



УДК 551.573+631.432

Перекальский Владимир Михайлович, к. ф. м. н., старший научный сотрудник Института Водных проблем РАН Москва

Абрамов Николай Николаевич, ведущий инженер Института Водных проблем РАН Москва
Институт Водных проблем, РАН Москва, ул. Губкина д. 3

МОДЕЛИРОВАНИЕ УГЛЕВОДОРОДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Ключевые слова: моделирование, углеводороды, загрязнение, система водоемов, программный комплекс, экология

Аннотация. Представлены результаты математического моделирования сценариев углеводородного загрязнения в районах Нижней Волги и Чебоксарского гидроузла.

Для оценки негативных последствий сценариев аварийного сброса нефтепродуктов, проводится моделирование с использованием двух авторских программных комплексов. Система уравнений гидродинамики и массопереноса записана в косоугольной неортогональной системе координат, адаптированной к морфологии водного объекта, с рассчитываемым изменением уровня свободной поверхности.

Изучение аварийного разлива нефти на участке большой протяженности осуществлялось на основе использования системы уравнений мелкой воды, записанной в интегральной форме. [1]. В такой постановке изучалось усредненное по локальной глубине поле скоростей течения и концентрации растворенных нефтепродуктов. Для более детального изучения трансформации и растворения нефтепродуктов в водной среде использовался разработанный трехмерный программный комплекс термогидродинамического типа. В расчете учитывается влияние атмосферных факторов. В программный комплекс включен расчетно-графический блок для изучения дрейфа углеводородного пятна на поверхности водоема. Здесь используется метод прямого статистического моделирования - трактовка диффузионного процесса как случайного процесса [2].

Программный комплекс в постановке мелкой воды использовался на участке от Волгоградского водохранилища до Астрахани. Для иллюстрации приведен один из сценариев аварийного сброса нефти в районе населенного пункта Черный Яр при заданном расходе $4000 \text{ м}^3/\text{сек}$ в Нижней Волге. Аварийный сброс нефти - 43 т/сут. происходил в течение одних суток, затем причина аварии устранялась. В конце первых суток нефть распространяется на значительное расстояние, приближаясь к населенному пункту Никольское (рис.1).

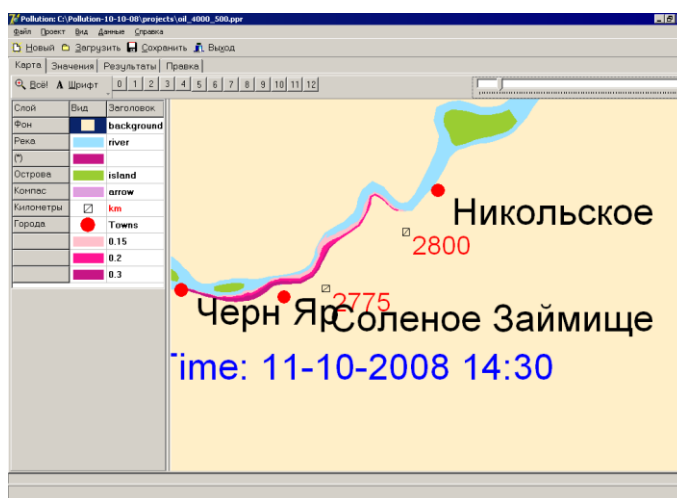


Рис.1 Распространение ЗВ в конце суточного аварийного истечения нефти

В конце вторых суток (сутки после устранения причины аварии) пятно загрязнения проходит в районе Никольское с максимальным значением концентрации нефти 4 ПДК вблизи правого берега и значительным распространением поперек течения (рис.2). В расчете отмечается влияние наличия островов и извилистости русла на интенсификацию процесса разбавления нефтяного пятна.

