

Министерство Украины по вопросам чрезвычайных ситуаций и по делам
защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы

Национальная Академия наук Украины

Украинский научно-исследовательский гидрометеорологический институт
Морское отделение

Ю.П. Ильин, В.В. Фомин, Н.Н. Дьяков, С.Б. Горбач

**ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
МОРЕЙ УКРАИНЫ**

Том 1. Азовское море

Севастополь
2009

УДК 551.46

Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 1: Азовское море / Ильин Ю.П., Фомин В.В., Дьяков Н.Н., Горбач С.Б.; МЧС и НАН Украины, Морское отделение Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института.- Севастополь, 2009.- с. 400 ил. 149, табл. 56 библ. 217.

ISBN

Изложены последние результаты обобщения и расчетов параметров гидрометеорологического режима и динамики вод Азовского 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 и открытого моря. Описаны закономерности формирования и изменчивости термохалинной структуры вод во взаимосвязи с внешними воздействиями, включая антропогенные. Выявлены тенденции многолетних изменений основных метеорологических и гидрологических показателей в условиях современного глобального потепления.

С помощью разработанного в МО УкрНИГМИ комплекса численных моделей рассчитаны поля волнения, течений и уровня моря при типовых и реальных ветровых условиях. Описаны особенности циркуляции вод Азовского моря. Исследовано развитие сгонно-нагонных колебаний уровня моря и построены номограммы для их оперативного расчета и прогноза.

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 1: Азовське море / Ільїн Ю.П., Фомін В.В., Дьяков М.М., Горбач С.Б.; МНС і НАН України, Морське відділення Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту. - Севастополь, 2009.- с. 400, іл. 149, табл. 56 бібл. 217.

Викладені останні результати узагальнення і розрахунків параметрів гідрометеорологічного режиму і динаміки вод Азовського 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 і відкритого моря. Описані закономірності формування і мінливості термохалінної структури вод у взаємозв'язку з зовнішніми впливами, включаючи антропогенні. З'ясовані тенденції багаторічних змін основних метеорологічних і гідрологічних показників в умовах сучасного глобального потепління.

За допомогою розробленого у МВ УкрНДГМІ комплексу чисельних моделей розраховані поля хвилювання, течій і рівня моря при типових і реальних вітрових умовах. Описані особливості циркуляції вод Азовського моря. Досліджено розвиток відгінно-нагінних коливань рівня моря і побудовані номограми для їх оперативного розрахунку і прогнозу.

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.

Рецензенти:

В.И. Осадчий, директор УкрНИГМИ, доктор геогр. наук
Е.Н. Воскресенская, ведущий научный сотрудник МГИ НАН Украины, доктор геогр. наук

Утверждено к печати Ученым советом УкрНИГМИ

ISBN

© Украинский научно-исследовательский
гидрометеорологический институт МЧС и НАН Украины
© Ю.П.Ильин, В.В.Фомин, Н.Н.Дьяков, С.Б. Горбач

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	4
1. Общие сведения	8
1.1. Краткий физико-географический очерк Азовского моря...	8
1.2. Этапы гидрометеорологических исследований	12
1.3. Данные экспедиционных наблюдений	14
1.4. Методика построения океанографических полей.....	21
1.5. Данные береговых наблюдений и методы их анализа	24
2. Элементы метеорологического режима.....	32
2.1. Скорость и направление ветра.....	32
2.1.1. Сезонная и многолетняя изменчивость скорости ветра	30
2.1.2. Изменчивость направления ветра.....	62
2.2. Температура воздуха	69
2.2.1. Многолетние изменения	70
2.2.2. Сезонная изменчивость	72
2.3. Атмосферные осадки	90
2.3.1. Межгодовая изменчивость	95
2.3.2. Сезонная изменчивость	96
3. Водный баланс	110
3.1. Потоки пресных вод	112
3.2. Водообмен через проливы	123
4. Гидрологический режим.....	140
4.1. Уровень моря.....	140
4.1.1. Многолетние изменения	141
4.1.2. Сезонная изменчивость	156
4.1.3. Синоптические колебания уровня	159
4.2. Волнение у берегов моря	167
4.3. Температура воды.....	181
4.3.1. Горизонтальное распределение	185
4.3.2. Временная изменчивость	216
4.3.3. Вертикальное распределение.....	223
4.3.4. Тенденции многолетних изменений	224
4.4. Соленость морской воды	229
4.4.1. Пространственное распределение	233
4.4.2. Временная изменчивость	265
4.4.3. Тенденции многолетних изменений	270

