

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ЭКОСИСТЕМ ПРИМОРСКИХ ГОРОДОВ

(на примере г. Феодосия)

Анна Муровская, Сергей Федоркин

Национальная академия природоохранного и курортного строительства
АР Крым, г. Симферополь, ул. Киевская 181
e-mail: murovskay@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты комплексных геоэкологических исследований территории г. Феодосия и определены коэффициенты опасности экосистем функциональных зон города. Для Феодосии, на примере предприятия по обеспечению нефтепродуктами, выявлено загрязнение почв, грунтовых вод и прибрежной зоны моря нефтепродуктами. Рассмотрены технические решения по удалению нефтепродуктов из грунтовых вод и локализации очага загрязнения.

Ключевые слова: коэффициент опасности экосистемы, загрязнение нефтепродуктами, почва, грунтовые воды, прибрежная зона моря, Феодосия.

ВВЕДЕНИЕ

Под загрязнением понимают природное или антропогенное увеличение содержания различных веществ в абиотических и биотических компонентах экосистемы, обуславливающее негативные токсико-экологические последствия. Загрязнению подвержены все компоненты экосистемы: атмосферный воздух, почвы, грунтовые воды и поверхностные водоемы [1, 2].

Одним из наиболее распространенных видов загрязнения приморских городов, имеющих в своем составе промышленные предприятия по добыче, переработке, транспортировке и хранению нефтепродуктов, является загрязнение нефтью основных компонентов экосистемы [3].

СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

В последние 5...10 лет практически во всех городах Крыма фоновое содержание нефтепродуктов в почвах увеличилось с 100 мг/кг до 200...250 мг/кг, Феодосия в этом отношении не явилась исключением. Увеличение транспортных потоков [4,5], эксплуатация объектов отопительного комплекса города [6], наличие предприятия по перевалке нефти и продуктов ее переработки в итоге привело к увеличению фонового содержания нефтепродуктов в почвах города до 240 мг/кг.

Испаряющиеся нефтепродукты, загрязняя атмосферный воздух, выпадают вместе с атмосферными осадками, тем самым расширяя ареол загрязнения. Значительная часть нефтепродуктов, попадая в почву, вызывает негативные изменения ее физико-химических

свойств (приводит к дефициту кислорода, азота и фосфора) [7]. Часть пролитых нефтепродуктов, просачивается в почву и достигает уровня поверхности грунтовых вод, образуя зону загрязнения распространяясь по площади и

смещаясь в сторону потока грунтовых вод, которая в свою очередь выносится в прибрежную зону моря. Просочившиеся нефтепродукты создают значительную экологическую угрозу водоносным горизонтам, а также водоемам, так как содержание нефтепродуктов (0,05 мг/л) делает морскую воду непригодной для рыбохозяйственной деятельности и купания [8].

Следовательно, для приморских городов, с целью не допущения загрязнения морской акватории нефтепродуктами, необходимо принятие мер по уменьшению проливов нефти, локализации очагов загрязнения и проведение работ по очистке загрязненных территорий, обеспечивая тем самым экологически безопасное существование экосистемы и человека [9, 10].

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Исследования показывают, что крупные города, а тем более промышленно-городские агломерации (ПГА) оказывают влияние на окружающую среду в радиусе, превышающем их собственный размер в 50 и более раз. Масштаб антропогенного давления на окружающую природную среду (ОПС) в пределах урбанизированных территорий определяется площадью ПГА, плотностью застройки, степенью развития санаторно-курортного комплекса и

отраслями промышленности, обеспечивающими их функциональную деятельность [11].

Город Феодосия, крупнейший город Юго-Восточного Крыма с населением 115,5 тыс. человек и протяженностью береговой линии более 35 км, является рекреационно-промышленным городом и следовательно, экологическое состояние прибрежной зоны моря, является важным аспектом для экономического развития региона.

На территории города в процессе хозяйственной и рекреационной деятельности возникли потенциальные зоны экологического риска и намечающегося экологического кризиса, из-за масштабов геохимического загрязнения экосистемы: атмосферный воздух - почвы - грунтовые и поверхностные воды - прибрежные морские воды.

Для анализа экологического состояния функциональных зон урбанизированной территории города был рассчитан коэффициент опасности ($K_{оп}$) экосистемы по методике [12] который составил для: курортно-рекреационной зоны – 1,12; курортно-селитебной зоны – 0,70; селитебной зоны – 0,42; селитебно-промышленной зоны – 1,70; промышленной зоны – 2,40.

