

УДК 502:614.76:665.71

КАЧЕСТВЕННАЯ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В ПОЧВЕ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Сазонова О.В., Сучков В.В., Рязанова Т.К., Судакова Т.В., Торопова Н.М.,
Тупикова Д.С., Сергеев А.К.

ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, Самара, e-mail: slav-vok4us@mail.ru

Предприятия нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности оказывают значительное влияние на состояние окружающей среды. Одним из способов оценки влияния является санитарно-гигиеническая оценка сред, способных к аккумуляции вредных веществ, к которым можно отнести почвенный покров. В связи с этим целью исследования являлось изучение закономерностей распространения в почве санитарно-защитной зоны нефтеперерабатывающего предприятия специфических загрязнителей (углеводородов). Пробы почвы отбирали в течение 2014–2016 гг. В общей сложности было отобрано 66 проб. Образцы почвы анализировали на содержание нефтепродуктов в соответствии с МУК 4.1.1956-05, бенз(а)пирена в соответствии с ISO 18287:2006. В течение 2014–2016 гг. среднегодовое содержание нефтепродуктов в почве СЗЗ Новокуйбышевского нефтеперерабатывающего завода увеличивалось, и их концентрация в почве уменьшалась с увеличением расстояния от источника загрязнения. Максимальные концентрации нефтепродуктов регистрировали в восточном направлении (в 2014 г. – 43,8 Ф, в 2015 г. – 95,0 Ф, в 2016 г. – 116,1 Ф). Содержание бенз(а)пирена в 2015 г. и в первой половине 2016 г. во всех образцах было выше ПДК, во второй половине оно составляло 0,9-1,0 ПДК, максимальные концентрации также наблюдали в восточном направлении от источника загрязнения.

Ключевые слова: нефтеперерабатывающий завод, санитарно-защитная зона, почва, нефтепродукты, бенз(а)пирен.

QUALITATIVE AND QUANTITATIVE EVALUATION OF THE CONTENT OF SPECIFIC POLLUTANTS IN SOIL OF THE OIL REFINERY SANITARY PROTECTION ZONE

Sazonova O.V., Suchkov V.V., Ryazanova T.K., Sudakova T.V., Toropova N.M.,
Tupikova D.S., Sergeev A.K.

Samara State Medical University, Samara, e-mail: slav-vok4us@mail.ru

Petrochemical plants and oil refineries have a significant influence on the state of the environment. One way to assess the impact is a sanitary and hygienic assessment of mediums that can accumulate harmful substances, which include soil cover. Therefore, the aim of study was to study the patterns of distribution of specific pollutants (hydrocarbons) in the soil of the oil refinery sanitary protection zone. Soil samples were taken during 2014-2016. A total of 66 samples were taken. Soil samples were analyzed for oil content in accordance with MUK 4.1.1956-05, benzo[a]pyrene in accordance with ISO 18287: 2006. During 2014–2016 the average annual content of petroleum products in the soil of the Novocuibyshevsky oil refinery sanitary protection zone was increased, their content in the soil was decreased with increase of distance from the source of pollution. The maximum concentration of oil products was registered in the east direction (in 2014 – 43.8, in 2015 – 95.0, in 2016 – 116.1 of natural background concentration). The content of benzo[a]pyrene in 2015 and in the first half of 2016 in all the samples was higher than the maximum allowable concentration, in the second half it was 0.9-1.0 of maximum allowable concentration. Maximum concentrations were also observed on the east of the source of pollution.

Keywords: oil refinery, the sanitary protection, soil, oil products, benzo[a]pyrene.

Нефтеперерабатывающие и нефтехимические предприятия являются крупнейшими источниками загрязнения воздушного, водного бассейнов и почв. По результатам различных исследований на долю предприятий по переработке нефти приходится около половины всех выбросов вредных веществ в атмосферу, 27 % сброса загрязненных сточных вод, свыше 30

% твердых отходов и до 70 % общего объема парниковых газов [1]. Основные загрязняющие вещества, связанные с деятельностью предприятий нефтепереработки, представлены углеводородами, оксидами серы, углерода и азота, а также продуктами неполного сгорания компонентов нефти: сажей, полициклическими ароматическими углеводородами и прочими химическими веществами [2].

