i / (R_i + d)^\gamma)] / [\sum_i (1 / (R_i + d)^\gamma)], R_i \leq R_{\text{max}}, \quad (1)$$

где:  $X_{\text{ср}}$  - среднее значение в рассматриваемом узле сеточной области;  $X_i$  - значение рассматриваемой характеристики на  $i$ -й станции;  $R_i$  - расстояние от узла сеточной области до  $i$ -й станции, км;  $R_{\text{max}}$  - радиус влияния, км;  $d, \gamma$  - параметры,  $d=5$  км,  $\gamma = 1.4$ .

Общая тенденция, выявленная при сравнении карт в работах (Гидрометеорологический..., 1962; Гидрометеорологические..., 1986; Гидрометеорология..., 1991) и (Climatic Atlas..., 2008) – в распределении изотерм на картах от 1962 к 2008 году прослеживается увеличение площади «теплых» полей для зимнего и весеннего сезонов и увеличение «холодных» - для осеннего

(рис.5-6). Для лета выраженная тенденция не прослеживается. Эта же закономерность сохраняется и при сравнении кривых годового хода температуры воды для ТЗ и СМ. В наибольшей степени наблюдаемая тенденция сказывается на увеличении variability (контрастности) в пространственно-временном распределении температуры воды. Вероятно, изменение среднемноголетней температуры воды обусловлено сменой циркуляционных процессов с восточной на западную составляющую ветров и является примером внутривековых колебаний климата.

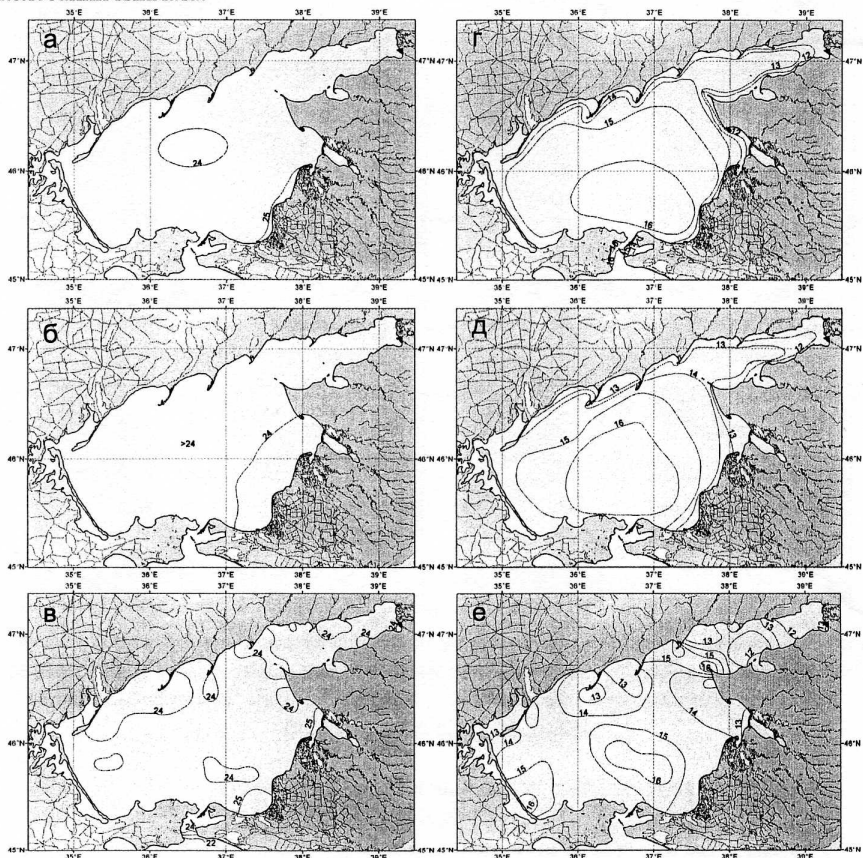


Рис. 6. Пространственное распределение температуры воды в июле и октябре на поверхности: а – июль, г – октябрь (Гидрометеорологический..., 1962); б – июль, д – октябрь (Гидрометеорологические..., 1986; Гидрометеорология..., 1991); в – июль, е – октябрь (данная работа; Climatic Atlas..., 2008)