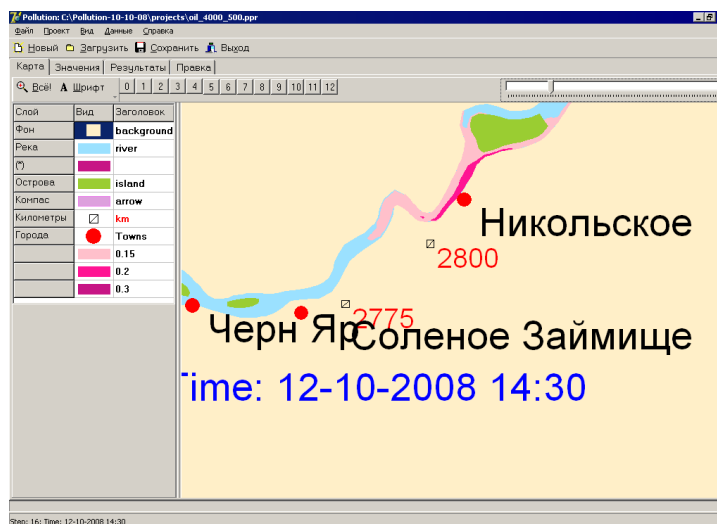


Рис. 2 Распространение 3В через сутки после прекращения аварийного истечения нефти

Высокий риск нефтяного загрязнения низовьев р. Суры и Чебоксарского водохранилища связан, главным образом, с тем, что реку Суру пересекают ветки магистрального нефтепровода. Расход вводы в рр. Волге 3000 м³/с, Суру 260 м³/с.

В данном сценарии оценивались последствия протечки из нефтепровода, пересекающего р. Суру в районе г. Ядрин - рис. 3 (объем протечки 45 т/сут.). Через сутки сброс нефти был прекращен. В месте слияния Суры и Волги концентрация нефти значительно уменьшается под влиянием более интенсивного 'чистого' течения Волги. Нефть прижимается течением Волги к правому берегу, происходит дальнейшее разбавление концентрации. На мелководных участках Суры наблюдается застаивание нефти.

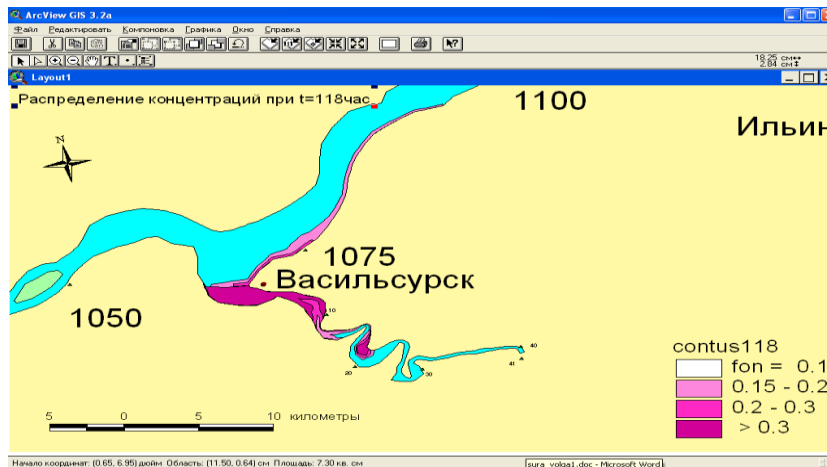


Рис. 3 Распространение нефти через 118 часов после начала аварии.

Для локализации угрозы углеводородного загрязнения изображен сценарий установки бонов (рис.4) не позднее 3 часов с момента аварии вниз по течению на максимально близком расстоянии от места аварии. Практически весь объем нефтепродуктов удастся задержать боновым ограждением.

