

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПЕРЕНОСА ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ВОДНОЙ СРЕДЕ ПРИ РАЗРЫВЕ НЕФТЕПРОВОДА

Лаухин Евгений Васильевич

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Email: jon2030@mail.ru

NUMERICAL SOLUTION OF THE PROBLEM OF TRANSFER OF POLLUTION IN THE WATER MEDIA AT THE OIL PIPELINE BREAK

Laukhin Evgenii Vasilevich

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Аннотация: Данная статья посвящена представлению и анализу графических данных, полученных путем применения разработанной математической модели, которая позволяет оценить распространение нефтяного пятна в местах переходов нефтепроводов через водоем с постоянно изменяющимися параметрами окружающей среды (температуры воздуха, скорости течения, концентрации вещества, массы вещества и физических параметров водоема). С использованием данной модели полученные графики иллюстрируют зависимость изменения площади распространения нефтяного пятна от скорости течения реки и массы выброшенного загрязняющего вещества.

Abstract: This article is devoted to the showing and assessments of graphical data obtained by applying the developed mathematical model, which allows us to estimate the distribution of the oil slick in the places where oil pipelines cross the water body with constantly changing environmental parameters (air temperature, flow velocity, substance concentration, substance mass and physical reservoir parameters). Using this model, the obtained graphs shows the correlation of the change in the area of the oil slick distribution on the speed of the river flow and the mass of the polluted substance.

Ключевые слова: математическое моделирование; нефтепровод; векторное поле; диффузия.

Keywords: mathematical modeling; oil pipeline; vector field; diffusion.

В настоящее время разработка рентабельных методов очистки вод, тем более при авариях с залповыми сбросами различных веществ в водоемы, является одной из ведущих задач. В связи с этим и дополнительной оценкой состояния водной среды, представляет интерес методы описания распространения загрязняющих примесей в водоемах. В ходе исследования разработана математическая модель процесса теплового и массопереноса, расчета полей скорости, температуры и концентраций загрязняющих компонентов в воде [1]. Приведенные методики прогноза уровней распространения поллютантов, попадающих в водную среду, возможно применить при проведении оценки состояния воды в водоеме, в том числе и в условиях сбросов различных веществ в водоем в результате аварий, которые могут оседать на дно, а затем подниматься со дна, например, при неблагоприятных метеорологических условиях при изменении характеристик течения [2].

В рамках механики сплошных сред построена математическая модель и краевая задача для описания тепломассопереноса примесей сброшенного загрязняющего вещества в водоеме при аварийном сбросе [3], основанная на решении уравнений для турбулентной диффузии. При решении учитывается конфигурация реки, скорость течения и глубина, температура окружающей среды, параметры источников сброса (месторасположение,

динамика и состав сброшенных веществ). Данный подход позволяет учесть дополнительные, необходимые при расчете загрязнения окружающей среды, факторы.

Для численного моделирования задачи по распространению нефтяного пятна в водоеме был применен алгоритм SIMPLE. Дискретный аналог для поставленной краевой задачи строился при использовании метода контрольных объемов. Полученные при дискретизации системы сеточных уравнений решались с помощью метода SIP [4].

Адекватность модели была проверена путем введения аналитических решений. Конфигурации реки была задана при использовании метода фиктивных областей, где в контрольных объемах расчетной области, вне водоема, начальные значения функции задавались и оставались неизменными в процессе расчетов, а составляющая скорости приравнивалась к нулю [5]. При решении данной задачи использовались значения: глубина реки – 5 м., температура окружающей среды: $T=300\text{K}$, скорость течения реки: $V = 0,7 \text{ м/с}$, процентное содержание серы в нефти: 1%, масса выброшенной нефти составляет 10 тонн.

В результате численного решения данной задачи были определены распространения скорости, температуры, концентрация загрязняющего элемента в назначенные временные отрезки. При неизменной скорости течения реки $0,7 \text{ м/с}$ изменили массу сброшенной нефти с 10т до 20т и в определенный момент времени приведено графическое распределение концентрации при двух сравниваемых массах сброса. Ниже приведены векторные поля (см. рисунок 1 – 4).

В дальнейшем для проверки адекватности модели распространения нефти при изменённых условиях меняем следующие параметры: скорость течения реки и массу сброшенного загрязняющего вещества в реку. Скорость течения реки изменена с $0,7 \text{ м/с}$ до $1,2 \text{ м/с}$, а масса выброшенного загрязняющего вещества с 10 тонн до 20 тонн.

Полученные в результате проведенных математических операций распределения скорости, температуры, концентраций компонент загрязняющих примесей в один момент времени приведены на векторном поле ниже (см. рисунок 5-6).

