

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННЫХ УЧАСТКОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

*О.Н. Минаева, В.Е. Савенок
Витебск, УО «ВГУ им. П.М. Машерова»*

В последние годы одним из наиболее приоритетных загрязнителей окружающей среды является нефть. Ее повсеместная распространенность представляет огромную опасность для всех живых организмов и, в частности, для человека. Природные углеводороды оказывают негативное воздействие на атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, экологические системы, нефтепродукты нарушают экологическое состояние почвенных покровов и в целом деформируют структуру биоценозов.

В настоящее время при изучении воздействия природных и техногенных катастроф на окружающую среду большой популярностью пользуются теоретические методы исследования – методы математического моделирования. Это связано с тем, что экспериментальные исследования вышеуказанных явлений являются дорогостоящим, а в отдельных случаях не представляется возможным проводить полное физическое моделирование.

Моделирование процессов загрязнения территории позволяет оценить степень воздействия загрязненных нефтью участков на близлежащие водоемы и водотоки, проследить дальнейшие пути миграции загрязнителя, оценить объемы нефтепродуктов, ежегодно попадающих в водные объекты. В качестве основного критерия выноса загрязнителя из загрязненных участков принято попадание его в ближайший водный объект. В первую очередь учитывается время добегания (зависящее от расстояния и уклонов) загрязнителя и скорость самораспада нефтей [1].

Республика Беларусь обладает развитой речной сетью, при этом часть рек является трансграничными, среди них одной из главных является Западная Двина, которая берет свое начало на Валдайской возвышенности в России. В случае загрязнения реки нефтью, она может стать потенциальным переносчиком нефтяного загрязнения, как с территории России, так и далее с территории Беларуси на территорию Латвии. Поэтому проблема предотвращения трансграничного переноса нефтяных загрязнений является для нее весьма актуальной.

Нами проведена оценка площади возможного загрязнения некоторых участков водосбора реки Западная Двина: Бешенковичи – Улла, Будилово – Шумилино, Новополоцк – Дисна, Сураж – Витебск.

Для проведения исследований использовалась математическая модель трансформации загрязненных участков [2, 3].

Исходные данные для моделирования:

A – точка аварии.

AB – расстояние от точки аварии A до объекта стока B по линии стока AB .

– линейные координаты (расстояние) выделенных зон, отсчитанные от объекта стока B по линии стока AB ;

– зональные уклоны поверхности вдоль AB ;

– масса загрязняющих веществ имеющихся на загрязненном участке;

– масса загрязняющих веществ имеющихся в буферной зоне (БЗ).

Ландшафт, лежащий в зоне стока, делим на m – зон.

Для каждой зоны выделяем линейные координаты $l(i,m)$, показывающие расстояние соответствующей зоны от водотока (от пятна до водотока) вдоль линии стока AB .

i – номер участка (i -тый участок); k – переменная дискретного времени.

Задача моделирования формы и размеров загрязненного участка:

– определение и позиционирование точек A – место аварии, B – точка стока;

S – точка условного центра стока загрязненного участка;

– определение и позиционирование параметров эллипса длина большой полуоси $a(i,k)$, длина малой полуоси $b(i,k)$.

Зависимость между площадью пятна и массой загрязнителя определялась по формуле:

$$S(i,k) = \beta(i)M(i,k)^{2/3}, \quad (1)$$

где $\beta(i) = \frac{1}{\delta \cdot \rho}$ – коэффициент, учитывающий зависимость площади пятна от

массы загрязнителя в нем содержащегося; δ – предполагаемая конечная толщина нефтяного пятна; ρ – плотность нефтепродукта; $2/3$ – степень, которая определяется формой тела пятна (конус); $M(i,k)$ – масса загрязнителя в пятне на i -том участке в момент времени k .

Параметры геометрической схемы пятна определяются:

- площадь загрязненного участка $S(i,k)$ определяется по формуле (1);

- площадь буферной зоны загрязненного участка определяется по формуле (1), в которую подставляем коэффициент, учитывающий зависимость площади буферной зоны от массы загрязнителя в ней содержащейся и массу загрязнителя в буферной зоне;

- условный радиус загрязненного участка:

$$r(i,k) = (S(i,k)/\pi)^{0,5} \quad (2)$$

- условный радиус БЗ загрязненного участка по формуле (2) – уточненной:
 $rB(i,k) = [(S(i,k) + SB(i,k))/\pi]^{0,5}$.

