

СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ И МОНИТОРИНГА НЕФТЯНЫХ РАЗЛИВОВ В МОРСКОЙ АКВАТОРИИ

Шатров А.В.

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»
Россия, г. Киров, ул. Московская, 36,
e-mail: avshatrov1@yandex.ru

Математические модели отдельных процессов трансформации нефтяного разлива используются для создания программного комплекса расчета параметров нефтяного разлива. Программный комплекс состоит из расчетного модуля и экспертной системы на основе базы данных для принятия решения. База данных формируется на основе задания физико-химических, гидродинамических параметров и метеорологических условий окружающей среды, а также результатов расчета. В основе математической модели лежат осредненные по вертикальной координате уравнения Навье –Стокса для тонкого слоя легкой жидкости на поверхности более тяжелого субстрата. Особенность постановки и реализации модели заключается в том, что решение задачи ищется в области, которая сама является искомой величиной. При определенных условиях часть границы области, которая рассматривалась как контактная, может стать подвижной (свободной). Важной особенностью представляемой макроскопической модели от других моделей растекания является прямое решение уравнений гидродинамики для течения легкой жидкости по поверхности более тяжелого субстрата в областях с произвольной геометрией контактных границ. Объект моделирования (нефтяной разлив) представляется как ансамбль лагранжевых частиц, каждая из которых обладает набором параметров, в данном случае, таких как пространственные координаты $\{x_i, y_i\}$, скорость $\{u_i, v_i\}$, масса $\{m_i\}$, фракционный состав $\{c_{ik}\}$, где i – номер частицы в ансамбле, c_{ik} – концентрация k – той фракции. Начальное состояние задано, если известны все параметры частиц. Прямоугольная эйлерова сетка “натягивается” на лагранжев ансамбль частиц, так чтобы все частицы содержались внутри сеточной области. Важнейшим эффектом динамики нефтяных пятен является диспергирование – проникновение частиц нефти в толщу воды. Поверхностные волны являются дополнительным и существенным фактором диспергирования нефтяных разливов. При этом поверхностные колебания морские гидродинамические модели описывают с недостаточной подробностью. Для этого строится модель волн с учетом динамики частиц, образовавшихся при диспергировании нефти. Описание колебаний совокупности фаз в виде поверхностных волн осуществляется методом динамики частиц в терминах молекулярной динамики и представляет по существу систему взаимодействующих осцилляторов в двумерном вертикально –продольном пространстве. Характер взаимодействия элементов считается вязкоупругим. Свойства среды (объемная плотность, модуль упругости, внутреннее трение, поверхностное натяжение и др.) закладываются в первичные свойства отдельных элементов (масса, диаметр, коэффициенты жесткости и вязкости, коэффициент ограничения взаимодействия). Движение каждого элемента в пространстве описывается вторым законом Ньютона. Данная модель позволяет оценить долю диспергированных частиц нефти в зависимости от внешних метеорологических условий и физико-химических параметров нефтяного пятна.