



**ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ
И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ
ЧЕРНОГО МОРЯ**



Институт океанологии им. П.П. Ширшова
Российской академии наук



**ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ
И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ
ПРОЦЕССЫ
В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ
ЧЕРНОГО МОРЯ**

Москва
Научный мир
2018

УДК 504.42

ББК 26.221

Г46



*Издание осуществлено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований
(РФФИ), проект № 18-15-00040д*

**Гидрофизические и экологические процессы в прибрежной зоне
Черного моря.** – М.: Научный мир, 2018. – 414 с.: илл.

Главной задачей книги является обсуждение механизмов (как гидрофизических, так и химико-биологических), определяющих экологическое состояние российского шельфа Черного моря, вертикальное и горизонтальное перемешивание и вентиляцию водной толщи, вынос биогенных веществ и загрязнений в глубокую часть моря и «самоочищение» шельфа. При этом впервые включены в рассмотрение существенно участвующие в этих процессах, но недостаточно изученные гидрофизические явления, связанные с собственной динамикой речных плюмов и субмезомасштабных вихревых образований, сдвиговой неустойчивостью прибрежных течений, пространственно-временной неоднородностью ветрового форсинга, влиянием короткопериодных внутренних волн. Для исследования этих явлений и процессов применялся комплексный подход, сочетающий сбор и анализ натуральных данных (судовые съемки на всем протяжении российского шельфа, установки заякоренных станций в ключевых точках, измерения на постоянно действующем гидрофизическом полигоне в районе г. Геленджик), численное моделирование с использованием моделей POM, DieCAST, MIKE и STRiPE, лабораторное моделирование на вращающейся платформе, а также использование архивов информации дистанционного зондирования высокого разрешения. В результате получены новые количественные характеристики и создана научно-методическая основа для мониторинга и прогноза состояния морской природной среды на российском черноморском шельфе.

Ответственные редакторы:

член-корреспондент РАН, д.г.н. П.О. Завьялов, д.ф.-м.н. А.Г. Зацепин

Авторский коллектив:

Д.Н. Елкин, В.М. Журбас, А.С. Ижицкий, Е.С. Ижицкая, Г.А. Колючкина, Б.В. Коновалов, К.А. Коротенко, О.А. Короткина, А.В. Костылева, А.А. Кубряков, С.Б. Куклев, П.Н. Маккавеев, Ю.Р. Налбандов, И.А. Немировская, А.А. Осадчиев, А.Г. Островский, В.В. Пелевин, О.И. Подымов, А.Н. Серебряный, К.П. Сильвестрова, С.В. Станичный, Д.Я. Фащук, Е.Е. Химченко, П.В. Хлебопашев, В.К. Часовников

Hydrophysical and ecological processes in the shelf zone of the Black Sea. – Moscow, Scientific World, 2018. 414 p.: ill.

The main task of the book is to discuss mechanisms (both hydrophysical and chemical-biological) that determine the ecological state of the Russian shelf of the Black Sea, vertical and horizontal mixing and ventilation of the water column, transport of nutrients and pollutants into the deep part of the sea and «self-cleaning» of the shelf. Special attention is paid to the hydrophysical phenomena significantly involved in these processes, but insufficiently studied, such as those associated with the intrinsic dynamics of river plumes and sub-mesoscale eddies, the shear instability of coastal currents, the spatial-temporal inhomogeneity of wind forcing, and the influence of short-period internal waves. To investigate these phenomena and processes, an integrated approach combining the collection and analysis of in situ data (ship surveys all over the Russian shelf, deployments of mooring stations at key points, measurements at a permanent hydrophysical monitoring facility near Gelendzhik), numerical simulation using POM, DieCAST, MIKE and STRiPE models, laboratory modeling on a rotating platform, and the use of high resolution remote sensing data. As a result, new quantitative characteristics were obtained and a scientific and methodological basis for monitoring and forecasting the state of the marine environment on the Russian Black Sea shelf was created.

ISBN 978-5-91522-474-1

© Институт океанологии РАН, 2018

© Издательство «Научный мир», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
ЧАСТЬ 1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ШЕЛЬФА ЧЕРНОГО МОРЯ В КОНЦЕ XX – НАЧАЛЕ XXI ВЕКОВ	7
ЧАСТЬ 2. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИССЛЕДОВАНИЙ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ДАННЫЕ	21
2.1. Постоянно действующий гидрофизический полигон в прибрежной зоне у г. Геленжик	21
2.2. Экспедиционные исследования у побережий Краснодарского края и Крыма	36
2.3. Спутниковые данные и дистанционное зондирование.....	41
2.4. Численное моделирование	51
ЧАСТЬ 3. ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ, ФОРМИРУЮЩИЕ СОСТОЯНИЕ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ	83
3.1. Гидродинамика глубоководной части Черного моря.....	83
3.2. Вихри и механизмы их генерации	97
3.3. Внутренние волны и короткопериодная изменчивость течений на шельфе	164
3.4. Речные плюмы и их динамика.....	194
3.5. Азовские воды в Черном море	221
3.6. Прибрежные апвеллинги в Геленджикском районе Черного моря: связь с ветровым воздействием и течением.....	230
3.7. Количественная оценка характеристик вертикального турбулентного обмена вод в черноморском холодном промежуточном слое и пикно-халоклине по данным измерений зонда-профилографа «Аквалог» на заякоренной буйковой станции.....	244
ЧАСТЬ 4. БИОГИДРОХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ПРОЦЕССЫ	257
4.1. Гидрохимия прибрежной зоны российского сектора Черного моря (кислород, биогенные элементы и растворенный углерод).....	257

4.2. Минеральная и органическая взвесь.....	297
ЧАСТЬ 5. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ЧЕРНОГО МОРЯ	315
5.1. Загрязнения морской среды в районе г. Геленджик	315
5.2. Загрязнения в районах Большого Сочи и восточного побережья Крыма.....	336
5.3. Углеводородные загрязнения прибрежной зоны	356
5.4. Влияние загрязнений на биоту.....	379
5.5. Численное моделирование переноса загрязнений	392
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	411