

Министерство чрезвычайных ситуаций Украины

Национальная Академия наук Украины

Украинский научно-исследовательский гидрометеорологический институт

Морское отделение

Ю.П. Ильин, Л.Н. Репетин, В.Н. Белокопытов, Ю.Н. Горячкин,  
Н.Н. Дьяков, А.А. Кубряков, С.В. Станичный

**ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ  
МОРЕЙ УКРАИНЫ**

**Том 2. Черное море**

Севастополь  
2012

УДК 551.46

**Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 2: Черное море** / Ильин Ю.П., Репетин Л.Н., Белокопытов В.Н., Горячкин Ю.Н., Дьяков Н.Н., Кубряков А.А., Станичный С.В.; МЧС и НАН Украины, Морское отделение Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института.- Севастополь, 2012.- с. 421, ил. 193, табл. 50, библи. 266.

ISBN 978-966-442-079-9

Изложены последние результаты обобщения и расчетов параметров гидрометеорологического режима и динамики вод Черного моря.

На основе материалов наблюдений береговой сети станций гидрометслужбы и морских экспедиций, собранных за весь многолетний период исследований, определены статистические характеристики метеорологических и гидрологических условий прибрежной зоны, а также районов открытого моря, прилегающих к берегам Украины. Выявлены тенденции многолетних изменений основных метеорологических и гидрологических показателей в условиях современного глобального потепления. По данным спутниковых альтиметрических измерений 1993-2010 гг. описано поле геострофических течений верхнего слоя моря и исследована их пространственно-временная изменчивость.

Монография предназначена для использования в качестве справочного пособия административными органами, проектными и строительными организациями, предприятиями морского транспорта, рыбного хозяйства, нефте-газодобычи, экологического мониторинга, гидрометеорологической и спасательной служб, научно-исследовательскими институтами, а также высшими учебными заведениями соответствующего профиля.

**Гідрометеорологічні умови морів України. Том 2: Чорне море** / Ільїн Ю.П., Репетін Л.Н., Белокопитов В.М., Горячкин Ю.М., Дьяков М.М., Кубряков А.О., Станичний С.В.; МНС і НАН України, Морське відділення Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту. - Севастополь, 2012.- с. 421, іл. 193, табл. 67, біблі. 266.

Викладені останні результати узагальнення і розрахунків параметрів гідрометеорологічного режиму і динаміки вод Чорного моря.

На основі матеріалів спостережень берегової мережі станцій гідрометслужби і морських експедицій, зібраних за весь багаторічний період досліджень, визначені статистичні характеристики метеорологічних і гідрологічних умов прибережної смуги, а також районів відкритого моря, прилеглих до берегів України. З'ясовані тенденції багаторічних змін основних метеорологічних і гідрологічних показників в умовах сучасного глобального потепління. За даними спутникових альтиметричних вимірювань 1993-2010 рр. описано поле геострофічних течій верхнього шару моря і досліджена їхня просторово-часова мінливість.

Монографія призначена для використання як довідниковий посібник адміністративними органами, проектними і будівельними організаціями, підприємствами морського транспорту, рыбного господарства, нафто-газодобування, екологічного моніторингу, гідрометеорологічної та рятувальної служб, науково-дослідними інститутами, а також вищими навчальними закладами відповідного профілю.

**Рецензенты:**

В.И. Осадчий, директор УкрНИГМИ, чл.-корр. НАН Украины, доктор геогр. наук

Е.Н. Воскресенская, ведущий научный сотрудник МГИ НАН Украины, доктор геогр. наук

Утверждено к печати Ученым советом УкрНИГМИ

ISBN 978-966-442-079-9

© Украинский научно-исследовательский гидрометеорологический институт МЧС и НАН Украины

© Ю.П.Ильин, Л.Н. Репетин, В.Н. Белокопытов, Ю.Н. Горячкин, Н.Н.Дьяков, А.А. Кубряков, С.В. Станичный

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие .....	7
1. Общие сведения .....	10
1.1 Современные исследования Черного моря .....	10
1.2 Используемые данные .....	12
1.3 Методы и средства анализа .....	16
Список литературы .....	19
2. Ветер.....	21
2.1. Скорость и направление ветра .....	21
2.1.1. Используемые материалы, метод обработки .....	21
2.1.2. Скорость ветра.....	26
2.1.3. Повторяемость скорости ветра .....	35
2.1.4. Направление ветра .....	37
2.2. Межгодовая изменчивость скорости ветра .....	46
2.3. Межгодовая изменчивость направлений ветра .....	62
2.4. Сильные ветры .....	69
Список литературы .....	78
3. Атмосферные осадки .....	81
3.1. Введение .....	81
3.2. Материалы и метод исследований .....	82
3.3. Среднее многолетнее распределение количества осадков .....	86
3.4. Годовой ход осадков .....	88
3.5. Пространственная изменчивость осадков, выпадаю- щих на поверхность Черного моря .....	91
3.6. Климатическая изменчивость .....	97
Список литературы .....	102
4. Температура воздуха .....	105
4.1. Введение .....	105
4.2. Используемые материалы .....	106
4.3. Пространственное распределение .....	108
4.4. Сезонные изменения .....	109
4.5. Межгодовая изменчивость .....	127
4.5.1. Методика климатического анализа.....	127
4.5.2. Вековые изменения среднегодовой температуры воздуха .....	128