Вертикальное распределение температуры воды для Азовского моря иллюстрировано еще более скудно, чем пространственное, в основном это конкретные условия во время проведения экспедиционных работ на вековых или

произвольных разрезах. В нашей работе (Climatic Atlas..., 2008) впервые были построены среднеголетние вертикальные океанографические разрезы (рис.7) для всех 12 месяцев вдоль линии, проходящей по наиболее глубоководной части Азовского моря от устья р. Дон до Керченского пролива общей длиной 350 км. Процедура построения климатических разрезов подобна процедуре построения климатических полей с осреднением значений температуры и солёности воды в узлах регулярной сетки с шагом 5 км вдоль линии профиля и 1 м по глубине. При осреднении рассматривались все станции, расположенные в радиусе 20 км от расчетного узла сетки. Вертикальное распределение температуры воды хорошо согласуется с пространственным. При анализе профилей вертикального распределения отмечено, что влияние донских и черноморских вод отчетливо прослеживается для всех сезонов года, наиболее ярко в холодный период.

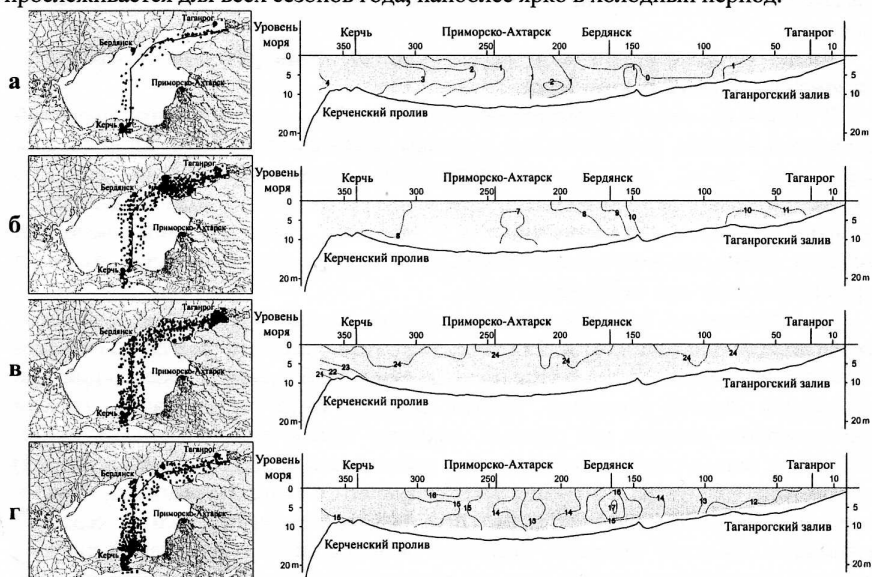


Рис. 7. Среднеголетние разрезы от устья р. Дон до Керченского пролива (а - январь, б - апрель, в - июль, г - октябрь)

Высказана и на основе статистического анализа частоты распределения температуры воды подтверждена гипотеза об увеличении ее контрастности. Построены графики для ТЗ (поверхность, дно) и СМ (поверхность, 5 и 10 м), проведен сравнительный анализ сезонных изменений температуры воды по плотности ее распределения в открытой части Азовского моря. Для сравнения были выделены 3 временных периода: 1913-1945 гг., 1946-1984 гг. и 1985-2006 гг. Основным критерием для разделения на первый и второй периоды было распределение информации в БД и масштабное изменение в гидрологическом режиме Азовского моря, а именно построение Цимлянского гидроузла (1952 г.). Выделение третьего периода приурочено к наблюдению ярко выраженного тренда снижения ветровой активности в азовском регионе (с середины 1980-х гг.). В

результате проведенного анализа отмечено увеличение контрастности в распределении температур Азовского моря с течением времени, «нормальная» кривая в распределении температуры воды в современный период для большинства месяцев года трансформирована.

Наблюдаемые тенденции изменений температуры воды в Азовском море не однозначны, бесспорно, лишь незначительное повышение среднемноголетней температуры, что вероятно является примером внутривековых колебаний климата. Тенденции, отмеченные нами в азовском регионе для выделенных периодов, обеспеченных данными, очень схожи с тенденциями, наблюдаемыми для юга европейской территории России в целом. Это может являться дополнительным фактом в пользу необходимости и важности изучения климатических изменений на региональном уровне для понимания глобальных процессов.