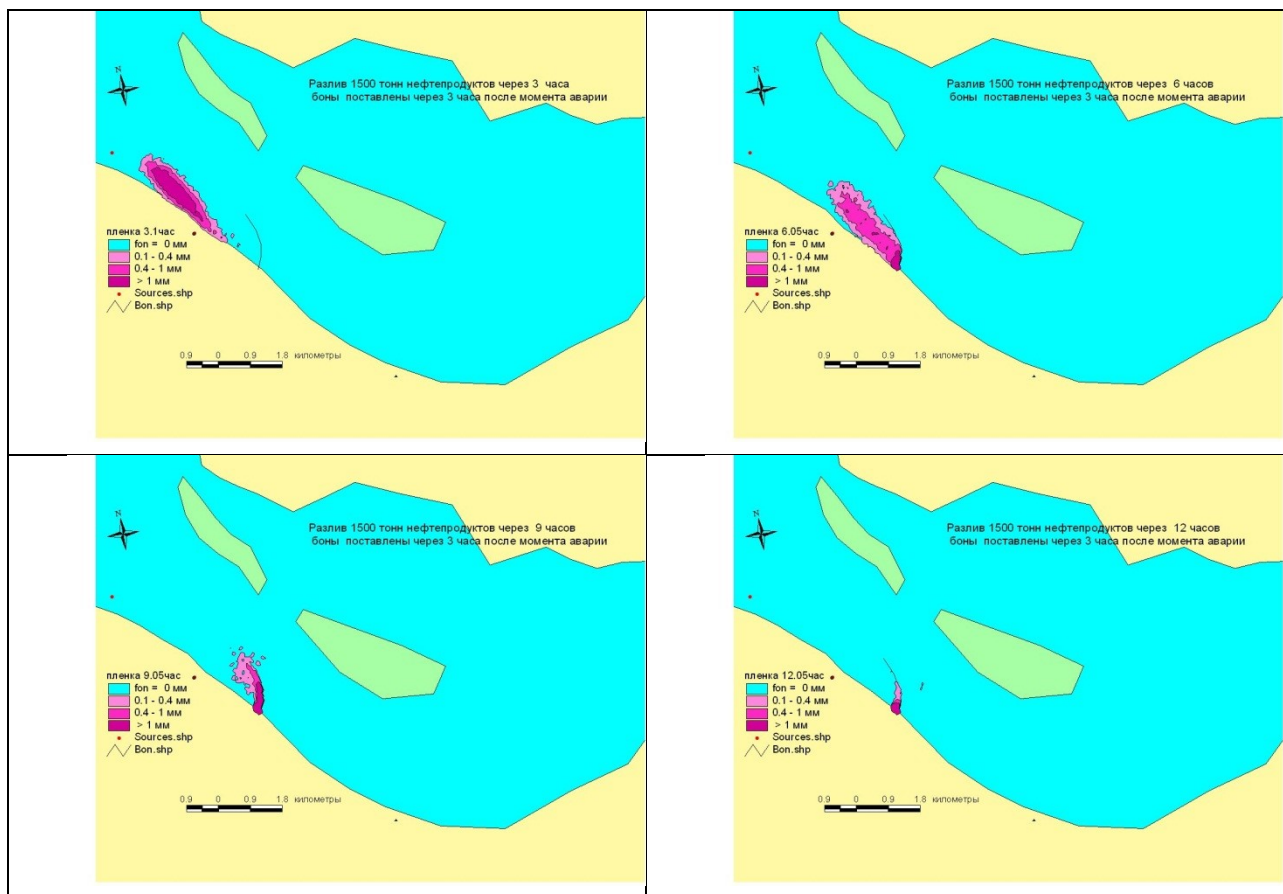


Рис. 4 Сценарий развития аварийной ситуации при установке боновой защиты через 3 часов с момента аварии.

На второй серии расчетов изображен другой сценарий (рис5) установки бонов – более поздний - через 6 часов с момента аварии и вниз по течению на более удаленном расстоянии от места аварии. К этому времени пятно нефтепродукта сильно увеличилось и поэтому не весь объем нефтепродуктов удастся задержать боновым ограждением той же длины, что и первом случае.

