

**РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ  
ПРИБРЕЖНОЙ ОПЕРАТИВНОЙ ОКЕАНОГРАФИИ  
НА БАЗЕ ПОЛИГОНА «ГЕЛЕНДЖИК» ПО РАН НА ЧЕРНОМ МОРЕ**

**Зацепин А.Г.<sup>1,8</sup>, Баранов В.И.<sup>1</sup>, Дивинский Б.В.<sup>1</sup>, Дудко Д.И.<sup>3</sup>, Горбацкий В.В.<sup>3</sup>,  
Григорьев А.В.<sup>4</sup>, Ивонин Д.В.<sup>1</sup>, Коваленко В.В.<sup>1</sup>, Кочетов О.Ю.<sup>1</sup>, Куклев С.Б.<sup>1</sup>,  
Мысленков С.А.<sup>1,2,5</sup>, Островский А.Г.<sup>1</sup>, Очередник В.В.<sup>1</sup>, Подымов О.И.<sup>1</sup>,  
Сильвестрова К.П.<sup>1</sup>, Соловьев Д.М.<sup>6</sup>, Телегин В.А.<sup>1,7</sup>, Шпилев Н.Н.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> - Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г.Москва, Россия, [zatsepin@ocean.ru](mailto:zatsepin@ocean.ru)

<sup>2</sup> - Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>3</sup> - Крыловский Государственный научный центр, Санкт-Петербург, Россия

<sup>4</sup> - Государственный океанографический институт им. Н.Н. Зубова, Москва, Россия,

<sup>5</sup> - Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации, Москва, Россия

<sup>6</sup> - Морской гидрофизический институт, Севастополь, Россия

<sup>7</sup> - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН, г.Москва, г. Троицк, Россия

<sup>8</sup> - Московский физико-технический институт (государственный университет), Московская область, г. Долгопрудный.

**Аннотация.** В докладе представлены результаты применения и планы развития методов и средств оперативной океанографии в прибрежной зоне Черного моря на Полигоне «Геленджик» ИО РАН.

Ключевые слова. Оперативная океанография, Черное море, Полигон «Геленджик».

В прибрежной зоне Черного моря в районе г. Геленджика на базе Южного отделения Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН в 2011-2013 гг. был развернут постоянно действующий полигон (Полигон «Геленджик», <http://polygon.ocean.ru/index.php>), первоначально предназначенный для исследования и мониторинга состояния водной среды и биоты. Основу полигона составляют автономные заякоренные и донные станции, измеряющие профили гидрофизических параметров с высоким пространственно-временным разрешением. Выполняются регулярные судовые разрезы с комплексными исследованиями морской экосистемы, а также съемки поля скорости течения буксируемым ADCP и запуски дрейфтеров.

В настоящее время важной задачей становится использование Полигона «Геленджик» для разработки и опробования технологии оперативной океанографии (ОО) прибрежных зон морей России, на основе применения гидродинамических моделей с усвоением данных береговой радиолокации и автономных гидрофизических станций с передачей данных в реальном времени. Решение этой задачи необходимо для обеспечения морской деятельности в прибрежных районах морей России.

Развитая в передовых странах мира технология ОО 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 диагноз и прогноз полей температуры, солёности и скорости течений на срок до десяти дней. Верификация результатов численных расчетов производится на основе сопоставления с данными контактных наблюдений, в т.ч., поплавков АРГО.

В прибрежных зонах морей, шириной до 200 км, в качестве альтернативы усвоению спутниковых данных уровня моря, может послужить ассимиляция в численные

модели данных поверхностной скорости течения, получаемых доплеровскими радиолокаторами КВ диапазона. Данный подход уже используется в ряде стран для реализации методов оперативной океанографии в прибрежных зонах морей и океанов. При наличии гидродинамических моделей высокого разрешения он позволяет производить текущую оценку и прогноз скорости течения и основных гидрофизических полей заданных акваторий с пространственным разрешением, характерным для субмезомасштабных неоднородностей: 0.2 - 0.5 км по горизонтали, 2 - 7 м по вертикали.

На Полигоне для измерения скорости поверхностного течения уже введено в практику использование доплеровских радиолокаторов КВ диапазона. В ближайшие один-два года на территории ЮО ИОРАН, а также еще и в другом пункте черноморского побережья, удаленном от Геленджика на 15-30 км, планируется разместить по одному комплексу доплеровского КВ-радиолокатора WERA (Германия) с помощью которых будет осуществляться непрерывное измерение поля скорости поверхностного течения на прибрежной акватории 40\*40 км<sup>2</sup> с пространственным разрешением 1-2 км. После ввода в строй этой измерительной системы, для реализации технологии региональной прибрежной ОО, потребуется разработать программы ассимиляции радиолокационных данных по скорости течения в гидродинамической модели высокого разрешения и верифицировать результаты путем сопоставления с данными контактных измерений.

Еще одной задачей ОО является прогноз ветрового волнения. На Полигоне производится мониторинг параметров ветрового волнения при помощи донных станций ADCP и датчиков гидростатического давления. Эти данные, используются для оценки качества и калибровки оперативной модели прогноза волнения для Черного моря.

Работа выполнена при поддержке проекта 1111 РАН №50 (№ 0149-2019-0022), а также грантов РФФИ № 17-05-00381, 17-05-41089, 19-45-230002.

#### **DEVELOPMENT OF METHODS AND MEANS OF COASTAL OPERATIONAL OCEANOGRAPHY ON THE BASIS OF THE «GELENDZHİK» TEST SITE OF IO RAS ON THE BLACK SEA**

**Zatsepin A.G.<sup>1,8</sup>, Baranov V.I.<sup>1</sup>, Divinsky B.V.<sup>1</sup>, Gorbatsky V. V.<sup>3</sup>, Grigoriev A.V.<sup>4</sup>,  
Dudko D.I.<sup>3</sup>, Ivonin D.V.<sup>1</sup>, Kovalenko V.V.<sup>1</sup>, Kochetov O.Yu.<sup>1</sup>, Kuklev S.B.<sup>1</sup>,  
Myslenkov S.A.<sup>1,2,5</sup>, Ostrovskii A.G.<sup>1</sup>, Ocherednik V.V.<sup>1</sup>, Podumov O.I.<sup>1</sup>,  
Silvestrova K.P.<sup>1</sup>, Soloviev D.M.<sup>6</sup>, Telegin V.A.<sup>1,7</sup>, Shpilev N.N.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> - Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation, zatsepin@ocean.ru

<sup>2</sup> - Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup> - Krylov State Research Center, Sankt-Petersburg, Russian Federation

<sup>4</sup> - Zubov State Oceanographic Institute, Moscow, Russian Federation.

<sup>5</sup> - Hydrometeorological Research Centre of the, Moscow, Russian Federation

<sup>6</sup> - Marine Hydrophysical Institute, Russian Academy of Sciences, Sevastopol, Russian Federation

<sup>7</sup> - Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Wave Propagation Russian Academy of Sciences Moscow, Russian Federation

<sup>8</sup> - Moscow Physical Technical Institute (State University), Dolgoprudny, Russian Federation

Abstract. The report presents the results of the application and plans for the development of methods and tools for operational oceanography in the coastal zone of the Black Sea at the "Gelendzhik" Test Site of the IO RAS.

Keywords: Operational oceanography, Black Sea, "Gelendzhik" Test Site.