

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

Даньшина Анна Владимировна

кандидат физико-математических наук, научный сотрудник,

ФГБУ «АНИИ»,

г. Санкт-Петербург;

Чанцев Валерий Юрьевич,

кандидат географических наук, доцент,

ФГБОУ ВО «РГГМУ»,

г. Санкт-Петербург

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧИСЛЕННЫХ МОДЕЛЕЙ С ВЫСОКОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДЕТАЛИЗАЦИЕЙ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОФИЗИЧЕСКОГО И ЛЕДОВОГО РЕЖИМОВ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА

Аннотация. Рассматривается использование численных моделей высокой пространственной дискретизации, описывающих гидрофизический и ледовый режим в прибрежной зоне российского сектора Северного Ледовитого океана для нужд судоходства и развивающейся инфраструктуры Арктического региона.

Ключевые слова: Северный Ледовитый океан, численное моделирование, гидрофизический режим, ледовый режим, реконструированные термохалинные поля, NEMO, Delft3D, прибрежная зона.

Изучение и освоение арктического региона нашей страны является на сегодняшний день одной из приоритетных и стратегически важных задач. Повышенный интерес к исследованию режима вод Северного Ледовитого океана и особенно его шельфовой зоны прежде связан с развитием прибрежной инфраструктуры, освоением месторождений полезных ископаемых, в том числе нефти и газа, и прохождением Северного Морского пути. Все усилия по изучению состояния акватории Северного Ледовитого океана в последние десятилетия направлены на применении комплексного подхода для более полноценной и

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

объективной оценки режима его водной толщи с привлечением различного рода данных. Такое положение связано с фрагментарностью и низкой временной дискретностью имеющихся натуральных данных, недостатками и неточностями восстановленных данных спутниковых наблюдений. В связи с этим на сегодняшний день для наиболее полного представления о гидрофизическом и ледовом режиме вод Арктики не обойтись без привлечения реконструированных полей гидротермодинамических и ледовых параметров вод, полученных с помощью численного моделирования.

Существует широкий спектр численных моделей для описания процессов, протекающих в толще океанов и морей. Разрабатываемые вычислительные методы и новейшие высокопроизводительные вычислительные комплексы дают возможность получать результаты расчетов с достаточно высоким разрешением. Тем не менее, применение соответствующего разрешения для большинства моделей на сегодняшний день ограничено размером вычислительной ошибки. Наиболее признанные и продвинутое модели океана имеют шаг дискретизации по пространству от 1 до 3 км [1, 4]. Однако для моделирования режима прибрежных районах морей и в особенности в эстуарийных зонах требуются модели, способные предоставлять потребителю информацию о параметрах состояния водной толщи с еще большими пространственно-временным разрешением и полнотой описания свойственных для таких акваторий физические процессов с переходом на описание подсеточных параметризаций мелкого масштаба.

Как показывает опыт использования модели NEMO [7] и модели Delft3D [6], в шельфовой зоне Карского море в районе эстуария реки Обь лучше себя показывает модель Delft3D. В данном случае заключение строится на анализе натуральных данных и данных численных экспериментов двух конфигураций модели NEMO (региональной конфигу-

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

рации модели NEMO, адаптированной под условия арктического региона с пространственным разрешением менее от 3 км до 1.5 км в прибрежной зоне [2], и глобальной модели NEMO с двойной телескопизацией [3]), а также региональной конфигурации модельного комплекса Delft3D с разрешением от 4 км на открытой границе Карского моря до 50 м в районе Обской губы [5]. Все перечисленные конфигурации модели использовали ледовый блок LIM [8] и криволинейную ортогональную расчетную сетку. В качестве атмосферных форсингов выступали данные реанализа ERA-interim.

Ошибка погрешности расчета по ряду рассматриваемых океанографических параметров оказалась меньше у конфигурации модели Delft3D. Так, например, из рисунка 1 наглядно видно, что ход уровня лучше описывает модель Delft3D.