Автором в 2010 г, в рамках выполнения работы по геоэкологическому исследованию территории г. Феодосия сотрудниками НАПКС, был проведен отбор проб почв и техногенных отложений

в промышленной зоне города, с целью выявления причины аномального геохимического загрязнения (рис. 1).

Расположенное в промышленной зоне города, Феодосийское предприятие «Нефтебаза» с 75-летней историей развития, является одним из крупнейших предприятий Украины в области предоставления услуг по перевалке нефти и светлых нефтепродуктов [13] с объемом резервуарного парка 280000 м³, располагается в Северо-Восточной части города, в непосредственной близости от жилых кварталов и лечебно-оздоровительных учреждений (30...60 м), что является нарушением [14]. Удаление предприятия от береговой черты Феодосийского залива составляет 500 м.

Проведенные исследования пространственного распределения нефтепродуктов в почвах и техногенных отложениях на территории санитарно-защитной зоны «Нефтебазы» представлены в табл. 1.

Превышение фоновых значений содержания нефтепродуктов в отобранных пробах (5...10 раз) свидетельствует о возможных нарушениях технического процесса слива, хранения и отпуска нефтепродуктов, которые могли возникать в течение длительного периода эксплуатации данного объекта.

До 1997 г перекачка нефти со стороны моря к резервуарам осуществлялась от швартовых бочек гибкими шлангами до береговой черты, а затем по



Рис. 1. Схема отбора экологических проб на территории промышленной зоны города (район предприятия «Нефтебаза»)

Fig. 1. Chart of selection of ecological tests on territory of industrial area of city (the district of enterprise «Neftebaza»)

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ЭКОСИСТЕМ

Таблица 1. Результаты исследований по определению содержания нефтепродуктов в почвах

санитарно-защитной зоны «Нефтебазы»

Table 1. Results of researches of maintenance of oil are in soils of sanitary-hygienic area of «Neftebazy»

№ п/п	Полевой №	Наименование материала	Сф, мг/кг [15]	Содержание нефтепродуктов, мг/кг
1	106н	Почва, 0,0-0,05 м	240	928,0
2	107н	Почва, 0,0-0,05 м		810,0
3	111н	Почва, 0,0-0,05 м		1330,0
4	114н	Почва, 0,0-0,05 м		1320,0
5	122н	Техногенные отложения		360,0

проложенным подземным металлическим трубам. После вывода из эксплуатации участка подземного нефтегона, расположенного на территории завода «Стройдеталь», была построена эстакада, по которой транспортирование нефти и нефтепродуктов стали осуществлять по наружным трубам.

Исходя из сложившейся ситуации по планируемому переориентированию деятельности завода «Стройдеталь», целесообразно проведение комплексной экологической оценки территории с учетом детального обследования места залегания выведенного из эксплуатации и не демонтированного подземного нефтепровода.

На территории завода «Стройдеталь» автором были отобраны пробы воды из пробуренных скважин глубиной 1,5...2,5 м с целью

проведения детального обследования загрязнения грунтовых вод нефтепродуктами (рис. 2).

В табл. 2 представлены результаты аналитических исследований грунтовых вод на содержание нефтепродуктов из пробуренных скважин территории завода «Стройдеталь».

Анализируя полученные результаты отобранных проб воды из пробуренных скважин можно сделать вывод, что нефтепродукты, находящиеся на глубине до 2,5 м, могут быть сброшены в прибрежную зону моря при выполнении строительных работ (работа строительной техники, нарушение целостности покрытия территории, укладка железобетонных плит, дноуглубительные работы).



Рис. 2. Схема отбора экологических проб грунтовых вод из пробуренных скважин на территории завода «Стройдеталь»

Fig. 2. Chart of selection of ecological tests of ground-waters from the bored mining holes there is «Stroydetal'» on territory of factory

Таблица 2. Результаты определения концентрации нефтепродуктов в грунтовых водах из скважин на территории завода «Стройдеталь»

Table 2. Results of determination of concentration of oil of ground-waters from mining holes on territory of factory «Stroydetal'»

№ п/п	Полевой №	Место отбора проб	Содержание, мг/л
ПДК, мг/л [16]			0,05
1	154н	Скважина №1, глубина 2,2 м	158,0
2	155н	Скважина №2, глубина 1,5 м	1,47
3	156н	Скважина №3, глубина 1,5 м	2200,0
4	157н	Скважина №4, глубина 1,5 м	1,32
5	159н	Скважина №5, глубина 2,2 м	175,0
6	161н	Скважина №6, глубина 1,5 м	26600,0
7	162н	Скважина №7, глубина 2,2 м	1,32
8	163н	Скважина №8, глубина 2,5 м	0,37

По данным проведенных экологических изысканий на территории завода «Стройдеталь» выявлено сформировавшееся пятно загрязнения с высоким содержанием нефтепродуктов площадью 24 тыс. м², нижняя граница пятна расположена в 100 м от береговой черты.

