

*Секция: Технические науки*

**Закирничная Марина Михайловна**

*доктор технических наук*

*Уфимский государственный нефтяной технический университет*

*г. Уфа, Россия*

**Утарбаева Асель Абубакеровна**

*магистрант*

*кафедры автоматизации технологических процессов и производств*

*Уфимского государственного нефтяного технического университета*

*г. Уфа, Россия*

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕФТЯНЫХ РАЗЛИВОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ**

Проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды в результате нефтяных разливов привели к необходимости разработки математических моделей, описывающих процесс переноса и трансформации нефтяных разливов. Они необходимы для определения прогноза перемещения нефтяного пятна, правильной реакции на аварийные разливы, оценки воздействия на окружающую среду, планирования чрезвычайных ситуаций и обучения персонала.

Распространение нефтяного загрязнения по водной поверхности определяется двумя основными процессами: переносом нефтяной пленки под действием ветра, поверхностных течений и поверхностных волн, т.е. дрейфом пленки, и ее поверхностным растеканием. Изучение перемещения пятен под действием течения и ветра, наряду с растеканием занимает одно из центральных мест в моделировании распространений нефти по водной поверхности.

Площадь  $S_{tv}(t, Vt, Vv)$  нефтяного пятна в условиях течения и ветра

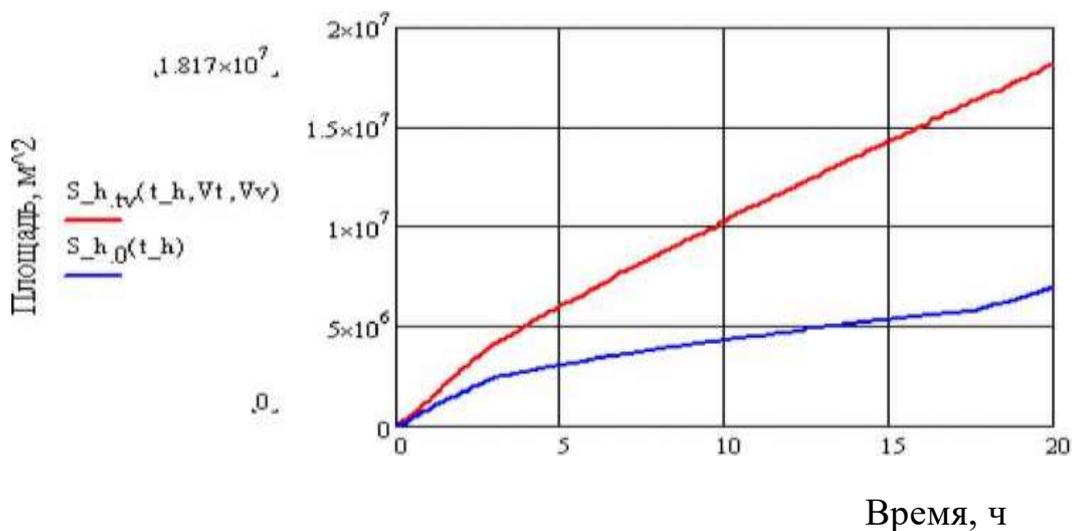
рассчитывается по формуле (1):

$$S_{tv}(t, Vt, Vv) = \pi \cdot \frac{x_{tv} \cdot y_{tv}}{2} \quad (1)$$

Площадь пятна при идеальных условиях определяется по общеизвестной формуле (2):

$$S_o(t) = \pi \cdot R(t)^2 \quad (2)$$

Функции площади нефтяного пятна от времени при течении 0.5 м/с и скорости ветра 3 м/с и площади при идеальных условиях показаны на рисунке 1:



**Рис. 1. Зависимость площади нефтяного пятна от времени**

По графику можно заметить, что уже даже при столь малых значениях скоростей течения и ветра площадь пятна будет приблизительно в два раза больше по сравнению с площадью при идеальных условиях.

Функции площади нефтяного пятна от скорости ветра при течении 0.5 м/с в момент времени 1 ч и площади при идеальных условиях в тот же момент времени показаны на рисунок 2:

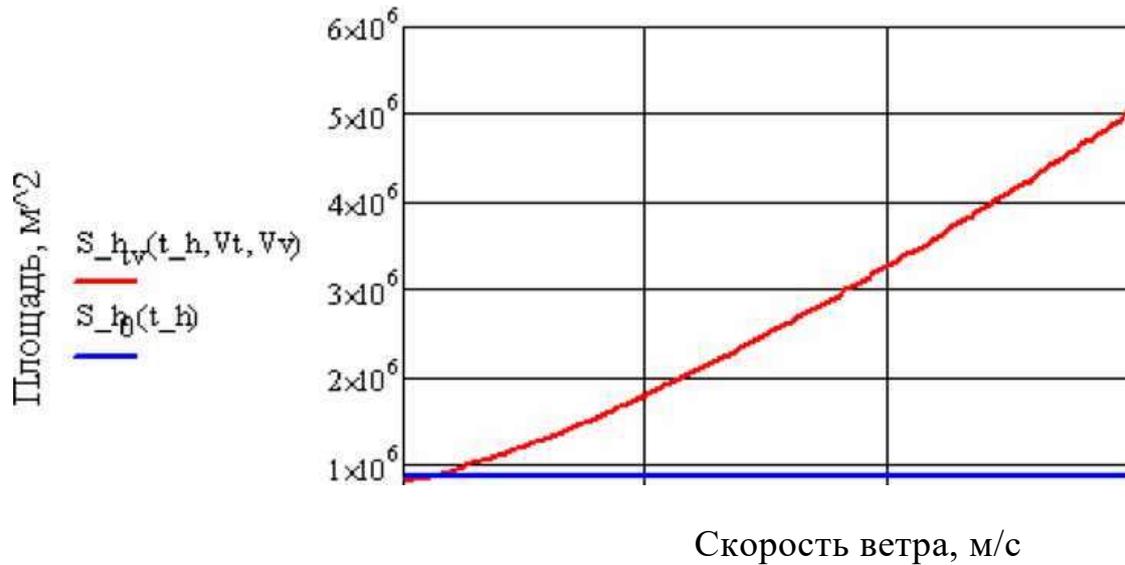


Рис. 2. Зависимость площади нефтяного пятна от скорости ветра

Влияние ветра на площадь пятна очень высоко, и чем он выше, тем быстрее оно распространяется. Так, через один час при скорости течения всего 0.5 м/с и скорости ветра 6 м/с нефтяное пятно будет иметь площадь в 2 раза больше, чем в идеальных условиях, а при скорости ветра в 15 м/с разница уже будет в 5 раз.

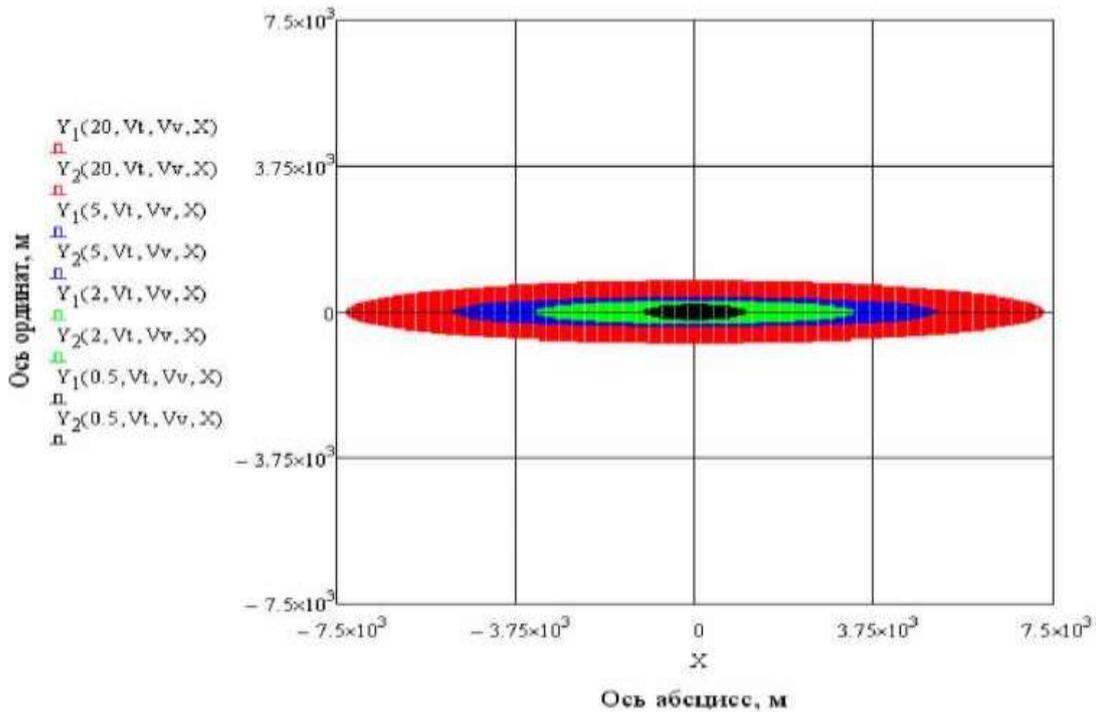
Координаты границы эллиптического пятна в декартовой системе координат, движущейся вместе с пятном и имеющей точку отсчета в его центре, определяются по формуле (3):

$$Y = \pm \sqrt{\left(\frac{y_{tv}}{2}\right)^2 \left[1 - \frac{4X^2}{x_{tv}^2}\right]} \quad (3)$$

где  $X$  – координаты границы пятна по оси абсцисс;

$Y$  -оси ординат, м.

