

## НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 553.982

Л. З. Юнусова, кандидат технических наук, доцент  
ИжГТУ имени М.Т. Калашникова  
Г. З. Самигуллина, кандидат биологических наук, доцент  
Удмуртский государственный университет

### МОДЕЛИРОВАНИЕ АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ НА ПРИМЕРЕ СУНДУРСКО-НЯЗИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

*В статье рассматривается вопрос по моделированию аварийной ситуации на нефтяном месторождении Удмуртской Республики. Рассмотрены аспекты негативного влияния отдельных химических факторов взаимодействия нефти с компонентами окружающей среды. Приведенная ситуация оценена классом опасности воздействия органических компонентов нефти на окружающую среду. Предложен вариант моделирования аварийной ситуации на отдельном нефтяном месторождении как вариант снижения риска разлива нефти.*

**Ключевые слова:** аварийная ситуация, нефтяное месторождение, класс опасности, выброс вредного вещества при горении нефти.

Возникновение различного рода аварийных ситуаций на нефтяном промысле усиливает негативное воздействие на окружающую среду, так как создается большая опасность загрязнения водоемов, земель и воздушного бассейна на значительных территориях и нанесения ущерба значительному числу предприятий и хозяйств, расположенных на территории нефтедобывающего района [1, 2]. Поэтому проблема снижения воздействия на окружающую среду нефтедобывающего производства и предупреждение возникновения аварийных ситуаций является на сегодняшний день актуальной.

Разработка нефтяных месторождений Удмуртской Республики ведется с 1969 г. За это время сформировались техногенные системы промыслов, негативно влияющие на экосистемы региона. Достаточную актуальность приобретают проблемы, связанные с данным видом природопользования. Наиболее серьезной и трудно решаемой проблемой является нефтяное загрязнение почв и водоемов [3].

Основными источниками нефти и пластовых вод, попадающих в природную среду, является оборудование промыслов. Загрязнение почв может отмечаться в непосредственной близости от родников, скважин, насосных станций, установок подготовки нефти, резервуарных парков, вдоль промысловых нефтепроводов [4, 5].

Расчет класса опасности нефти был выполнен на основании СП 2.1.7.1386–03 «Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления» [6].

Отнесение отхода к классу опасности расчетным методом осуществляется на основании величины суммарного индекса опасности  $K$ , рассчитанного по сумме показателей опасности веществ, составляющих отход ( $K_i$ ).

$$K = \sum K_i. \quad (1)$$

Показатель опасности компонента отхода  $K_i$  рассчитывается как отношение концентрации компонента отхода  $C_i$  (мг/кг) и коэффициента степени опасности компонента  $W_i$ :

$$K_i = C_i/W_i, \quad (2)$$

где  $W_i$  – коэффициент степени экологической опасности  $i$ -го компонента отхода (мг/кг);  $C_i$  – концентрация  $i$ -го компонента в отходе (мг/кг).

Коэффициент степени опасности компонента  $W_i$  определяется как:

$$\lg W = 1,2(X_i - 1), \quad (3)$$

где  $X_i$  – усредненный параметр опасности компонента отхода.

Усредненный параметр опасности компонента отхода  $X_i$  вычисляется делением суммы баллов по всем показателям, включая информационный, на общее число показателей. При расчете величины  $X_i$  учитывается информационный показатель  $I$ , который зависит от числа используемых показателей опасности  $n$  и имеет следующие значения (в баллах):

$$I = 4 \text{ при } n = 12-11; I = 3 \text{ при } n = 10-9; I = 2 \text{ при } n = 8-7; I = 1 \text{ при } n \leq 6.$$

Расчет класса опасности нефти показывает (табл. 1), что нефть является высоко опасным продуктом. Для расчета были использованы основные компоненты нефти. К ним относятся: углерод с концентрацией 82 %, водород – 12 %, сера – 2 %, азот – 1,8 %, кислород – 0,3 %. Основные микроэлементы, присутствующие в нефти: ванадий с концентрацией 0,007 % и никель с концентрацией 0,0013 %. В результате вычислений получаем, что класс опасности

$$K = 698 + 0,365 + 0,113 + 1,5 + 94 + 6,6 + 952 = 1753.$$

**Классификация опасности отходов для здоровья человека и среды обитания человека [7]**

Класс опасности	1-й класс	2-й класс	3-й класс	4-й класс
<i>K</i>	>50000	50000–1000	999–100	<100

Нефть относится ко 2-му классу опасности – высоко опасный продукт для окружающей природной среды и здоровья человека. Из чего можно сделать вывод о том, что предупреждение аварийных ситуаций играет большую роль в сохранении целостности окружающей природной среды. В случае аварии высоко опасная нефть пагубно повлияет на все живое территории, близлежащей к месту аварии. Экологическая система будет сильно нарушена. Период восстановления составит не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия. При возникновении поражающих факторов аварии: воздушная ударная волна, тепловое излучение горящих разливов, возможно получение людьми ожогов I, II степени, травм, вплоть до летального исхода. При разливе нефтепродуктов на воде литр нефти лишает кислорода 40 тысяч литров воды [8].

