

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В РАЙОНАХ ДЛИТЕЛЬНО СУЩЕСТВУЮЩИХ ОБЪЕКТОВ ЛОГИСТИКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ**И. И. Косинова, В. А. Бударина, О. Г. Фонова, С. В. Долбилова, Е. В. Зинченко***Воронежский государственный университет*

Поступила в редакцию 11 февраля 2019 г.

Аннотация: *определены основные направления преобразования абиотических компонентов природной среды в районах длительно существующих нефтебаз. Обозначена роль микрорельефа территории и гранулометрического состава грунтов при распространении загрязняющих элементов. Представлены результаты применения нового полевого прибора – портативного детектора с пьезосенсором на основе МУНТ- для определения нефтепродуктов в грунтах и подземных водах. Выявлено повсеместное загрязнение промплощадки нефтебазы нефтепродуктами в концентрациях, превышающих ПДК в 20–80 раз. Подземные воды максимально загрязнены в пониженной части рельефа, сопряженной с источниками загрязнения – эстакадами перелива нефтепродуктов. Уровни загрязнения варьируют от 50 ПДК до полного замещения воды линзой чистого нефтепродукта.*

Ключевые слова: *нефтебаза, нефтяное загрязнение, приповерхностные отложения, подземные воды, атмосфера, источники загрязнения, аномалии.*

TRANSFORMATION OF ABIOTIC COMPONENTS OF THE ENVIRONMENT IN AREAS OF LONG-EXISTING OIL PRODUCTS LOGISTICS FACILITIES

Abstract: *the main directions of transformation of the abiotic components of the environment in areas of long-existing oil depots are determined. The role of the microrelief of the territory and the particle size distribution of soils during the spread of polluting elements is indicated. The results of the application of a new field device – a portable detector with a MWNT-based piezosensor – for the determination of petroleum products in soils and groundwater are presented. The ubiquitous pollution of the industrial site of the tank farm with oil products in concentrations exceeding the MPC by 20–80 times was revealed. Groundwater is maximally polluted in the lower part of the relief, associated with sources of pollution; overpasses of oil products. Pollution levels range from 50 MPC to the complete replacement of water with a lens of a pure oil product.*

Keywords: *tank farm, oil pollution, surface sediments, groundwater, atmosphere, sources of pollution, anomalies.*

Ведущую роль в современной экономике играют энергетические ресурсы. В большинстве случаев, именно от них зависит уровень развития государства. Значимость энергоресурсов подтверждает то, что почти 80% объёма добычи всех полезных ископаемых относится именно к ним. Основные виды энергетических ресурсов: нефть, уголь, газ, гидроэлектро- и ядерная энергия.

Нефть – это горючее полезное ископаемое, с химической точки зрения – это сложная смесь углеводородов, имеющая примеси разнообразных соединений, например, серы, азота и других. Её запах зависит от присутствия в ее составе ароматических углеводоро-

дов, сернистых соединений. Вследствие этого, он также может различаться. Не менее важными являются продукты переработки нефти, которые представляют собой смесь углеводородов в сочетании с самостоятельными химическими соединениями, получаемыми из нефти и нефтяных газов. Любые нефтепродукты получают методом перегонки нефти. Вследствие перегонки из первичного сырья выделяются разные газообразные вещества.

К нефтепродуктам относят:

- топливо (бензин, керосин, дизель, мазут, нефтяные газы);
- смазочные масла, парафины и др.;

Впоследствии и по настоящее время идет прием, хранение и периодическая замена топлива для реактивных двигателей марки ТС, то есть она является базой хранения по своему функциональному назначению. Также осуществляется хранение бензина марки А-80, слив которого происходит на второй эстакаде. По номенклатуре хранимых нефтепродуктов, нефтебаза «Красное знамя» предназначена для хранения легко воспламеняющихся (светлых) нефтепродуктов.

Хранение топлива осуществляется в стальных наземных резервуарах и подземных траншеях и казематах. Для сбора и концентрации нефтепродуктов в результате возможных утечек, а также для локализации поверхностного стока существует испарительный бассейн и промышленная канализация в металлических трубах. Стоки попадают в бассейн через очистные фильтры, расположенные в его южной части. Дно и борта бассейна покрыты асфальтом, участками, нуждающимся в ремонте.