#### **Глава 4. Математическое моделирование температурного режима и тепловой баланс Азовского моря**

В главе 4 на основе сформированной автором базы данных и математической балансовой модели, разработанной научным руководителем С.В. Бердниковым (Бердников, 2004), проведено моделирование температурного и ледового режимов, а также теплового баланса Азовского моря для периода 1920-2008 гг. Автором проведена адаптация модели к условиям Азовского моря, выполнен расчет и сравнение полученных результатов с литературными источниками и первичными данными из БД ЮНЦ РАН.

Моделирование климатических изменений стало едва ли не основным исследовательским методом в XXI веке. При этом далеко не всегда для оценки реальных эффектов используется база данных, собранная в экспедициях за длительный период времени. Целью работы была верификация модели температурного режима для периода, наиболее обеспеченного данными (1920-2006 гг.) и совместный анализ (данных наблюдений и модельных траекторий) многолетних тенденций изменения температурного и ледового режимов, а также элементов теплового баланса моря. Для расчета температурного и ледового режимов в качестве внешних факторов используются суммарная солнечная радиация, температура и относительная влажность воздуха, облачность, скорость ветра, температура речных и черноморских вод. В качестве основы использовались материалы наблюдений прибрежных ГМС, а также информация из БД (табл.1). Верификация модели температурного режима заключалась в подборе эмпирических коэффициентов для ряда параметров, в частности затрат тепла на испарение, теплового излучения водной поверхности и противоизлучения атмосферы. Для сравнения результатов использовались оценки среднегодовой температуры воды по 6 ГМС из работы (Гаргопа, 2003), коэффициент корреляции между расчетной температурой воды и этими данными равен 0.86 (рис. 8). Кроме этого, полученные результаты сравнивались со справочной информацией из литературных источников и первичными данными из БД, обобщенными в работе (Climatic Atlas..., 2008) (рис. 9-10). Показано хорошее соответствие расчетной и наблюдаемой температуры воды. Сделан вывод, что модель является адекватной для условий Азовского моря и может быть применена для исследований климатических изменений в азовском регионе.



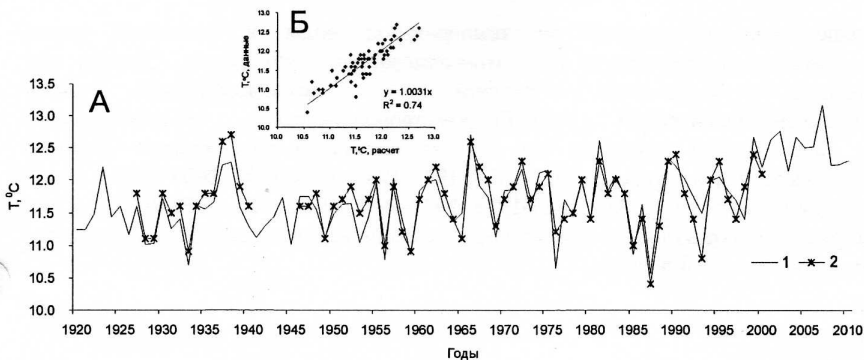


Рис. 8 Динамика среднегодовой температуры воды Азовского моря (А) и диаграмма соответствия (Б); 1 – расчет, 2 – оценка по данным 6 ГМС (Гаргопа, 2003).