Нефтепродукты в почве необратимо угнетают развитие растений при концентрации свыше 2 г на 1 кг почвы (порог фитотоксичности), происходит задержка или полное выпадение фаз в развитии растений, морфологические изменения растений, на 20–30 дней задерживается начало вегетации. При возникновении пожара происходит загрязнение атмосферы продуктами сгорания. При высоких концентрациях попутного нефтяного газа углеводородный газ, замещая кислород, вызывает удушье [9].

В связи с этим фактом мероприятия по предупреждению аварийных ситуаций играют огромную роль в сохранении целостности природной среды и здоровья человека, а при возникновении таких ситуаций незамедлительно должны быть предприняты меры по ликвидации последствий аварии.

При добыче и транспортировке нефти могут возникать различные аварийные ситуации. К числу наиболее распространенных относят аварии, происходящие из-за поломки, оставления или падения в скважину элементов обсадных или буровых колонн, из-за неудачного цементирования обсадных колонн, прихвата, открытого фонтанирования и падения в скважину различных предметов; взрывы и пожары на трубопроводах и емкостях хранения и коррозионные отложения [10–12].

Риск загрязнения окружающей среды на Сундурско-Нязинском месторождении велик, поэтому необходимо следить за состоянием технологического процесса на промысле, предотвращать возникновение различных аварийных ситуаций, вести контроль над состоянием окружающей среды [13]. В целях обеспечения нормальных условий эксплуатации и исключения возможности повреждения трубопроводов в соответствии с требованиями действующих нормативно-технических документов по аналогии с магистральными трубопроводами установлена охранная зона:

- вдоль трассы нефтепроводов – в виде участка земли, ограниченного условными линиями, находящимися в 50 м от оси нефтепровода с каждой стороны;

- на землях сельскохозяйственного назначения, условными линиями, проходящими в 25 м от оси нефтепровода с каждой стороны;

- через подводные переходы – в виде участка водного пространства от водной поверхности до дна, заключенного между параллельными плоскостями, отстоящими от оси нефтепровода на 100 м с каждой стороны [14].

На скважине № 124 Сундурско-Нязинского месторождения проводятся опытно-промысловые испытания реагента ингибитора солеотложений. Еще год назад на скважине проводились испытания новых автоматических очистных устройств, так называемых летающих скребков. Они не требуют постоянного участия операторов в своей работе – сами поднимаются и опускаются в колонке нефтекомпрессорной трубы, тем самым достаточно продуктивно очищают их.

При возникновении аварийной ситуации действия персонала должны проводиться в четком соответствии с планом ликвидации возможных аварий с применением средств защиты органов дыхания и оповещением всех необходимых служб. При необходимости должна быть организована эвакуация людей, не задействованных на ликвидации аварии, и жителей ближайших населенных пунктов на безопасное расстояние. При разливе нефти сбор осуществляется с применением олеофильного нефтесборщика и производится откачка нефтепродукта в аварийную емкость (мобильная емкость временного хранения нефтепродуктов КР-10) с поверхности водоема, а также зачистка при помощи шанцевого инструмента загрязненной нефтепродуктом береговой линии.

**Сценарий развития аварийной ситуации на Сундурско-Нязинском месторождении**

В результате несанкционированной врезки в районе реки Лоза Сундурско-Нязинского месторождения был поврежден нефтепровод, произошла утечка нефти. Фонтанирующая нефть разлилась на большую площадь. Поскольку месторождение расположено вдоль реки, то большая часть нефти попала в реку Лоза, а также загрязнилась почва на близлежащей территории. В окружающую среду попало около 100 т нефти.

Вблизи данного участка месторождения, где произошел аварийный выброс нефти, расположена деревня Сундур. От месторождения до деревни выдержана санитарно-защитная зона 300 м. Поэтому разлившаяся нефть не затронула жилые застройки, жизни и здоровью местного населения угрозы не создала.

С точки зрения тяжести экологических последствий в данном случае может произойти загрязнение водной поверхности реки Лоза, есть риск распространения нефтяного пятна по течению реки. Почве и растительности также может быть нанесен огромный экологический ущерб.