Методика отбора проб и методы их анализа

На территории нефтебазы «Красное знамя» находится 13 скважин, расположенных вдоль сливных платформ. На северо-восточной и юго-западной частях расположены резервуары с топливом.

На изучаемой территории были отобраны и исследованы пробы приповерхностных отложений и подземных вод. Отбор проб приповерхностных отложений производился непосредственно рядом со скважинами. Пробы подземных вод отбирались по сети скважин.

Образцы грунтов отбирались с глубины 0,3 м от поверхности земли. Пробы для анализов формировались путем отбора по методу «конверта» из пяти навесок с квадратной площадки таким образом, что каждая проба представляла собой часть приповерхностных грунтов, типичных для данного участка [5]. Масса пробы составляла не менее 1 кг.

Пробы проанализированы на содержание нефтепродуктов. Определение массовой концентрации нефтепродуктов производилось с использованием нового портативного детектора с пьезосенсором на основе многослойных углеродных нанотрубок (МУНТ) [6]. Принцип действия детектора основан на зависимости частоты колебаний от массы вещества, присоединенного (сорбированного) поверхностью пьезоэлемента.

Гидрохимическое опробование скважин проводилось в марте, июне и октябре 2018 г. с целью выявления динамики загрязнения нефтепродуктами. Пробы отбирались с зеркала подземных вод в условно чистых скважинах, где не зафиксировано линзы нефтепродуктов и под линзой, в средней части столба воды между забоем и линзой в загрязненных скважинах. Исследование проб подземных вод проводилось в аккредитованной лаборатории.

По данным исследования были построены карты-схемы по нефтяному загрязнению участка исследования.

Полученные результаты

При изучении территории нефтебазы «Красное знамя» были получены данные геохимического опробования подземных вод и приповерхностных отложений.

Результаты аналитических исследований приповерхностных отложений представлены в табл. 1. Следует подчеркнуть, что геологический разрез на данной территории представлен песчаными породами, которые характеризуются высокими фильтрационными показателями.

Таблица 1
Результаты аналитических исследований приповерхностных отложений

Проба	pH	Eh	Кратность ПДК (1 ПДК= 100 мг/кг)
№ 1, скв. 1	8,01	-46	75–80
№ 2, скв. 3	7,55	-19	40–45
№ 3, скв. 11н	7,92	-42	45–50
№ 4, скв. 3н	7,42	-11	38–43
№ 5, скв. 12	7,26	-1	15–20
№ 6, скв. 13н	7,88	-39	25–30
№ 7, скв. 8н	7,25	-1	25–30
№ 8, скв. 5н	7,83	-36	40–45
№ 9, скв. 6н	6,97	+17	15–20
№ 10, скв. 4н	6,91	+21	35–40
№ 11, скв. 10н	7,30	-3	40–45
№ 12, скв. 2а	7,65	-25	38–43
№ 13, скв. 1 а	7,62	-24	22–27

Превышение ПДК по нефтепродуктам (рис. 2) выявлено во всех пробах (ПДК=100 мг/кг). Более высокие концентрации загрязняющего вещества выявлены в условиях щелочной среды и отрицательном Eh, наоборот – более низкие концентрации фиксируются в кислой среде. Выявлено, что все приповерхностные отложения в пределах промплощадки нефтебазы характеризуются высокими уровнями загрязнения.

По результатам анализа построена прогностическая диаграмма (рис. 3) с выделением областей минимальной и максимальной сорбции грунтов [7]. Так при pH менее 7,24 и Eh более -1 выделяется область минимальных концентраций нефтепродуктов (превышение ПДК менее чем в 30 раз), а при pH более 7,24 и Eh менее -1 область максимальных концентраций нефтепродуктов (превышение ПДК более чем в 30 раз). Наблюдается линейная связь, которую можно вычислить по регрессивному уравнению:

$$Eh = -61,46pH + 445,2. \quad (1)$$

Полученные результаты дают основание для прогнозирования накопления нефтепродуктов в грунтах при их известных кислотных и окислительно-восстановительных свойствах. Прогностическая диаграмма позволяет планировать точки мониторинга с повышенным содержанием нефтепродуктов, и оптимизировать реабилитационные мероприятия.



Рис. 2. Карта-схема содержания нефтепродуктов в приповерхностных отложениях территории нефтебазы Красное знамя. Условные обозначения см. на рис.4.