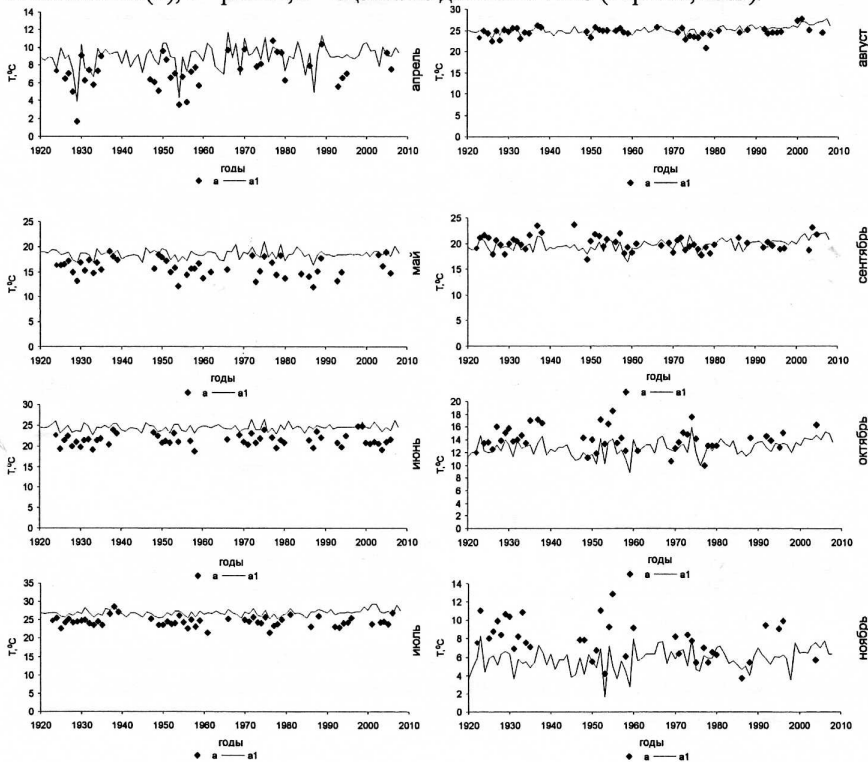


Рис. 9. Сравнение результатов расчета (а1) динамики температуры воды Азовского моря с осредненными натурными данными (а) (Climatic Atlas..., 2008)

В рамках модельных расчетов была восстановлена динамика ледового режима Азовского моря (рис. 10). Так как данных о ледовой ситуации еще

меньше, чем наблюдений за температурой воды в холодный сезон, ориентироваться приходится на немногочисленные публикации. Однако, при сравнении результатов расчета с исследованиями работ (Гидрометеорологический..., 1962; Гидрометеорологические..., 1986; Матишов и др., 2008) можно отметить, что модель адекватно рассчитывает ледовую обстановку как для суровых (1927-1928, 1941-1942, 1953-1954, 2005-2006 г. и др.) так и для мягких (1935-1936, 1937-1938, 1947-1948, 1954-1955, 2006-2007 г. и др.) зим (рис.10). По результатам расчета отмечено снижение ледовитости в Азовском море в современный период.