На территории месторождения почва глинистая, сама нефть тяжелая и вязкая, и из-за этого скорость просачивания в грунт средняя. Так, глубина просачивания составила 0,15 м. В результате скопившейся

нефти над ее поверхностью при контакте с кислородом образовалась горючая топливно-воздушная смесь и произошло возгорание (рисунок).

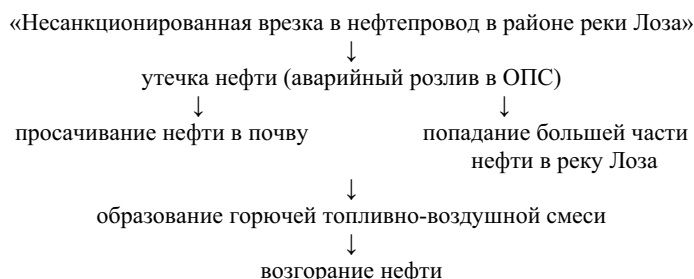


Схема развития аварийной ситуации на Сундурско-Нязинском месторождении

Сценарий развития аварийной ситуации на Сундурско-Нязинском месторождении нефти показал, что с точки зрения тяжести экологических последствий в данном случае сильно загрязнилась водная поверхность реки Лоза, есть риск распространения нефтяного пятна по течению реки. Почве и растительности также нанесен значительный ущерб. 80 м<sup>3</sup> или 80 000 литров разлившейся нефти лишат реку Лоза кислорода объемом 3 200 000 м<sup>3</sup>. Площадь разлива и глубина просочившейся нефти в почву значительно превышают порог фитотоксичности, который составляет 1 г на 1 кг почвы. Произойдет задержка

или полное выпадение фенофаз в развитии растений, морфологические изменения растений, на 20–30 дней задержится начало вегетации.

Количество выброса в атмосферу также превышает установленные нормы. Суммарный выброс вредных веществ в атмосферу согласно табл. 2 составил:

$$K = K(\text{CO}_2) + K(\text{CO}) + K(\text{C}) + K(\text{NO}_2) + K(\text{H}_2\text{S}) + K(\text{SO}_2) + K(\text{HCN}) + K(\text{HCHO}) + K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1 + 0,0840 + 0,1700 + 0,0069 + 0,0010 + 0,0278 + 0,0010 + 0,0150 = 1,3\text{кг}$$

Таблица 2. Удельный выброс вредного вещества при горении нефти на поверхности,  $K_i$  [15]

Загрязняющий атмосферу компонент	Химическая формула	Удельный выброс вредного кг/кг вещества		
		Нефть	Дизель	Бензин
Диоксид углерода	CO <sub>2</sub>	1,0000	1,0000	1,0000
Оксид углерода	CO	0,0840	0,0071	0,3110
Сажа	C	0,1700	0,0129	0,0015
Оксиды азота	NO <sub>2</sub>	0,0069	0,0261	0,0151
Сероводород	H <sub>2</sub> S	0,0010	0,0010	0,0010
Оксид серы	SO <sub>2</sub>	0,0278	0,0047	0,0012
Синильная кислота	HCN	0,0010	0,0010	0,0010
Формальдегид	HCHO	0,0010	0,0011	0,0005
Органические кислоты	CH <sub>3</sub> COOH	0,0150	0,0036	0,0005

Использование на месторождении эффективных технических решений и систем безопасности существенно снижает вероятность возникновения аварийных ситуаций и связанного с ними отрицательного воздействия на окружающую среду.

В общем, было оценено воздействие аварийных ситуаций в нефтедобывающем производстве и установлено, что производство сильно загрязняет окружающую природную среду, а при возникновении аварий это загрязнение возрастает в разы. Нефтедобывающая отрасль отличается большой землеемкостью, значительной загрязняющей способностью, высокой взрыво- и пожароопасностью промышленных объектов. Химические реагенты, применяемые при бурении скважин, добыче и подготовке нефти, а также добываемые углеводороды и примеси к ним являются вредными веществами для растительного и животного мира, а также для человека.

### Заключение

Нефтяные промыслы характеризуются повышенной аварийностью работ, так как основные производственные процессы происходят под высоким давлением. Промысловое оборудование и трубопроводные системы работают в агрессивных средах. На современном этапе развития науки и техники не существует таких технологий добычи, транспортировки и переработки нефти, которые реализовывались бы без отрицательного воздействия на природу.

