

УДК 551.465

ПРИБРЕЖНАЯ ОПЕРАТИВНАЯ ОКЕАНОГРАФИЯ – СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД МОНИТОРИНГА ШЕЛЬФОВО- СКЛОНОВОЙ ЗОНЫ МОРЕЙ И ОКЕАНОВ

© 2024 г. А. Г. Зацепин, В. В. Коваленко, С. Б. Куклев, В. А. Телегин

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия

**e-mail: zatsepin@ocean.ru*

Поступила в редакцию 01.08.2024 г.

После доработки 01.08.2024 г.

Принята к публикации 08.08.2024 г.

Приводится информация о новом проекте, поддержанном Минобрнауки РФ, направленном на развитие научных основ прибрежной оперативной океанографии и экспериментальном воплощении ее составляющих на полигоне Геленджик в Черном море.

Ключевые слова: оперативная океанография, прибрежная зона, КВ-радиолокация, контактные измерения, численное моделирование, Черное море, полигон “Геленджик”

DOI: 10.31857/S0030157424060143, **EDN:** FNMKYW

Оперативная океанография — быстро развивающийся раздел современной океанологии и гидрометеорологии [3, 4]. Основной задачей оперативной океанографии является создание и поддержание системы мониторинга и прогноза состояния морской среды на основе численного моделирования океанской циркуляции с усвоением данных измерений (дистанционных и контактных), получаемых в реальном времени. Современная технология оперативного мониторинга морских акваторий базируется на получении в реальном времени данных атмосферного воздействия, спутниковых измерений уровня моря (спутниковой альтиметрии) и температуры морской поверхности (спутниковой ТПМ) и их усвоении в численных гидродинамических моделях. С помощью моделей даются текущее оценивание, и прогноз трехмерных полей температуры, солености и скорости течения на срок до десятка суток. Верификация результатов численных расчетов производится на основе сопоставления с разнообразными данными контактных наблюдений, в том числе, ныряющих поплавков типа Арго. Технологии оперативного контроля и прогноза состояния морской среды позволяют значительно повысить эффективность разнообразных операций на море и избегать негативных последствий хозяйственной деятельности, давать надежные оценки и прогнозировать экологические последствия антропогенных воздействий на морскую среду. Они также используются в инте-

ресах гражданского судоходства и обеспечения деятельности военно-морского флота.

Вместе с тем, весьма актуальным является развитие оперативной океанографии, применительно к мониторингу прибрежных зон Мирового океана и морей России. В прибрежной зоне, где энергонесущие процессы имеют значительно меньшие пространственные и временные масштабы, а глубина моря изменяется в широких пределах, наблюдательная система, созданная для открытого океана, не может быть использована в качестве основы оперативных прогнозов. В этих зонах, шириной до 200 км, вместо ассимиляции данных уровня моря, которые ненадежны, возможно усвоение данных поверхностной скорости течения, получаемых доплеровскими радиолокаторами КВ диапазона, производящих регулярные измерения и оборудованных системами оперативной передачи данных (рис. 1). Этот метод используется в ряде стран для текущего оценивания состояния морских прибрежных зон [5].

В нашей стране такой подход пока не развит, не производятся доплеровские радиолокаторы КВ диапазона, предназначенные для измерения скорости поверхностного течения в морских акваториях. Тем не менее, у ИО РАН, совместно с КГНЦ, имеется задел в измерении скорости поверхностного морского течения с помощью доплеровского КВ радара Sea Sonde (США) на черноморском гидрофизическом полигоне “Геленджик” (далее — Полигон) [1]. Основу