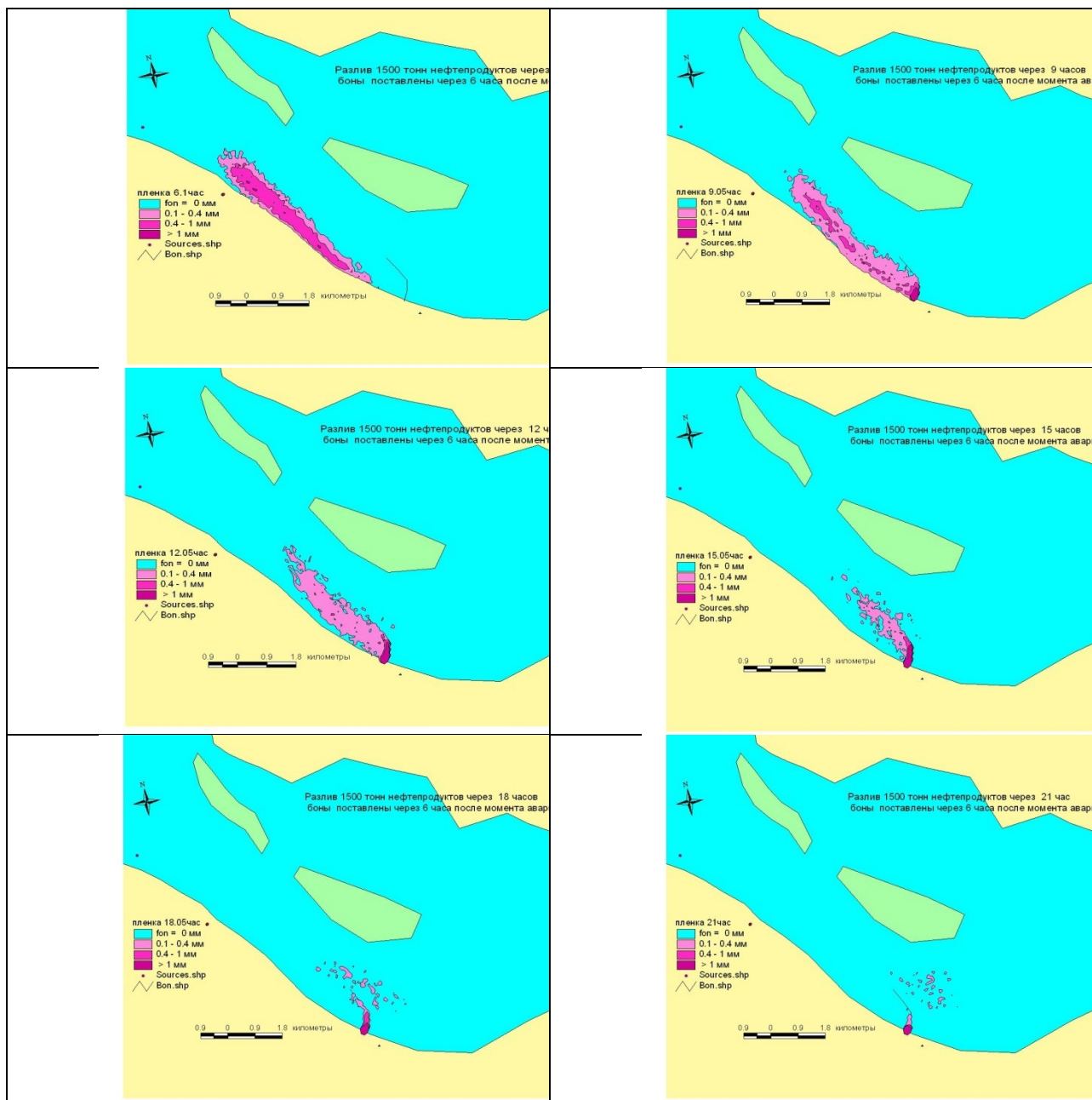


Рис.5 Сценарий развития аварийной ситуации при установке боновой защиты через 6 часов с момента аварии.

Математическое моделирование распространения нефтепродуктов в водной среде позволяет до возникновения возможной аварийной ситуации оценить вероятные масштабы и характер неблагоприятных экологических последствий. В этом случае оперативно полученный прогноз развития аварии позволяет своевременно оценить стратегию ее локализации и минимизировать загрязнение окружающей среды.

Список литературы

- [1] Годунов С.К., Забродин А. В., Иванов М.Я., Крайко А.Н., Прокопов Г.П., 1974
- [2] Галкин Л.М. Решение диффузионных задач методом Монте-Карло. М.: Наука 1975, 257с.

Modeling of hydrocarbon pollution for a system of water bodies.

Keywords: modeling, hydrocarbon, pollution, system of water bodies, software package, ecology.

The results of mathematical modeling of hydrocarbon pollution scenarios in the Lower Volga and the Cheboksary hydroelectric complex are presented.