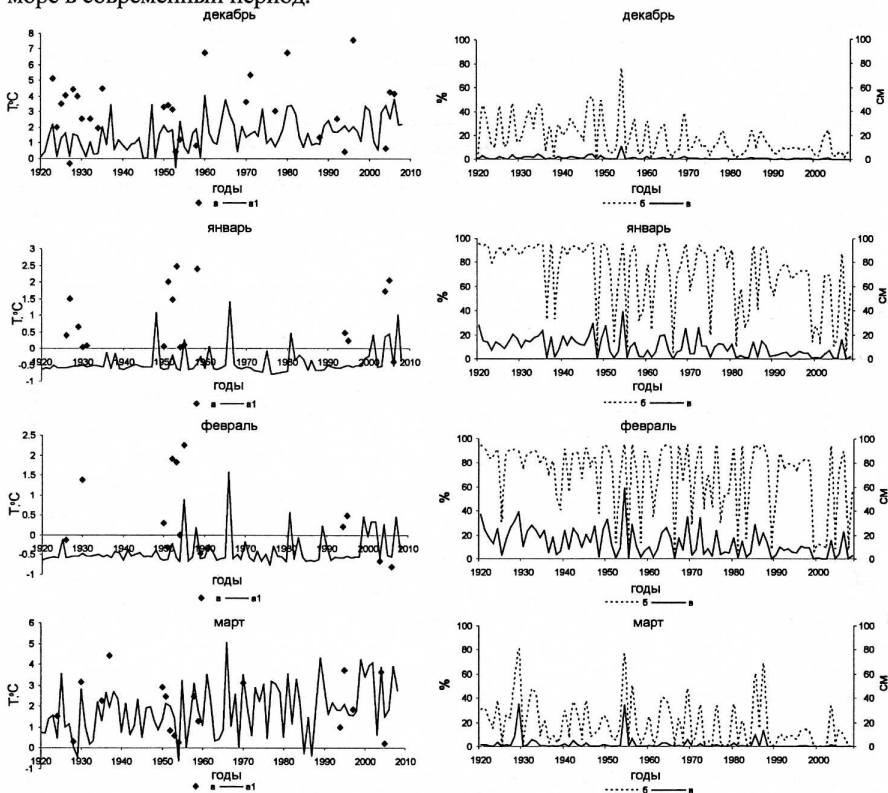


Рис. 10 Сравнение результатов расчета (a1) динамики температуры воды Азовского моря по месяцам с натурными данными (a) (Climatic Atlas..., 2008), осредненными в пределах месяца, оценка ледовитости (б) и толщины льда (в)(%)

Короткопериодные колебания в рядах составляющих радиационного баланса, а также метеорологических величин (температура воздуха, аномалии атмосферного давления, осадки) показывают наличие связи между атмосферными факторами и изменениями составляющих радиационного баланса (Покровский и др., 2004). Связь долговременных колебаний потоков тепла и осадков с глобальным изменением климата также отмечена в ряде исследований (Sellers et al., 1986;

Покровский и др., 2004 и др.), было интересно проверить ее наличие для Азовского моря. Был проведен расчет элементов теплового баланса для периода 1920-2008 гг. Линейная аппроксимация многолетней динамики элементов теплового баланса показывает общую тенденцию изменений за рассматриваемый период (рис. 11).

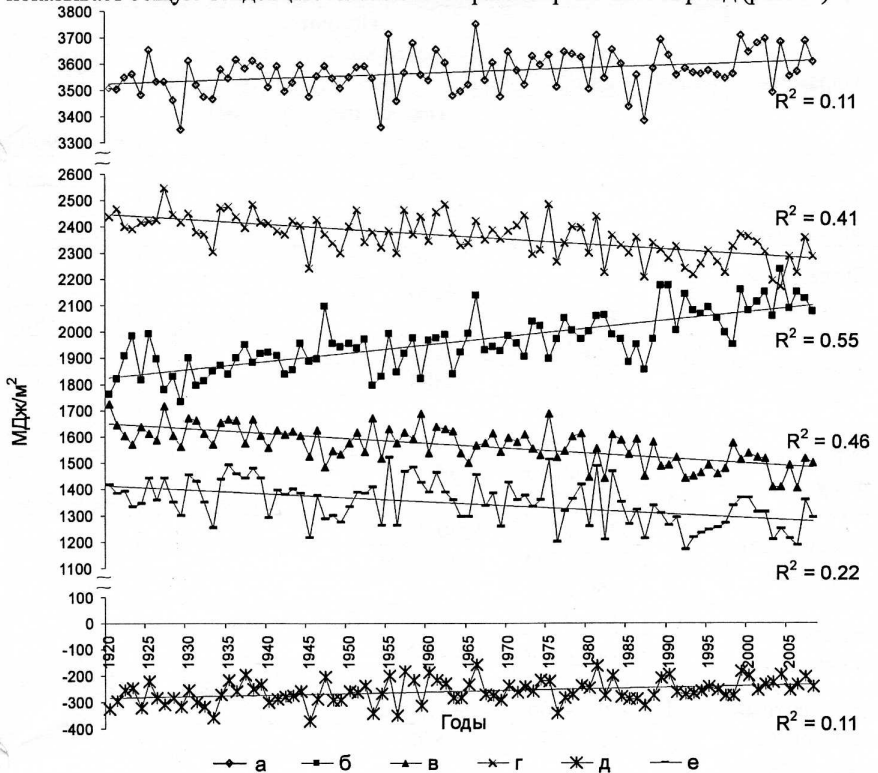


Рис. 11 Многолетняя динамика составляющих теплового баланса в Азовском море: а – поглощенная радиация, б – эффективное излучение, в – радиационный баланс, г – расход тепла на испарение, д – контактный теплообмен, е - тепловой баланс.