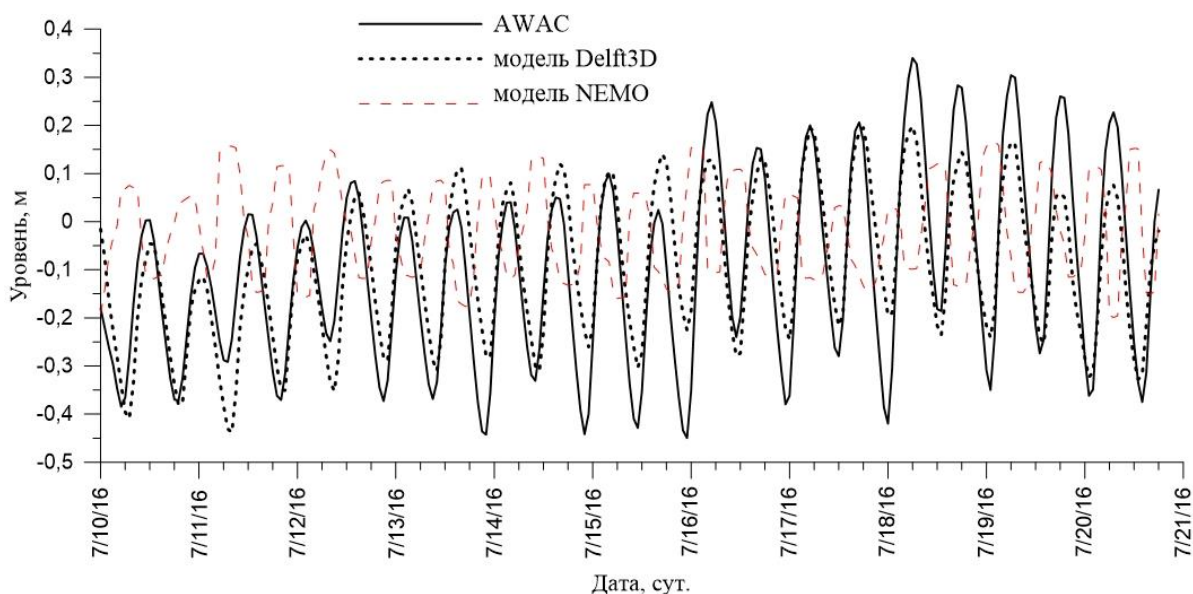


Рис. 1. - Колебания уровня моря по результатам численных расчетов и данных наблюдений с донной автоматической станции, полученными доплеровским измерителем AWAC в июле 2016 г. в районе Салмановского месторождения

Такой положительный эффект воспроизводства гидрофизического и ледового режима модельным комплексом Delft3D можно объяснить в

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

частности подключением негидростатического подхода при расчете течений, который с большей точностью позволяет описывать мелко-масштабные вихревые образования и процессы, связанные с плотностной неустойчивостью. К тому же модельный комплекс Delft3D изначально разрабатывался как комплекс, для описания мелкомасштабных процессов в зоне эстуариев, а модель NEMO разрабатывалась прежде всего, как глобальная модель океана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вольцингер Н.Е., Андросов А.А., Клеванный К.А., Сафрай А.С. *Океанологические модели негидростатической динамики: обзор // Фундаментальная и прикладная гидрофизика.* – 2018. – Т. 11. – № 1. – С. 3-20.
2. Даньшина А. В. *Влияние теплозапаса деятельного слоя Восточно-Сибирского моря на эволюцию ледяного покрова // Оригинальные исследования.* – 2018. Т.8. № 5. С. 4–15– 2018. – Т.8. – № 5. – С. 4-15.
3. Даньшина А.В. *Влияние дискретизации расчетной сетки на структуру гидродинамических полей // Труды II Всероссийской конференции «Гидрометеорология и экология: достижения и перспективы развития».* – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2018. – С. 217-220.
4. Дианский Н.А., Фомин В.В., Чумаков М.М., Степанов Д.В. *Ретроспективные расчеты циркуляции и ледяного покрова Охотского моря на основе современных технологий численного моделирования // Научно-технический сборник «Вести газовой науки».* – 2017. – № 4 (32). – С. 82-93.
5. Чанцев В.Ю., Гудошников Ю.П., Плешанов Д.А., Скутин А.А., Даньшина А.В. *Многофункциональная комплексная модель водной системы Обской губы // Научно-технический сборник «Вести газовой науки».* – 2018. – №4 (36). – С.139-148.
6. *Delft3D-Flow, simulation of multi-dimensional hydrodynamic flows and transport phenomena, including sediments: user manual. Version 3.15.34158.* –Deltares. – 2014. – 684 pp.
7. *Madec G. NEMO ocean engine, Version 3.6 stable // Note du Pôle de modélisation, Institut Pierre-Simon Laplace, France.* – 2016. – № 27. – 396 pp.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

8. *Vancoppenolle M., Bouillon S., Fichfet T., Goosse H., Lecomte O. The Louvain-la-Neuve sea ice model // Note du Pôle de modélisation de l'Institut Pierre-Simon Laplace. – 2012. – № 31. – 89 pp.*