Процессы интенсификации набирают обороты в связи с меняющимися условиями макроэкономики. Увеличение объемов добычи нефти обеспечивает пополнение доходной части бюджета. Развитие отраслей народного хозяйства является важной государственной задачей. Но эти процессы должны быть также приемлемыми для окружающей природной среды.

Необходимо предпринимать все возможные мероприятия, чтобы снизить негативное воздействие на окружающую среду. Особое внимание нужно уделять риску возникновения аварийных ситуаций, стараться на ранних стадиях проектирования учитывать это и минимизировать его в период эксплуатации нефтяного месторождения.

Вопросы, затронутые в статье, могут быть использованы в рамках учебных дисциплин соответствующего профиля разных уровней подготовки кадров высшей квалификации [16].

#### Библиографические ссылки

1. *Ходжаева Г. К., Слива Е. А.* Влияние нефтяного загрязнения на окружающую среду Нижневартовского района // Омский научный вестник. – 2012. – № 1(108). – С. 212–223.

2. Основные направления исследований экологической оптимизации сельских и урбанизированных территорий / В. В. Туганаев и др. // Современные проблемы аграрной науки и пути их решения. – 2005. – Т II. – С. 288–293.

3. *Ким С. Л., Самигуллина Г. З.* Негативное воздействие нефтяных углеводородов на почву // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2015. – № 9. – С. 8–11.

4. *Машков К. А.* Четвертичные отложения и экзогенные процессы как факторы экологического риска на промышленных нефтепроводах Удмуртии : автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Ижевск : Изд-во «Удмуртский госуниверситет», 2007. – 24 с.

5. *Гагарина О. В., Юнусова Л. З.* Охрана родников как источников питьевого водоснабжения в аспекте развития федеральной, региональной и местной нормативно-правовой базы // Вестник Удмуртского университета. – 2015. – Т. 25. – № 5-2. – С. 7–16.

6. СП 2.1.7.1386–03 «Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления».

7. Там же.

8. *Самигуллина Г. З., Назаров П. В.* Химия окружающей среды : учеб.-метод. пособие. – Ижевск : Изд-во НОУ ВПО «Камский институт гуманитарных и инженерных технологий», 2014. – 158 с.

9. *Самигуллина Г. З., Красноперова Т. В.* Медико-биологические основы техносферной безопасности : учеб.-метод. пособие. – Ижевск : Изд-во НОУ ВПО «Камский институт гуманитарных и инженерных технологий», 2013. – 130 с.

10. *Юнусова Л. З.* Совершенствование схемы утилизации замасоченности снега и шлама на Ельниковской установке Сарапульского НГДУ // Современные проблемы аграрной науки и пути их решения. – 2005. – Т II. – С. 298–302.

11. *Юнусова Л. З.* Технологические схемы очистки и утилизации буровых сточных вод при освоении нефтяных месторождений // Вестник КИГИТ. – 2005. – № 1. – С. 42–48.

12. *Муллахметова И. Ф., Юнусова Л. З.* Технологии утилизации нефтяных отходов на примере ОАО «БЕЛКАМНЕФТЬ» // Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке : сборник материалов III Всероссийской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и молодых ученых с международным участием: электронное научное издание / отв. за выпуск: А. П. Тюрин, А. Н. Домбравцев. – 2015. – С. 607–612.

13. *Тенев В. А., Юнусова Л. З.* Подход к решению обратных задач в экологическом мониторинге // Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2008. – № 2. – С. 124–129.

14. РД 39-132-94 «Правила по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке нефтепромышленных трубопроводов».

15. Приказ Госкомэкологии РФ от 05.03.1997 N 90 «Об утверждении Методик расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу».

16. *Селетков С. Г., Юнусова Л. З.* Аксиология диссертации // Инновационное будущее психологии и педагогики: сб. статей МНПК (20 января 2015 г., г.Уфа). – Уфа : Аэтерна, 2015. – С. 74–76.

\*\*\*

*L. Z. Yunusova*, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU

*G. Z. Samigullina*, PhD in Biology, Associate Professor, Udmurt State University

#### Modeling of an Emergency Based on the Example of Sundursko-Nyazinskoe Oil Field in the Udmurt Republic

*The article discusses the modeling of an emergency on a separate oil field in the Udmurt Republic. Aspects of the negative impact of certain chemical factors of oil interaction with the components of environment are studied. The above situation is assessed by the class of dangerous exposure of organic components of oil on the environment. A variant of modeling of an emergency on a separate oil field as an option to reduce the risk of oil spills is given.*

**Keywords:** emergency, oil field, class of danger, emission of harmful substances during oil combustion.

Получено: 21.11.16