На координатной плоскости с учётом его перемещения в моменты времени  $t$ , равные 0.5; 2; 5; 20 часов показаны на рисунке 3:



**Рис. 3. Соотношение размеров пятна**

Показано, что соотношение размеров пятна в декартовых координатах с центром пятна в точке (0;0) в моменты времени  $t = 0.5; 2; 5; 20$  часов при скорости течения  $Vt = 0.5$  м/с и скорости ветра  $Vv = 3$  м/с.

На графиках показано сравнение функции площади  $S_0(t)$  пятна от времени в условиях отсутствия течения и ветра (далее - идеальные условия) с функциями его площади  $S_{tv}(t, Vt, Vv)$  от времени, от скорости течения и от скорости ветра при постоянных ненулевых значениях двух остальных параметров показаны на рисунках 4:

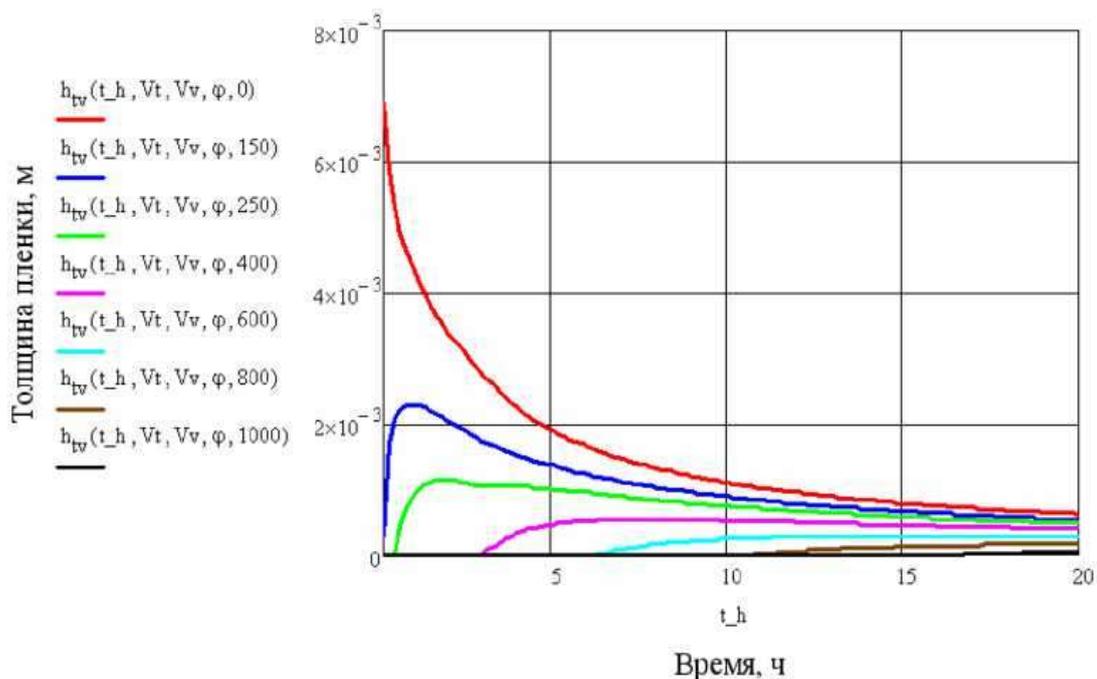


Рис. 4. График изменения функции толщины пленки нефтяного пятна от времени

График изменения функции толщины пленки нефтяного пятна от времени, прошедшего с начала аварии при  $z_0=0$ ; 150; 250; 400; 600; 800 и 1000 метров ( $Vt = 0.5$  м/с,  $Vv = 3$  м/с,  $\langle r = \pi/4$ ).

### Литература

1. Бураков Д. А., Карпова Е. Д., Шайдуров В. В. Математическое моделирование стока: теоретические основы, современное состояние, перспективы // Вестник КрасГУ. «Физико-математические науки». 2006. № 4. С. 3-19.
2. Кучмент Л.С. Математическое моделирование речного стока. Л.: Гидрометеоздат. 2012. 191 с.
3. Дементьева Е.В., Карпова Е.Д., Шайдуров В. В. Восстановление граничной функции по данным наблюдений для задачи распространения поверхностных волн в акватории с открытой границей // Сиб. журн. индустр. матем. 2013. Т. 16, № 1. С. 10-20.