4.5.3. Сезонные особенности вековых изменений температуры воздуха .....	129
4.5.4. Сезонный ход трендов температуры воздуха .....	134
4.5.5. Сезонный ход трендов внешних глобальных и внеземных процессов .....	136
Список литературы .....	140
5. Температура морской воды у берега .....	143
5.1. Введение .....	143
5.2. Материалы и методы обработки .....	144
5.3. Пространственное распределение в прибрежной зоне .....	146
5.4. Сезонная изменчивость .....	148
5.5. Межгодовая изменчивость .....	160
5.6. Внутригодовые изменения трендов .....	166
Список литературы .....	171
6. Соленость морской воды .....	174
6.1. Введение .....	174
6.2. Материалы и методика исследований .....	175
6.3. Сезонная и межгодовая изменчивость солёности у берегов .....	178
6.4. Сезонная и межгодовая изменчивость солёности на поверхности северо-западной части Чёрного моря .....	188
6.5. Сезонная и межгодовая изменчивость трансформированных речных вод на стандартном разрезе к востоку от устья Дуная .....	194
6.6. Распространение солёных вод в прибосфорском районе .....	199
Список литературы .....	203
7. Термохалинная структура вод шельфа .....	205
7.1. Материалы гидрологических наблюдений .....	205
7.1.1. Северо-западная часть моря .....	205
7.1.2. Южный берег Крыма .....	207
7.1.3. Прикерченский шельф .....	208
7.2. Методика расчета климатического термохалинного массива .....	210
7.3. Термохалинная структура вод .....	211
7.3.1. Северо-западная часть моря .....	211
7.3.2. Южный берег Крыма .....	230

7.3.3. Прикерченский шельф .....	242
7.4. Межгодовая изменчивость .....	251
7.4.1. Температура воды .....	252
7.4.2. Соленость воды .....	255
Список литературы .....	257
8. Ледовые условия .....	260
8.1. Северо-западная часть Черного моря .....	260
8.1.1. Ледовый режим прибрежной зоны .....	261
8.1.2. Ледовый режим открытых районов моря .....	270
8.1.3. Климатические изменения ледовых условий .....	277
8.2. Керченский пролив и прикерченский шельф Черно- го моря .....	284
Список литературы .....	303
9. Ветровое волнение .....	307
9.1. Введение .....	307
9.2. Используемые материалы и условия наблюдений .....	310
9.3. Высота волн .....	312
9.4. Направление распространения волн .....	321
9.5. Штормовое волнение .....	329
9.6. Межгодовые изменения ветрового волнения .....	337
Список литературы .....	339
10. Уровень моря .....	341
10.1. Современное состояние сети пунктов наблюдений над уровнем Черного моря .....	341
10.2. Факторы, влияющие на формирование уровенного режима и их изменчивость .....	343
10.3. Многолетние колебания уровня .....	357
10.4. Сезонные колебания уровня .....	364
10.5. Синоптические колебания уровня .....	367
Список литературы .....	375
11. Геоострофические течения .....	379
11.1. Спутниковая альтиметрия как современный инструмент исследования течений .....	379
11.2. Расчет динамических характеристик Черного моря по данным спутниковой альтиметрии .....	381
11.3. Валидация полей течений, восстановленных по данным альтиметрии .....	386

11.3.1. Сопоставление с дрейфтерными измерениями .....	386
11.3.2. Сопоставление с данными спутниковых сканеров видимого и ИК диапазонов .....	387
11.4. Межгодовая изменчивость интегральных динамических характеристик верхнего слоя Черного моря .....	390
11.5. Сезонная изменчивость интегральных характеристик поверхностных геострофических течений .....	393
11.6. Пространственно-временная изменчивость полей геострофических течений .....	395
11.7. Пространственно-временная изменчивость полей вихревой кинетической энергии .....	398
11.8. Пространственно-временная изменчивость полей средней кинетической энергии .....	403
Список литературы .....	406
Заключение .....	409

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В условиях глобального потепления последних десятилетий актуальность исследования изменений гидрометеорологического режима морей и их регионов значительно возросла. Для морских отраслей хозяйства и экологического мониторинга особый интерес представляет информация о метеорологических (температура воздуха, ветер, атмосферные осадки) и гидрологических (уровень моря, волнение, течения, температура и соленость морской воды, ледовые условия) показателях состояния морской среды, которые во многом зависят от внешних природных факторов и антропогенных воздействий. Изменчивость этих показателей на масштабах десятилетий и столетий определяет необходимость периодического (каждые 20-30 лет) обобщения всей совокупности материалов регулярных и специализированных метеорологических и гидрологических наблюдений, выполняемых на береговых станциях и экспедиционных судах. Традиционным результатом такого обобщения является издание монографий и справочных пособий по гидрометеорологическому режиму морей, рассчитанных на использование в научных, образовательных и многообразных хозяйственных целях.