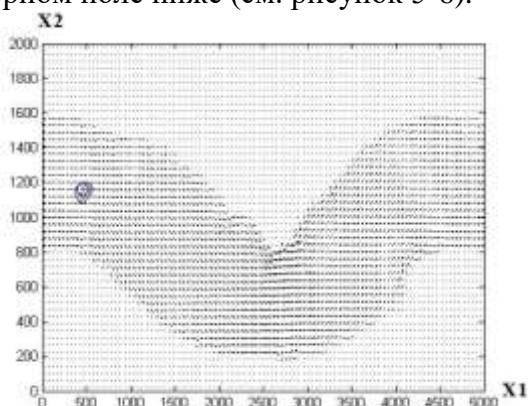


Рисунок 1 – Поле вектора скорости и распределение концентрации загрязнения в водоеме для момента времени $t= 6 \text{ мин}$ при массе сброшенной нефти $m=10 \text{ т}$

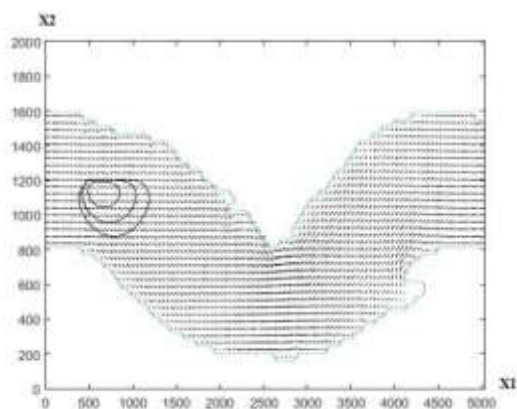


Рисунок 2 – Поле вектора скорости и распределение концентрации загрязнения в водоеме для момента времени $t=6$ мин при массе сброшенной нефти $m=20$ т

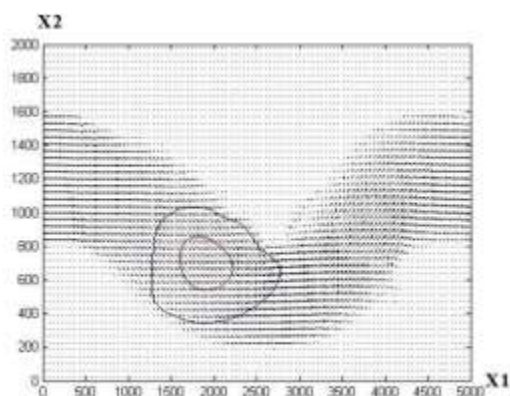


Рисунок 3 – Поле вектора скорости и распределение концентрации загрязнения в водоеме для момента времени $t=15$ мин при массе сброшенной нефти $m=10$ т

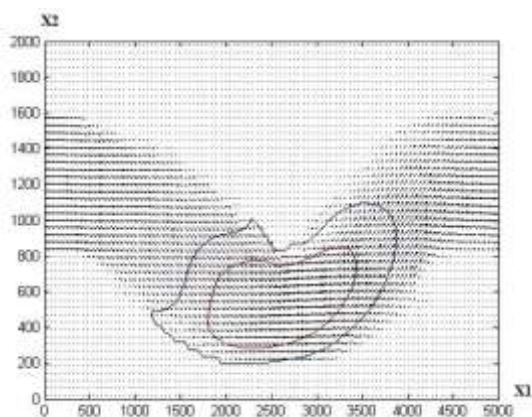


Рисунок 4 – Поле вектора скорости и распределение концентрации загрязнения в водоеме для момента времени $t=15$ мин при массе сброшенной нефти $m=20$ т

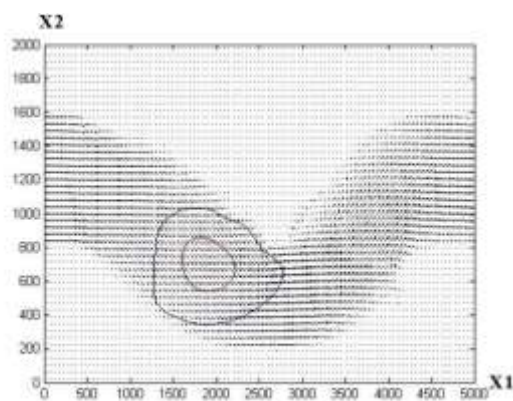


Рисунок 5 – Поле вектора скорости и распределение концентрации загрязнения в водоеме для момента времени $t=15$ мин при массе сброшенной нефти $m=10$ т и скорости течения реки $0,7$ м/с

