

# КОМПЛЕКСНАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЁТА ПОЛЕЙ ТЕЧЕНИЙ, ПЕРЕНОСА И ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИМЕСИ (РАСТВОРЁННАЯ, ВЗВЕШЕННАЯ, НЕФТЯНЫЕ ПЛЁНКИ) НА АКВАТОРИИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА

**Мишуков В.Ф., Ярош В.В.**

*Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева, г. Владивосток  
vmishukov@poi.dvo.ru*

В настоящее время на акватории северо-западной части Тихого океана наблюдается интенсификация грузопассажирских перевозок с увеличением числа и мощности портов, возрастание антропогенной нагрузки от прибрежных городов, происходят аварийные разливы нефти и нефтепродуктов на данной акватории, а на поверхности моря постоянно наблюдаются нефтяные слики. Кроме этого, в марте 2011 г. в Японии произошла крупная авария на АЭС Фукусима, в результате чего произошел выброс радиоактивных веществ в атмосферу и морскую среду

Кроме этого, идет строительство ряда крупных объектов на побережье, в том числе в заливе Восток планируется строительства Восточного нефтехимического комплекса (ВНХК) с отгрузкой получаемых нефтепродуктов через специально-построенный терминал.

Для оперативного расчета переноса и трансформации примеси в морской среде была разработана комплексная модель, основные элементы которой приведены на рисунке 1. Результаты расчетов необходимы для оценки масштабов распространения примеси, вероятных районов поступления примеси и экологических угроз населению и водным биоресурсам. Данная программа основана на максимально возможном усвоении имеющихся экспериментальных результатов.

В качестве базовой модели расчета полей течений была использована Prinseton Oceanic Model, которая находится в открытом доступе в Интернете [1]. Расчет полей течений для северо-западной части Тихого океана включая Японское и Охотское моря был

проведен на сетке  $15 \times 20 \text{ км}^2$ . Шаг по времени составлял 10 мин. Каждые 3 часа в расчет вводились новые экспериментальные значения метеопараметров, которые для Японского и Охотского морей интерполировались в узлы расчетной сетки, а на акватории северо-западной части Тихого океана экстраполировались в узлы расчетной сетки. Начальные значения распределения температуры и солености были взяты из электронных атласов [2, 3]. Данная модель была дополнена расчетом приливо-отливных течений для двух наиболее мощных гармоник суточной и полусуточной групп волн –  $O_1$  и  $M_2$ . Сравнение результатов расчета с экспериментальными данными о распространении радионуклидов в морской среде после аварии на АЭС Фукусима в Японии в марте 2011 г. на акватории северо-западной части Тихого океана приведено нами в [4], причем впервые было показано, что под влиянием приливов происходит заброс радиоактивных вод через Сангарский пролив из Тихого океана в Японское море.

Наиболее плодотворно модель была использована при проектировании строительства Восточного нефтехимического комплекса в б.Восток Японского моря. Работа включала:

- моделирование гидродинамических условий залива Петра Великого и залива Восток;
- модель расчета приливных течений;
- модель расчета дрейфа примеси;
- модель расчета трансформации нефти в море;
- сравнение результатов расчета распространения примеси на акватории залива Петра Великого и заливов Восток и Находка с аэрокосмическими данными;
- расчет полей течений на акватории залива Восток и вынос взвешенной примеси за счет речного стока;
- расчет полей течений на акватории залива Восток и распределения взвешенных веществ в морской воде и вновь осевших на морском дне на момент проведения работ по строительству терминала;
- строительство северной и южной дамб;
- расчет распространения взвеси при забивке свай от оконечности северной дамбы до оконечности южной дамбы;
- расчет полей течений на акватории залива Восток и распределение нефтяного и химического загрязнения при аварийных ситуациях;