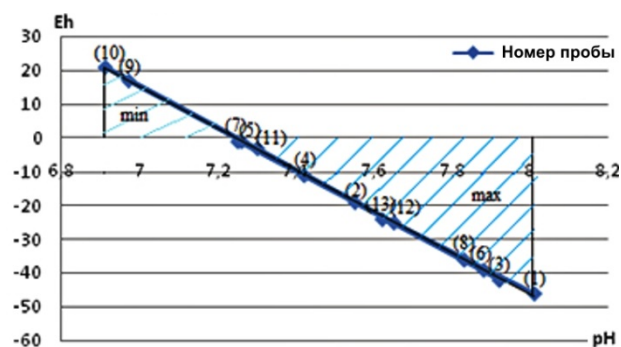


Рис. 3. Прогностическая диаграмма с выделением областей максимальной и минимальной сорбции грунтов.

Конфигурация эколого-гидрогеохимической аномалии представлена на рис. 4. Общее направление потока подземных вод ориентировано с востока на запад. Однако максимальное загрязнение подземных вод наблюдается в центральной и восточной частях территории, т.е. в скважинах 2, 5, 6, 7. По проведенным ранее исследованиям известно, что линза нефтепродукта находится в центральной части исследуемой территории (в непосредственной близости от скважин 2 и 7). Нахождение нефтепродуктов в восточной части обусловлено особенностями микро-рельефа территории нефтебазы. Она представляет собой обширное блюдцеобразное понижение. На верхних частях структуры находятся емкости хранения нефтепродуктов. В нижней части располагается эстакада перелива, являющаяся основным источником поступления нефтепродуктов в компоненты природной среды. В центральную часть понижения также поступают все ливневые и талые воды, насы-

щенные загрязняющими элементами, содержащимися в приповерхностных отложениях. Длительное существование настоящей эколого-геохимической ситуации привело к накоплению нефтепродуктов в приповерхностных отложениях и подземных водах именно в пониженной центральной и восточной частях территории.

Для определения тесноты связи между содержаниями нефтепродуктов в приповерхностных отложениях и воде был сделан корреляционный анализ по методу Спирмена [8]. Теснота связи составляет 0,64, что показывает достаточно сильную связь. Это означает, что нефтепродукты, перемещаясь с поверхности к водоносному горизонту, формируют нефтяные линзы. В процессе испарения в условиях высо-

ких температур летнего и осеннего сезонов пары нефтепродуктов перемещаются в поверхностные слои грунтов зоны аэрации [9]. При понижении температур и поступлении загрязнителя с поверхности происходит обратный процесс миграции. В результате создается некий баланс содержания концентраций нефтепродуктов в приповерхностных отложениях и подземных водах.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Длительно существующие нефтебазы первого уровня представляют собой особо опасные объекты, характеризующиеся хроническим уровнем загрязнения абиотических компонентов природной среды. Конфигурация аномалий в пространстве и разрезе определяется микро-рельефом территории и гранулометрическим составом грунтов зоны аэрации. В приповерхностных отложениях территории нефтебазы «Красное знамя» выявлено превышение нефтепродуктов в 20–80 ПДК.

2. Для проведения наблюдений весьма эффективным может быть новый портативный детектор с пьезосенсором на основе МУНТ. Он позволяет оперативно и точно провести замеры загрязнения приповерхностной атмосферы и отложений для выработки управленческих решений в сфере рационального природопользования.

3. Существующая система эколого-гидрогеологического мониторинга привязана к территории промплощадки и не позволяет определить уровень воздействия экологически опасного объекта на прилегающие территории. Необходимо ее расширение по системе векторных наблюдений в западном и юго-восточном направлениях. Для определения экологического состо-



Рис. 4. Эколого-гидрогеохимическая карта территории промплощадки нефтебазы Красное знамя: 1 – реабилитационная скважина; 2 – наблюдательная скважина; 3 – эксплуатационная скважина; 4 – контур распространения загрязнения нефтепродуктом; 5 – зона распространения линзы чистого нефтепродукта (предположительно); 6 – резервуары с нефтепродуктом; 7 – нефтяная эстакада; 8 – территория нефтехранилища; 9 – промышленная и жилая зоны; 10 – содержание нефтепродукта более 0,3 мг/дм³; 11 – содержание нефтепродукта менее 0,3 мг/дм³.