4.5	Ледовые условия	276
4.5.1.	Прибрежные районы	278
4.5.2.	Открытое море	290
4.5.3.	Тенденции многолетних изменений	299
5.	Численное моделирование динамических процессов.....	305
5.1.	Совместная модель течений и волнения	306
5.2.	Ветровое волнение	317
5.3.	Уровень моря и штормовые нагоны	333
5.4.	Ветровые течения	349
	Заключение	369
	Список литературы	384

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, главным образом, до 1986 г. Прошедшие после этого два десятилетия характерны наиболее заметными изменениями глобального и регионального климата. Вековые ряды морских гидрометеорологических наблюдений пополнились новыми данными, позволяющими уточнить среднемноголетние 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 в прибрежной зоне Черного и Азовского морей, Морское отделение Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института (МО УкрНИГМИ) готовилось последние 5 лет. Информация натурных наблюдений была сведена в компьютерные базы данных. Разработана специализированная ГИС "Гидрометеорология Черного и Азовского морей", которая обеспечивает удобный доступ

к данным, статистическую 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. Динамика вод в исследуемых районах морей характеризовалась полями ветрового волнения, течений и уровня моря, рассчитанными с высоким пространственным разрешением для различных сценариев внешних воздействий с помощью современных численных моделей. Комплексная компьютерная система, разработанная в МО УкрНИГМИ, позволяет проводить совместное имитационное моделирование динамических процессов в морях и районах прибрежной зоны с учетом их внутренних взаимодействий на основе типовых и реальных полей ветра.

Результатом работ, выполненных МО УкрНИГМИ в 2006-2008 годах, стала данная монография «Гидрометеорологические условия морей Украины», состоящая из двух томов. Первый том «Азовское море» предлагается вниманию широкого круга читателей. Азовское море, обладающее уникальными биологическими ресурсами и значительным рекреационным потенциалом, испытывает сильное антропогенное воздействие, связанное как с водопользованием в регионе, так и с интенсификацией разведки и разработки нефтегазовых месторождений в юго-западной части моря. На антропогенные изменения гидрологического режима накладываются региональные климатические воздействия, которые могут усиливать или ослаблять негативные последствия хозяйственной деятельности.

Том 1 монографии состоит из пяти разделов.

В первом разделе дана общая характеристика исходных материалов и изложена методика их обработки, в частности - построения климатических полей гидрологических свойств морской воды.

Второй раздел посвящен исследованию основных элементов метеорологического режима Азовского моря. В него включены данные о режимных характеристиках скорости приводного ветра и температуры воздуха, а также приведены результаты исследования межго-

довой и сезонной изменчивости атмосферных осадков, выпадающих над морем.

В третьем разделе исследованы многолетние и сезонные характеристики составляющих водного баланса моря и выявлены тенденции их изменчивости.

Четвертый раздел посвящен изучению гидрологического режима Азовского моря. Вначале представлены результаты исследования многолетних и сезонных колебаний уровня моря. Изучена синоптическая изменчивость уровня и дана классификация синоптических ситуаций, приводящих к возникновению его аномальных изменений. Отдельный параграф посвящен расчету режимных характеристик волнения по данным натуральных наблюдений. Далее анализируются особенности термического режима морских вод. Здесь последовательно рассмотрены пространственная и временная изменчивость температуры воды, особенности ее вертикального распределения. Следующий параграф содержит анализ пространственной структуры поля солёности морской воды и данные о многолетних тенденциях в изменении этого гидрологического параметра. В последнем параграфе раздела даны сведения о ледовом режиме моря.

Пятый раздел монографии посвящен численному моделированию динамических процессов в Азовском море. Описана численная модель течений и волнения Азовского моря, учитывающая механизмы взаимодействия между ними. Далее для различных типов синоптических ситуаций представлены результаты моделирования ветрового волнения, сгонно-нагонных колебаний уровня моря и ветровых течений.

Основные результаты проведенных исследований сформулированы в заключении. Представленные в первом томе монографии современные сведения о гидрометеорологическом режиме Азовского моря могут быть использованы для 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.

В подготовке монографии, помимо авторов, активное участие принимали сотрудники лаборатории гидрометеорологии моря МО УкрНИГМИ Левицкая О.В., Тимошенко Т.Ю., Фомина И.Н. и Мартынов Е.С.