Показано статистически значимое снижение затрат на испарение, увеличение эффективного излучения и уменьшение радиационного баланса с течением времени. Первое вероятно связано с наблюдаемым снижением скорости ветра в азовском регионе, второе и третье – с усилением циклонической деятельности. Кроме этого, отмечен некоторый рост поглощенной радиации, что вероятно связано с наблюдаемым в последней четверти XX в. по данным многих актинометрических станций России отрицательным трендом альбедо в зимний период (Покровский и др., 2004), в случае Азовского моря это может быть связано с большим количеством мягких зим относительно суровых (Шишкин и др., 2001-2002; Дьяков, Иванов, Горбач, 2002; Матишов и др, 2008; Боровская, Ломакин, 2008). Сравнение среднееголетней годовой величины элементов теплового

баланса по результатам нашего расчета с информацией, приведенной в литературе, представлено в таблице 2.

Таблица 2

Среднегодовое значения элементов теплового баланса (МДж/м<sup>2</sup>)

Параметр	район	Источник			
		расчет автора	Гидрометеорология..., 1991	Гидрометеорологический..., 1962	Спичак, 1963
		Период расчета (годы)			
		1920-2008	до 1986	1891-1958	1946-1960
Тепло на образование/таяние льда	СМ	-	±40-60	-	-
	ТЗ	-	±80-100	-	-
	АМ	±70		-	±58.6
Суммарная радиация	СМ	-	5250	-	-
	ТЗ	-	4850	-	-
	АМ	3350-3750	-	3559-3978	4773-5192
Радиационный баланс	СМ	1250-1650	2700-2750	-	-
	ТЗ	1400-1700	2400	-	-
	АМ	1300-1650	-	-	2805
Эффективное излучение	СМ	1850-2400	1590	-	-
	ТЗ	1700-2200	1460	-	-
	АМ	1750-2200	-	1256	1465-1758
Поглощенная радиация	СМ	3350-3750	4200-4300	-	-
	ТЗ	3300-3700	3800-4000	-	-
	АМ	3350-3750	-	-	4480
Затраты тепла на испарение	СМ	2100-2500	2000	2512	-
	ТЗ	2150-2550	2200-2500	1465	-
	АМ	2170-2540	-	1884-2303	1968-2554
Турбулентный теплообмен между водой и атмосферой	СМ	-70...-300	-150...-200	-	-
	ТЗ	-150...-370	-520	-	-
	АМ	-160...-370	-	-126...-293	-360...-611

Примечание: СМ – собственно море; ТЗ – Таганрогский залив; АМ – Азовское море

**В заключении** по результатам выполненных в диссертационной работе исследований сформулированы следующие выводы:

1. В результате работы получен принципиально новый конечный продукт – общедоступная комплексная мегабаза океанологических данных по Азовскому морю за период более 100 лет. Ключевым элементом создания БД для экологических исследований является формализация процедур описания первичной информации, контроль ее качества и исключение дубликатов. Создание общедоступных БД за многолетний период на основе принципов полноты, стандартизации, простоты, надежности и качества заносимых данных, формирует полноценное информационное обеспечение для исследований климата морских систем. Объединение в одной базе на единых методических позициях всей совокупности данных, получаемых в море, открывает новые перспективы для



палеоэкологических реконструкций, прогнозирования климата, морской ледовитости, биопродуктивности и рыбопромысловой урожайности, выделения антропогенной составляющей в глобальной изменчивости.

2. На основе полученной базы данных был проанализирован температурный режим открытой части Азовского моря с помощью новых информационных технологий. Выявлены следующие особенности.

Термическая структура вод Азовского моря характеризуется ярко выраженной сезонной перестройкой, что обусловлено годовым циклом теплообменом между атмосферой и поверхностью моря. На общем фоне незначительного увеличения среднегодовой температуры воды отмечено некоторое потепление для весеннего и зимнего сезонов, и похолодание для осеннего при колебаниях в ту или другую сторону для отдельных месяцев и районов. Для лета выраженная тенденция не прослеживается. Выявлено увеличение контрастности в пространственно-временном распределении температуры воды для всех сезонов. Температурный режим Азовского моря отличается большой изменчивостью. В отдельные годы отмечаются значительные отклонения температуры воды от среднемноголетней. Вместе с тем тенденции в изменениях среднемесячной температуры воды для января, февраля и сентября соответствуют колебаниям среднегодовых значений для большинства лет. Незначительное повышение среднемноголетней температуры, вероятно, является примером внутривековых колебаний климата и обусловлено сменой циркуляционных процессов с восточной на западную составляющую ветров, с увеличением повторяемости циклонов, облачности и количества осадков, а также со снижением скорости ветра и испарения в азовском регионе. Выявленные тенденции согласуются с данными многочисленных исследователей, как азовского региона, так и климата планеты в целом, что может являться дополнительным фактом в пользу необходимости и важности изучения климатических изменений на региональном уровне для понимания глобальных процессов.