яния приповерхностных отложений целесообразной станет система радиальных наблюдений с определением уровней загрязнения в полевых условиях. Данное обстоятельство имеет большое значение, так как при транспортировке проб, насыщенных нефтепродуктами, большая их часть теряется при дегазации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Косинова, И. И. Теория и методология геоэкологических рисков / И. И. Косинова, Н. Р. Кустова // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2008. № 2. – С. 189–197.
2. Корнев, В. А. Мониторинг геологической среды / В. А.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

Косинова Ирина Ивановна, заведующая кафедрой экологической геологии, профессор, д.г.-м.н.

E-mail: kosinova777@yandex.ru

Тел.: +7 (4732) 220 82 89

Бударина Виктория Александровна, кандидат юридических наук, доцент кафедры экологической геологии

E-mail: budarinav@yandex.ru; Тел.: +7 (4732) 220 82 89

Фонова О. Г., аспирант кафедры экологической геологии

E-mail: fona.k@yandex.ru

Тел.: +7 (4732) 220 82 89

Долбилова С. В., магистр кафедры экологической геологии

E-mail: svetlana.dolbilova2012@yandex.ru

Тел.: +7 (4732) 220 82 89

Зинченко Е. В., магистр кафедры экологической геологии

E-mail: kat199631@mail.ru

Тел.: +7 (4732) 220 82 89

Корнев. – Изд-во МГУ, 1995. – 272 с.

3. Информационный отчет по ведению мониторинга подземных вод в пределах зоны локализации очага нефтепродуктового загрязнения на территории ФГКУ комбинат «Красное знамя» Росрезерва за 2015 г., ТЦ «Воронежгеомониторинг», Воронеж, 2015.

4. Методические рекомендации по выявлению, обследованию, паспортизации и оценке экологической опасности очагов загрязнения геологической среды нефтепродуктами. Составитель: Боровский Л.В. Одобрено Управлением ресурсов подземных вод, геоэкологии и мониторинга геологической среды МПР России (протокол № 1 от 30.01.2002 г.). ГИДЭК, 2002 г.

5. ГОСТ 17.4.3.03-83. Охрана природы. Общие требования к отбору проб. – Москва: Изд-во стандартов. 2004. – 4с.

6. Кочетова, Ж. Ю. Определение легколетучих органических соединений в газовой фазе с применением пьезосорбционных сенсоров на основе синтетических и природных полимеров / Ж. Ю. Кочетова. – Автореф. дис к-та хим. наук: 02.00.02. – Саратов: СГУ, 2003. – 24 с.

7. Базарский, О. В. Влияние кислотных и окислительно-восстановительных свойств грунтов на сорбцию газобразных фракций нефтепродуктов / О. В. Базарский, Ж. Ю. Кочетова, С. В. Долбилова // Воронеж, Издательство Воронежского государственного университета. 2018. – 6 с.

8. Григорьев, Л. И. «Основы математической статистики в задачах нефтегазовой отрасли / Л. И. Григорьев, В. М. Подгорнов, Н. О. Фастовец. – М.: ГАНГ. – 1995 – 33–37 с.

9. Косинова, И. И. Методика геоэкологической биоиндикации георисков техногенно-трансформированных территорий / И. И. Косинова, О. В. Базарский, С. Н. Козинцев // Геориск. – 2012. – № 3. – С.22–25.

Voronezh State University

Kosinova I. I., head of the department of environmental geology, VSU, professor, Doctor of the Geological and Mineralogical Sciences

E-mail: kosinova777@yandex.ru; Тел.: +7 (4732) 220 82 89

Budarina V. A., candidate of legal Sciences, associate Professor of Ecological Geology Department

E-mail: budarinav@yandex.ru; Тел.: +7 (473) 2208289

Fonova O. G., graduate student of the department of environmental geology

E-mail: fona.k@yandex.ru; Тел.: +7 (4732) 220 82 89

Dolbilova S. V., master of the department of environmental geology. E-mail: svetlana.dolbilova2012@yandex.ru

Тел.: +7 (4732) 220 82 89

Zinchenko E. V., master of the department of environmental geology

E-mail: kat199631@mail.ru; Тел.: +7 (4732) 220 82 89