Почвы на территории завода представлены известняками и гравелитами, ниже залегают среднезернистые пески, подстилаемые глинами, представляющими местный водоупор. Уклон грунтового потока равен $i = 0,016$.

Коэффициент фильтрации воды в разрезе с преобладанием известняков и гравелитов составляет $k_{\phi} = 10$ м/сут. Пористость грунтов на исследуемой территории составляет $m = 0,135$.

Верхняя граница зоны полного насыщения нефтепродуктами и водой залегает на глубине $H = 1,5$ м. Глубина нижней границы загрязнения грунтовых вод с нефтепродуктами $L = 2,5$ м.

Исходя, из возможного загрязнения прибрежной зоны моря при миграции пятна с высоким содержанием нефтепродуктов рассчитана фильтрационная скорость продвижения потока по формуле Дарси [17]:

$$V = k_B \cdot i, \quad (1)$$

где: k_{ϕ} – коэффициент фильтрации воды в разрезе с преобладанием известняков и гравелитов; i – уклон грунтового потока.

Истинная скорость движения воды в порах грунта будет выше и определяется по формуле (2):

$$V_{ИСТ} = V / m, \quad (2)$$

где: m – пористость грунтов.

Согласно проведенным расчетам через 24 года возможен самопроизвольный выток нефтепродуктов в прибрежную зону залива с созданием условий непригодных для рыбохозяйственной деятельности и купания. С целью недопущения создания критической ситуации необходимо на настоящий момент проведение специальных инженерных мероприятий по локализации очага загрязнения, очистке грунтов и грунтовых вод от нефтепродуктов и рекультивация почвенного покрова.

В качестве технологии удаления нефтепродуктов и локализации очага загрязнения, возможно применение различных методик и технических решений, основанных на физико-механических свойствах нефтепродуктов: слабая растворимость в воде и меньшая плотность [18].

Выбранные технологии и технические решения должны применяться для:

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ЭКОСИСТЕМ

- для незастроенной территории или на территории, где здания и сооружения демонтируются;

- для участков с малым уклоном поверхности земли;

- для глубин залегания области скопления нефтепродуктов не превышающих 10 м.

Одной из методик по удалению нефтепродуктов с загрязненных территорий, является технология, разработанная А.И. Головановым и А.А. Маматовым [19]. Отличие данной технологии заключается в том, что загрязненная территория, прежде всего, ограждается водонепроницаемой стеной в грунте во избежание загрязнения подземных и поверхностных вод. После этого на огражденной территории бурятся скважины на всю мощность горизонта, а на предварительно спланированной поверхности с помощью земляных валиков устраивают чеки наподобие чеков рисовых оросительных систем.

В скважины нагнетается вода. Происходит вытеснение вверх грунтовых вод и нефтепродуктов до тех пор, пока зона полного насыщения достигнет поверхности земли. После этого подачу воды в скважины прекращают, а в чеках создают небольшой слой воды. Нефтепродукты всплывают на поверхность воды, а в почву и в подстилающий грунт впитывается такой же объем воды. Всплывшие нефтепродукты, переливаясь через валики, попадают в канал, а из него в сборную емкость в виде небольшого бассейна, вырытого в грунте внутри огражденной территории. Чеки подпитывают водой так, чтобы слой всплывших нефтепродуктов не касался поверхности почвы.

В сборном бассейне нефтепродукты расслаиваются с водой, их выкачивают в автоцистерны и транспортируют на ближайший нефтеперегонный завод для очистки и последующей утилизации. Естественно, что используемая для вытеснения вода будет с большим содержанием нефти, ее также необходимо подвергнуть очистке перед сбросом в водоприемник, поэтому технология очистки должна быть такой, чтобы минимизировать объем загрязненных технологических вод.

После окончания этапа гидравлического вытеснения нефтепродуктов загрязнение почвенного горизонта остается еще очень высоким, загрязнен также грунт, из которого сделаны валики. Поэтому необходимы специальные мероприятия по доочистке территории другими способами и рекультивация разрушенного почвенного покрова.

ВЫВОДЫ

1. Рассчитанные коэффициенты опасности для территории г. Феодосия позволили выделить функциональные зоны с наибольшей степенью загрязнения. Проведенные геоэкологические исследования территорий функциональных зон с $K_{оп} > 1$ позволили выявить основные источники загрязнения экосистем нефтепродуктами.