На загрязненном участке учитываются следующие массообменные процессы:

- трансформация подвижного загрязнителя в неподвижный;

- перенос подвижного загрязнителя в неподвижный;

- перенос подвижного загрязнителя из пятна в буферную зону;

- миграция загрязнителя в водные объекты;

- поступление загрязнителя в загрязненном участке по фактам аварий;

- изъятие загрязнителя из загрязненного участка при рекультивационных работах.

Изменение масс загрязнителя в пятне происходит за счет следующих процессов:

- биохимический распад жидкой и связанной фаз;

- переход жидкой фазы в связанную;

- вынос жидкой фазы в буферную зону участка;

- вынос жидкой фазы с территории (сток в водотоки);

- поступление жидкого загрязнителя с авариями;

- изъятие жидкой и связанной фаз при рекультивации.

Для буферной зоны характерны аналогичные процессы, за исключением выноса жидкой фазы в буферную зону (по логике моделирования).

По результатам проведенных исследований установлено, что массы стоков в водные объекты пропорциональны уклону и расстоянию добегаания. Изменение площади распространения нефтяного пятна на рассматриваемых участках составило до 20 % и зависит от рельефа местности.

Полученные результаты могут быть использованы как для оценки масштабов загрязнения нефтепродуктами непосредственно почвенного покрова районов

водосбора с учетом рельеф местности, так и при оценке масштабов загрязнения водотоков, протекающих по этим районам.

1. Юденко, А.Е., Модель трансформации участков // Сборник трудов международной конференции «Выч. технологии 2000». Новосибирск, 2000, - С. 156 - 163.
2. Оразбаев, Б.Б., Кенжегалиев, А.К., Гайсина, С.Б. Гидродинамические модели для расчета растекания нефти и нефтепродуктов// Научно-технический журнал «Нефть и газ», №4, 2007, - С. 98-108.
3. Карабалин, У.С. Оразбаев, Б.Б., Сериков, Ф.Т., Исмагулова, С.Д. Исследование и создание математической модели трансформации загрязненных участков// Научный журнал «Нефть и газ», №3, 2009, - С. 90-95.

ВОДНО-БОЛОТНЫЕ УГОДЬЯ ПРИГРАНИЧНЫХ РАЙОНОВ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ БЕЛАРУСИ И РОССИИ

Г.И. Пиловец

Витебск, УО «ВГУ им. П.М. Машерова»

В настоящее время в системе приоритетов природоохранной деятельности на одно из первых мест вышла проблема сохранения водно-болотных угодий. Водно-болотные угодья представляют собой участки земной поверхности, занятые верховыми, низинными и переходными болотами, водотоками и водоемами, имеющими как естественное, так и искусственное происхождение, являющимися постоянными или временными, со стоячей или проточной, пресной, солоноватой или соленой водой, включая морские акватории, глубина которых при отливе не превышает шести метров [1].

Длина государственной границы Республики Беларусь составляет 2969 км, из них самый протяженный отрезок 990 км приходится на Россию. Целью исследования стало выявление особенностей природных условий обусловивших формирование водно-болотных угодий на границе Витебской области Беларуси и России. Среди ландшафтов рассматриваемых приграничных районов преобладают камово-моренные и водно-ледниковые ландшафты, менее распространены холмисто-моренно-озерные и озерно-ледниковые. Незначительно представлены озерно-болотные, моренно-озерные, лессовые и вторичноморенные ландшафты [2].

Северная часть региона расположена в районе последнего – поозерского (валдайского) оледенения, относится к Белорусскому Поозерью (Белорусско-Валдайскому Поозерью). Наиболее возвышенная восточная часть Витебской области имеет преобладающие высоты 150 м и более. Приграничные районы характеризуются разнообразием аккумулятивных и эрозионно-аккумулятивных поверхностей поозерского возраста: плоские и пологоволнистые озерно-ледниковые низины; мелкохолмистые и пологоволнистые флювиогляциальные равнины и низины; грядово-холмистые краевые ледниковые образования; холмистые и волнистые моренные равнины. Граница проходит по Озерской низине, Освейской гряде, Полоцкой низине, Заборской равнине, Городокской возвышенности, Шумилинской равнине, Суражской равнине, Витебской возвышенности, Луческой равнине. Горизонтальное расчленение рельефа в районах низин и равнин составляет от 0,2 до 0,6 км/км², возвышенностей – 0,8-2,0 км/км². Вертикальное расчленение наименьшее в пределах Полоцкой низины (2-5 м/км²), на участках равнин составляет 5-10 м/км², наибольшее в районе Витебской возвышенности 25-30