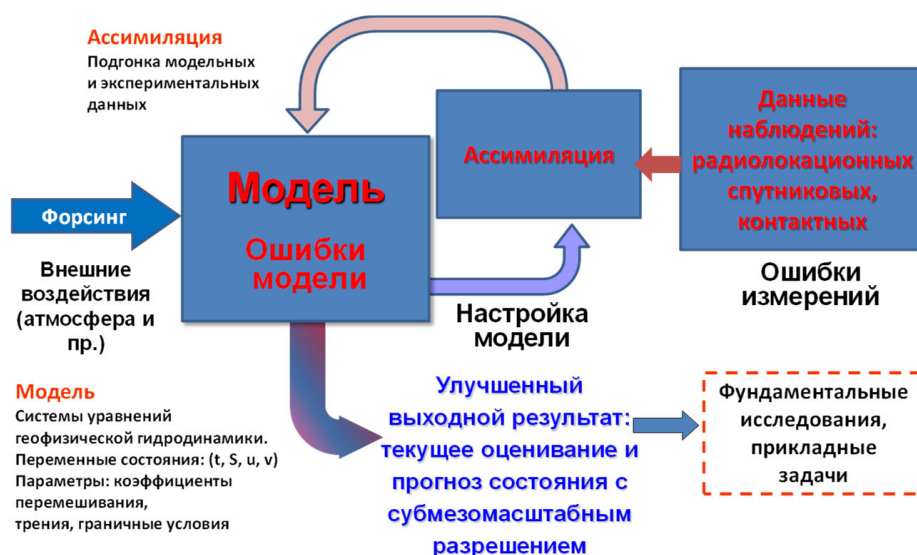


Рис. 1. Концептуальная схема прибрежной оперативной океанографии.

Полигона составляет кластер автоматических закоренных буйковых и донных станций, производящих регулярные измерения вертикальных распределений гидрофизических параметров на шельфе и континентальном склоне [2].

В ближайшие два года (2025–2026 гг.), благодаря финансированию Минобрнауки РФ по новой теме госзадания, планируется установление на побережье северо-восточной части Черного моря двух доплеровских КВ-радиолокаторов, полученных ранее КГНЦ и предназначенных для измерения поля скорости поверхностного течения на акватории 60×60 кв. км, включающей акваторию Полигона. С их помощью станет возможным оперативный и долговременный мониторинг поля поверхностного течения.

В тоже время, с использованием численных гидродинамических моделей для акватории Черного моря, включающей Полигон, проводятся диагностические и прогностические расчеты позволяющие воспроизводить такие гидрофизические процессы и явления, как, апвеллинги и даунвеллинги, вентиляция вод в бухтах и заливах, кросшельфовый водообмен, Основное черноморское течение и вихревые структуры. Расчеты проводятся с высоким пространственным разрешением, а их результаты сопоставляются с данными натурных измерений. Существенного прогресса в текущем оценивании гидрофизических полей планируется достичь за счет усвоения в численных моделях данных радиолокационных и контактных измерений в реальном времени. Это позволит, в дальнейшем, перейти к систематическому оперативному мониторингу прибрежной зоны Черного моря, а в дальнейшем исполь-

зовать приобретенный опыт для организации такого мониторинга в арктических и дальневосточных морях России.

Финансирование работы. Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках темы госзадания № 8.5.

Конфликт интересов. Авторы не имеют конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбачкий В.В., Сабинин К.Д., Телегин В.А., Зацепин А.Г., Куклев С.Б. Применение доплеровского КВ-радиолокатора для исследования пространственной структуры течений в Черном море. // Морской гидрофизический журнал. 2017. № 3. С. 63–73.
2. Зацепин А.Г., Островский А.Г., Кременецкий В.В. и др. Подспутниковый полигон для изучения гидрофизических процессов в шельфово-склоновой зоне Черного моря // Известия РАН. ФАО. 2014. № 1. С. 16–29.
3. Коваленко В.В., Родионов А.А., Ванкевич Р.Е. Методические основы построения систем оперативной океанографии в приложении к задачам подводного наблюдения // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2021. Т. 14, № 3. С. 4–19. <https://doi.org/10.7868/S2073667321030011>
4. Коротаев Г.К. Оперативная океанография – новая ветвь современной океанологической науки // Вестник российской академии наук. 2018. Т. 88. № 7, С. 579–588.
5. Marmain J., Molcard A., Forget P., Barth A., Ourmières Y. Assimilation of HF radar surface currents to optimize forcing in the northwestern Mediterranean Sea // Nonlin. Processes Geophys., 21, 659–675, 2014. <https://doi.org/10.5194/npg-21-659-2014>

**COASTAL OPERATIONAL OCEANOGRAPHY –
A MODERN METHOD OF MONITORING THE SHELF-SLOPE
ZONE OF SEAS AND OCEANS**

A. G. Zatsepin, V. V. Kovalenko, S. B. Kuklev, V. A. Telegin

Shirshov Institute of Oceanology of Russian Academy of Sciences

** e-mail: zatsepin@ocean.ru*

Information is provided on a new project supported by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, aimed at developing the scientific foundations of coastal operational oceanography and the experimental implementation of its components at the Gelendzhik test site in the Black Sea.

Keywords: Operational oceanography, coastal zone, HF radar, contact measurements, numerical modeling, Black Sea, Gelendzhik testing site