3. Представленная балансовая модель, адаптированная автором для условий Азовского моря, адекватно отражает изменения температурного режима и теплового баланса, поддерживает наблюдаемые тенденции снижения солёности, потепления климата, усиления циклонической деятельности, увеличение количества осадков и снижение ветровой активности в азовском регионе в современный период и может быть применена для исследований климатических изменений в азовском регионе.

4. В результате анализа данных наблюдений и результатов расчета сделан вывод о влиянии на наблюдаемый рост температуры воды Азовского моря (кроме зафиксированного повышения температуры воздуха) дополнительных факторов:

- в связи с понижением солёности в современный период температура замерзания воды повысилась, что даёт статистически более высокую среднегодовую температуру воды;
- уменьшение скорости ветра приводит к некоторому снижению затрат тепла на испарение, что также может способствовать повышению температуры;
- в свою очередь усиление циркуляции в азовском регионе и рост температуры воды могут влиять на снижение радиационного баланса и рост эффективного излучения.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Дашкевич Л.В., Кулыгин В.В. Сравнительный анализ среднемноголетнего распределения температуры воды Азовского моря по сезонам // Вестник ЮНЦ РАН, т.4, № 3, 2008. С. 64-71. 1.01
2. Дашкевич Л.В. Применение ГИС для создания электронного атласа Азовского моря // I-я ежегодная научная конференция студентов и аспирантов базовых кафедр ЮНЦ РАН. Материалы молодежной конференции (Ростов н/Д, 15-21 апреля 2005 г.) Ростов-на-Дону: изд. ЮНЦ, 2005. С. 277-279. 0.2
3. Матишов Г.Г., Смоляр И.В., Зуев А.Н., Голубев В.А., Дашкевич Л.В., Бердников С.В. Новые технологии архивирования данных и построения компьютерных морских климатических и биологических атласов // Современные информационные и биологические технологии в освоении ресурсов шельфовых морей, М.: Наука, 2005. С. 9-35. 2.36
4. Матишов Г.Г., Дашкевич Л.В., Бердников С.В., Голубев В.А. Разработка электронного климатического атласа Азовского моря // Экология, экономика, информатика. XXXIII школа-семинар «Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования» Тез. Докладов (Новороссийск, 12-17 сентября 2005 г.), Ростов н/Д, 2005. С. 142-144. 0.1
5. Дашкевич Л.В. Технология построения климатических карт электронного атласа Азовского моря // Материалы второй ежегодной научной конференции студентов и аспирантов базовых кафедр ЮНЦ РАН (Ростов-на-Дону, 5-26 апр. 2006 г.). Ростов н/Д: изд. ЮНЦ РАН, 2006. С. 56-57. 0.1
6. Кулыгин В.В., Дашкевич Л.В. Разработка и реализация океанографической базы данных ЮНЦ РАН и АФ ММБИ // Современные климатические и экосистемные процессы в уязвимых природных зонах (арктических, аридных, горных): Тезисы докл. Междун. Науч. Конф. (г. Азов, 5-8 сентября 2006 г.) Ростов н/Д: изд. ЮНЦ РАН, 2006. С. 119-121. 0.1
7. Архипова О.Е., Дашкевич Л.В., Кулыгин В.В. Принципы организации океанографической базы данных // Экология. Экономика. Информатика. XXXIV школа-семинар «Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования» (11-16 сентября 2006 г.) Ростов н/Д: изд. СКНЦ ВШ, 2006. С. 129-133. 0.25
8. Matishov G., Matishov D., Gargopa Yu., Dashkevich L., Berdnikov S., Baranova O., Smolyar I. Climatic Atlas of the Sea of Azov 2006. G. Matishov, S. Levitus, Eds., NOAA Atlas NESDIS 59, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 2006, 103 pp., CD-ROM. 5.85
9. Дашкевич Л.В. Основные принципы и приемы контроля качества данных // Материалы третьей ежегодной научной конференции студентов и аспирантов базовых кафедр ЮНЦ РАН (Ростов-на-Дону, 5-24 апреля 2007 г.). Ростов-на-Дону: изд. ЮНЦ РАН, 2007. С. 46-47. 0.1
10. Архипова О.Е., Бердников С.В., Дашкевич Л.В., Дженюк С.Л., Кулыгин В.В. Новые информационные технологии в задачах экосистемного мониторинга Азовского моря / Экосистемные исследования Азовского, Черного, Каспийского морей и их побережий. Т.9. – Апатиты: изд. КНЦ РАН, 2007. С. 14-22. 0.40