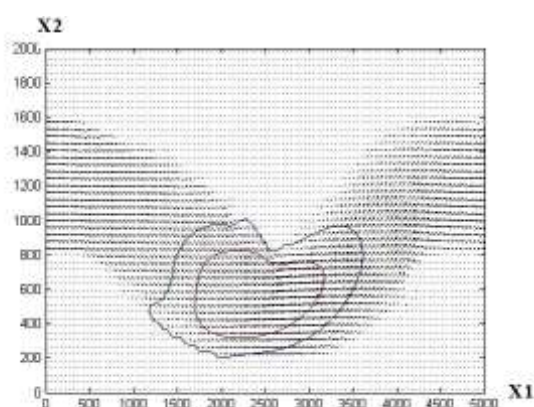


Рисунок 6 – Поле вектора скорости и распределение концентрации загрязнения в водоеме для момента времени $t=15$ мин при массе сброшенной нефти $m=20$ т и скорости течения реки $1,2$ м/с

В результате построения данной математической модели распространения нефтезагрязнения были получены графики зависимости изменения площади распространения нефтяного пятна от скорости течения реки и массы выброшенного загрязняющего вещества.

На первом этапе сравнения меняли массы выброшенного загрязняющего вещества с 10 до 20 тонн при скорости течения реки $0,7$ м/с, при визуализации результатов расчетов видно, что при увеличении массы загрязняющего вещества и постоянном течении площадь нефтяного пятна увеличивается. Анализируя данные рисунки, полученные при различных условиях среды, можно сделать вывод, что при изменении скорости течения реки с $0,7$ м/с до $1,2$ м/с увеличивается площадь нефтяного пятна с течением времени как при одинаковых массах сброса в реку загрязняющих веществ, так и при изменяющихся массах сброса.

В ходе проведения исследования удалось построить математическую модель, с помощью которой можно оценить распространения нефтяного пятна в местах переходов через реку с изменением параметров окружающей среды (температуры воздуха, скорости течения, концентрации вещества, массы вещества и физических параметров водоема). В результате построения данной математической модели распространения нефтезагрязнения в местах переходов через реку были получены графические данные зависимости изменения

площади распространения нефтяного пятна от скорости течения реки и массы выброшенного загрязняющего вещества необходимые для разработки технических решений по прокладке нефтепроводов в месте их перехода через водоемы.

Список литературы

1. Иббатулин Р.Р. Технологические процессы разработки нефтяных месторождений: 2010 г. –325 с.
2. Соколов В.А., Бестужев М.А., Тихомолова Т.В. Химический состав нефтей и природных газов в связи с их происхождением. — М.: Недра, 1972. — 276 с.
3. Евсеева, Алевтина Урумбаевна. Математическое моделирование течений нефтей по трубопроводам: автореферат дис. кандидата физико-математических наук: 05.13.16. - Алма-Ата, 1991. - 15 с.
4. С. Патанкар численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. - Москва: Энергоатомиздат, 1984. - 124 с
5. Павлов А.А. Моделирование распространения нефти по руслу малого водотока при турбулентном режиме течения // Экология урбанизированных территорий. - 2011. - № 3. - С. 52-57.

УДК 502.51:504.5:628.4.047

КОНТРОЛЬ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Лисичкина Мария Станиславовна

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

E-mail:msl11@tpu.ru

RADIATION CONTROL MONITORING IN THE TOMSK REGION

Lisichkina Maria Stanislavovna

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Аннотация: Статья посвящена анализу системы радиационного мониторинга. Автоматизированная система контроля радиационной обстановки обеспечена современными приборами контроля состояния окружающей среды, способными передавать данные для постоянного наблюдения. В работе приведен обзор параметров, полученных с помощью системы радиационного мониторинга на территории Томской области.

Abstract: The article is devoted to the analysis of the radiation monitoring system. An automated radiation monitoring system is provided with modern environmental monitoring devices capable of transmitting data for continuous monitoring. The work provides an overview of the parameters obtained using the system, as well as the conclusion about their values.

Ключевые слова: радиационная обстановка, контроль, мониторинг, автоматизированная система.

Keywords: radiation situation, control, monitoring, automated system.

В настоящее время стремительно развиваются и усложняются средства, методы и формы представления информации. В связи с этим, повышается зависимость общества от степени безопасности используемых им информационных технологий, от которых, в свою очередь, зависит благополучие, а нередко и жизнь многих людей.

На основании этого, для предупреждения населения о возможной чрезвычайной ситуации, а именно о радиоактивном загрязнении окружающей среды и своевременного принятия адекватных мер по защите населения, в 12 субъектах Российской Федерации