Блок-схема модели распространения примеси в заливе Находка

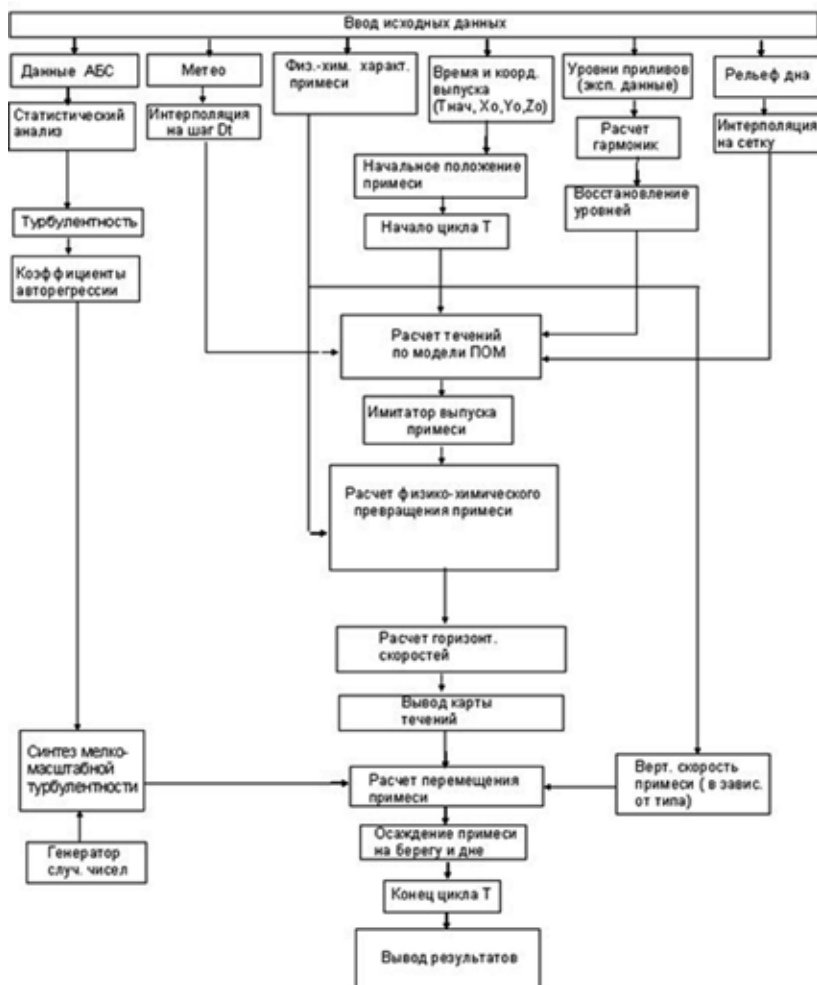


Рис. 1. Блок-схема проведения расчетов полей течений и распределения примеси на акваториях залива Петра Великого и заливов Восток и Находка Японского моря, авария танкера около терминала: а) авария танкера с дизельным топливом; б) авария танкера с бензином на северной оконечности терминала; в) авария танкера керосином на северной оконечности терминала; г) авария танкера с нефтью на северной оконечности терминала; д) авария танкера с мазутом на северной оконечности терминала; е) авария танкера с нефтью на северной оконечности терминала.

- авария шаланды, на которой подвозят камни для дамбы;
- расчет распределения сточных вод от ВНХК из подводного источника.

На рисунке 2 приведена панель управления моделью с параметрами загрузки и режима ввода и вывода результатов расчета. Кроме этого, в отдельных файлах вводятся метеоданные на весь срок расчетов, свойства нефтей и нефтепродуктов, гранулометрический состав взвеси.

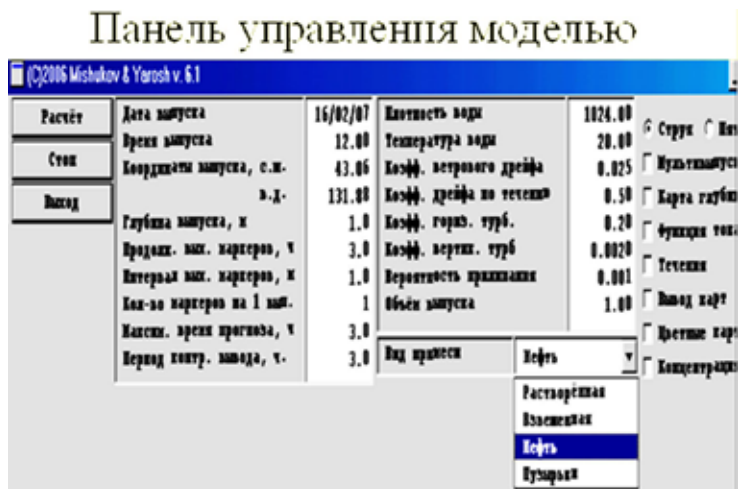


Рис. 2. Панель управления

Данная работа выполнена по теме № 124022100077-0 и в рамках проекта «Расчет полей течений, переноса и трансформации загрязняющих веществ и экологических угроз в Дальневосточном регионе России» по программе Президиума РАН «Фундаментальные проблемы математического моделирования».

## Литература

1. Mellor G.L. A three-dimensional, primitive equation, numerical ocean model /Program in Atmospheric and Oceanic Sciences Princeton University, Princeton, NJ 08544-0710. June 2004. – 56 p. <http://www.aos.princeton.edu/WWWPUBLIC/htdocs.pom/>.
2. Luchin V., Kruts A., Sokolov O. et al. 2009. Climatic Atlas of the North Pacific Seas 2009: Bering Sea, Sea of Okhotsk, and Sea of Japan. V. Akulichev, Yu. Volkov, V.

- Sapozhnikov, S. Levitus, Eds., NOAA Atlas NESDIS 67, U.S. Gov. Printing Office, Wash., D.C., 380 pp., CD Disc.
3. Ростов И.Д., Юрасов Г.И., Рудых Н.И., Дмитриева Е.В., Ростов В.И. Информационные Ресурсы ТОИ. Океанография. Том 3. Залив Петра Великого. Физико-географические, гидрологические характеристики и гидрометеорологические условия [Электронный ресурс]. Владивосток: ТОИ ДВО РАН. 2002. 1 электрон. Опт. Диск CD-ROM
  4. Мишуков В.Ф., Горячев В.А., Ярош В.В. Расчет объемного распределения радионуклидов в морской среде северо-западной части Тихого океана после аварии на АЭС Фукусима-1 в марте 2011 г. В сборнике: Физика Геосфер. 2019. С. 139-144.