2. По данным проведенных экологических изысканий на исследуемой территории выявлено сформировавшееся пятно загрязнения грунтовых вод с высоким содержанием нефтепродуктов. Рассчитан временной интервал вытока нефтепродуктов в прибрежную зону Феодосийского залива.

3. Рассмотрен вариант удаления нефти из грунтовых вод на территории завода «Стройдеталь» с целью локализации очага загрязнения, позволяющего решить проблему недопущения вытока нефтепродуктов в прибрежную зону Феодосийского залива.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bezpieczenstwo ecologiczne regionu teoria i praktyka : monografia, 2013. / N. Wietrowa, S. Fedorki, A. Kusz, E. Krasowski. — Lublin-Simferopol, PAN. — 249.
2. Муровский С. 2009. Особенности рассеивания "невесомой" примеси в приземном слое атмосферы в условиях горного рельефа // MOTROL. – Vol. 11 A, 265 - 271.
3. Пиковский Ю. 1988. Трансформация техногенных потоков нефти и почвенных экосистем. – М.: Наука. — 23.
4. Murovskaya A., 2011.: Influence of vehicles on pollution of atmospheric air of seaside towns//ТЕКА – XI. — 73 - 81.
5. Krasowski E., Glinski J, 2012. Ekologiczne problemy miejskiego transportu samochodowego// MOTROL. – Vol.14, №5, 183 - 188.
6. Муровская А. 2012. Экологическая оценка применения комбинированных теплонасосных станций для теплоснабжения приморских городов (на примере г. Феодосия) // MOTROL. Vol. 14 , № 1, 94 - 98.
7. Хазиев Ф.Х. 1981. Изменение биохимических процессов в почвах при нефтяном загрязнении и активизация разложения нефти. – М.: Агроимия. — 111.
8. Водный кодекс Украины (с изменениями). 1995: Відомості Верховної Ради (ВВР). — 189.
9. Ветрова Н. 2012. Экологический аудит и экологический мониторинг в управлении экологической безопасностью региона // MOTROL. Vol. 14, № 1, 82 - 87.
10. Ветрова Н., 2010. Устойчивость окружающей природной среды и оценка уровня

экологической безопасности региона// MOTROL. – №.12С, 114 - 119.

11. Муровская А., Сапронова З., Садыкова Г., Иваненко Т., Карнаух Е., 2011. Городская планировка и ее воздействие на экологическое состояние города (на примере г. Феодосия)// Мат. XIX межд. научно-практической конф.. – Харьков: УкрГНТИЦ «Энергосталь», 280—287.

12. Акимова Т., Кузьмин А., 2001. Экология природа-человек-техника. – М.: ЮНИТИ. — 318.

13. Паспорт г. Феодосия. Социально-экономические показатели на 2011 г [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.feo.ua.

14. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. 2003. СанПин 2.2.1/2.1.1.1200-03. – [действующий]. – М.: МОЗ СССР. — 96.

15. Геоэкологическое и санитарно-гигиеническое состояние Большой Феодосии., 2010. Тарасенко В., Сапронова З., Муровский С., Муровская А. и др. — Крымская академия наук. — 320.

16. Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения, 2001: СанПин 2.1.5.1059-01. – М.: МОЗ СССР. — 17.

17. Башта Т., Руднев С., Некрасов Б. и др., 1982. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы.: – М.: Машиностроение. — 423.

18. Химия нефти и газа: справочник., 1989. А. Богомолов, А. Гайле, В. Громова и др. – Л.: Химия. — 424.

19. Пат. России №2098549, 1997. Способ очистки грунтов и грунтовых вод от нефтепродуктов/ А. Голованов, А. Маматов: заявитель и патентообладатель Московский гос. университет природообустройства. – Оpubл. 10.12.1997. - Бюл. №11. – 4 .

COMPREHENSIVE APPROACH TO AN ASSESSMENT OF CONTAMINATION BY OIL PRODUCTS OF ECOSYSTEMS OF SEASIDE CITIES (an example Feodosiya)

Summary. The results of complex geoeological researches of territory are presented in the article Feodosiya and the coefficients of danger of ecosystem of functional areas of city are certain. For Feodosiya, on the example of enterprise on providing oil, contamination of soils is exposed, ground-waters and off-shore area exterminating oil. Technical decisions are considered on deleting of oil from ground-waters and localization of hearth of contamination.

Key words: coefficient of danger of ecosystem, contamination, soil, ground-waters, oil, off-shore area exterminating, Feodosiya.