Последние фундаментальные монографии по гидрометеорологическому режиму Азовского и Черного морей изданы в 1991 году в серии «Моря СССР» на основе массивов данных, полученных до 1986 г. Прошедшие после этого десятилетия характерны наиболее заметными изменениями глобального и регионального климата. Вековые ряды морских гидрометеорологических наблюдений пополнились новыми данными, позволяющими уточнить среднесуточные характеристики элементов режима морей и оценить современные тенденции их изменений.

К подготовке монографии, которая содержала бы результаты обобщения многолетних наблюдений морской сети гидрометслужбы и современных морских гидрометеорологических исследований Черного и Азовского морей, Морское отделение Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института (МО УкрНИГМИ) готовилось последние 10 лет. Информация натурных наблюдений была сведена в компьютерные базы данных. Разработана специализированная ГИС «Гидрометеорология Черного и Азовского морей», которая обеспечивает удобный доступ к данным, ста-

тистическую обработку информации и графическую визуализацию результатов анализа. Методология анализа основана на стандартных статистических процедурах, применяющихся в гидрометеорологии. Особое внимание уделялось выявлению и проверке значимости трендов и других индикаторов климатических изменений в Азово-Черноморском бассейне. Поскольку информационная база постоянно пополняется данными наблюдений морской сети станций и постов Украины, некоторые полученные ранее результаты были пересмотрены в ходе повторного анализа временных рядов гидрометеорологических показателей.

Результатом работ, выполненных МО УкрНИГМИ в 2006-2011 годах, стала данная монография «Гидрометеорологические условия морей Украины», состоящая из двух томов. Первый том «Азовское море» был издан в 2009 году (авторы Ильин Ю.П., Фомин В.В., Дьяков Н.Н. Горбач С.Б.). Второй том «Черное море» сейчас предлагается вниманию широкого круга читателей.

Том 2 монографии состоит из предисловия, одиннадцати глав и заключения.

В первой главе изложены предпосылки работы над данным томом, дана общая характеристика исходных материалов, средств и методов их анализа. Более подробная информация по этим вопросам, относящимся к конкретным показателям режима, дана в соответствующих главах. Каждая глава имеет свой список литературы, что, на наш взгляд, облегчает чтение книги, несмотря на то, что некоторые источники повторяются в разных главах.

Главы 2-11 можно разбить на две группы. К первой из них относятся главы 2-4, содержащие обширный материал по основным метеорологическим показателям режима – ветру, температуре воздуха и атмосферным осадкам. Именно эти характеристики обычно используются в климатологических исследованиях и во многом определяют состояние элементов второй группы – гидрологических показателей – температуры и солености морской воды, ледовых условий, уровня моря, ветрового волнения и морских течений. Этим элементам режима посвящены главы 5-11.

Основные выводы проведенных исследований сформулированы в заключении.

В данную книгу не вошли результаты численного моделирования динамических характеристик (уровень, волнение и течения), по-



сколькo они опубликованы в монографии В.А. Иванова, В.В. Фомина «Математическое моделирование динамических процессов в зоне море-суша» (Севастополь: НПО «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2008). В отдельной монографии предполагается опубликовать и результаты последних водно-балансовых исследований Черного моря.

Представленные во втором томе монографии современные сведения о гидрометеорологическом режиме Черного моря могут быть использованы для научных исследований и экологического мониторинга, проектирования и строительства гидротехнических сооружений, развития рекреационного хозяйства, рыболовства, марикультуры и других морских отраслей экономики, а также для обеспечения безопасности мореплавания и жизнедеятельности населения прибрежных регионов. Книга может также использоваться в качестве пособия при подготовке специалистов соответствующих специальностей.

Предисловие, главы 1, 6 и заключение подготовлены Ильиным Ю.П. Глава 4 написана Ильиным Ю.П. и Репетиным Л.Н. Главы 2, 3, 5, 9 подготовлены Репетиным Л.Н. Глава 8 написана Дьяковым Н.Н., глава 7 - В.Н. Белокопытовым, глава 10 – Горячкиным Ю.Н., а глава 11 – Кубряковым А.А. и Станичным С.В. Последние 4 автора – сотрудники Морского гидрофизического института (МГИ) НАН Украины. Таким образом, данная книга создана в результате плодотворного сотрудничества МО УкрНИГМИ и МГИ.

В подготовке 2-го тома монографии, помимо авторов, активное участие принимали сотрудники МО УкрНИГМИ Дементьева Т.К., Андриевская В.А., Юрикова Н.И., Тимошенко Т.Ю. и Белогудов А.А., которым авторы выражают свою искреннюю благодарность.