11. Бердников С.В., Дашкевич Л.В. Анализ закономерностей годового климатического цикла изменения температуры и солености Азовского моря и контроль качества данных // Экология. Экономика. Информатика. XXXV школа-семинар «Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования» Тез. докладов (п. Дюрсо, 10-15 сентября 2007 г.) Ростов н/Д: изд. СКНЦ ВШ, 2007. С. 159-162. 0,2
12. Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Гаргопа Ю.М., Бердников С.В., Дашкевич Л.В., Левитус С. (S.Levitus), Баранова О. (O. Baranova), Смоляр И. (I. Smolyar) Информационное обеспечение исследований климата морских систем (на примере Азовского моря) // Большие морские экосистемы России в эпоху глобальных изменений (климат, ресурсы, управление): Материалы междунауч. конф. (г. Ростов н/Д, 10-13 октября 2007 г.). Ростов-на-Дону: изд. ЮНЦ РАН, 2007. С. 86-92. 0,44
13. Climatic Atlas of the Sea of Azov 2008. Matishov G., Matishov D., Gargopa Yu., Dashkevich L., Berdnikov S., Kulygin V., Archipova O., Chikin A., Shabas I., Baranova O., Smolyar I. Climatic Atlas of the Sea of Azov 2008. G. Matishov, S. Levitus, Eds., NOAA Atlas NESDIS 65, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 2008, 148 pp., CD-ROM. 11,84
14. Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Гаргопа Ю.М., Дашкевич Л.В., Бердников С.В., Кулыгин В.В., Архипова О.Е., Чикин А.Л., Шабас И.Н., Левитус С., Баранова О., Смоляр И. О Климатическом атласе Азовского моря 2008 // Современные проблемы морской инженерной экологии (изыскания, ОВОС, социально-экономические аспекты): Материалы междунауч. науч. конф. (г. Ростов н/Д, 9-11 июня 2008 г.), Ростов н/Д: изд. ЮНЦ РАН, 2008. С. 173-175. 0,2
15. Дашкевич Л.В., Бердников С.В. Анализ многолетней изменчивости температурного режима вод Азовского моря с использованием математического моделирования // Экология. Экономика. Информатика. XXXVI школа-семинар «Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования» Тез. Докладов (п. Дюрсо, 8-14 сентября 2008 г.) Ростов н/Д: изд. ЦВВР, 2008. С. 55-56. 0,1
16. Матишов Г.Г., Бердников С.В., Степаньян О.В., Беспалова Л.А., Ковалева Г.В., Поважный В.В., Семин В.Л., Кренёва К.В., Польшин В.В., Дашкевич Л.В., Коваленко Е.П., Шохин И.В., Набоженко М.В., Лужняк В.А. Комплексный экосистемный подход с использованием современных информационных технологий при проведении экологического картирования акватории и береговой зоны Азовского моря // Наука Кубани, 2008. №3. С. 57-63. 0,61
17. Дашкевич Л.В., Бердников С.В. Математическое моделирование температурного режима и тепловой баланс Азовского моря // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. 2008. № 4. С. 24-30. 0,4



---

Печать цифровая. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Формат 60x84/16. Объем 1,0 уч.-изд.-л.

Заказ № 1056. Тираж 100 экз.

Отпечатано в КМЦ «КОПИЦЕНТР»

344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Суворова, 19, тел. 247-34-88

---