Поступающие в огромном количестве в окружающую среду загрязняющие вещества оказывают неблагоприятное влияние на здоровье населения [2, 3]. Известно, что длительное воздействие химико-токсических веществ, образующихся при добыче и переработке нефтепродуктов, может привести к развитию нарушений со стороны нервной системы, гепатобилиарной, сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной, кроветворной, эндокринной, репродуктивной систем, а также поражению кожных покровов [4]. Один из представителей полициклических ароматических углеводородов, бенз(а)пирен, является канцерогенным веществом первого класса опасности, относящимся к группе 2А (канцерогенные агенты для человека с весьма высокой степенью доказательности) по классификации Международного агентства по изучению рака (МАИР) [5].

Одной из развитых индустриальных областей Российской Федерации и Приволжского федерального округа в частности является Самарская область, где нефтехимическое производство вносит значительный вклад в промышленное развитие субъекта. Нефтехимический комплекс области насчитывает свыше 60 крупных и средних предприятий, сконцентрированных в нескольких городских округах: Тольятти, Самара, Новокуйбышевск и Сызрань. Основная доля организаций-лидеров сосредоточена в Новокуйбышевске и Тольятти [6]. На территории Новокуйбышевска расположены четыре крупных предприятия, дающих до 90 % валового объема продукции города, из них доля Новокуйбышевского нефтеперерабатывающего завода (НК НПЗ) составляет около 70 % [7].

Одним из способов оценки загрязненности атмосферы и гидросферы является исследование аккумулирующих вредных вещества сред, к которым можно отнести почвенный покров. Поступая из почв в пищевые цепи растительных и животных сообществ, нефтепродукты и другие вещества, связанные с деятельностью нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий, в конечном счете, могут привести к резкому возрастанию заболеваний местного населения [8].

В связи с этим **целью** работы является качественная и количественная оценка специфических загрязнителей (углеводородов) в почве санитарно-защитной зоны нефтеперерабатывающего предприятия на примере нефтеперерабатывающего завода городского округа Новокуйбышевск Самарской области.

Объекты и методы исследования

Исследования проводились в течение 2014-2016 гг. Пробы почвы отбирали в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа» на территории санитарно-защитной зоны НК НПЗ два раза в год (апрель-май и октябрь-ноябрь). Образцы отбирали в 11 точках на расстоянии 200, 400, 600 м от источника загрязнения и на границе санитарно-защитной зоны (1000 м от источника загрязнения) в северо-восточном, восточном, юго-восточном и южном направлении в соответствии с преобладающими на этой территории ветрами, а также близостью к населенному пункту. Отбор проб почвы в северо-западной части санитарно-защитной зоны не проводился, так как ближайший населенный пункт (пос. Маяк) расположен от северо-западной границы санитарно-защитной зоны НК НПЗ на расстоянии 6,3 км.

Объединенную пробу с одной площадки массой не менее 1,0 кг рассыпали на бумаге, разминали пестиком крупные комки и выбирали включения (корни растений, камни, насекомых и др.). Почву растирали в ступке пестиком и просеивали через сито с диаметром 1 мм. В общей сложности было отобрано и подготовлено к анализу 66 проб. Подготовленные образцы почвы анализировали на содержание нефтепродуктов в соответствии с МУК 4.1.1956-05 с использованием анализатора содержания нефтепродуктов АН-2, бенз(а)пирена в соответствии с ISO 18287:2006 с помощью газового хроматографа «МАЭСТРО 7820» с масс-спектрометром модели Agilent 5975 и автоинжектором. Исследования проводили на метрологически поверенных приборах. Достоверность полученных результатов обеспечивали применением аттестованных методик в процессе аналитических исследований, должной статистической обработкой и метрологической оценкой полученных результатов.

Для качественной оценки нефтепродуктов проводили хромато-масс-спектрометрический анализ. Пробоподготовку осуществляли в соответствии с МУК 4.1.1956-05, извлечение, полученное после очистки фильтрованием через слой алюминия оксида, анализировали с помощью газового хроматографа с масс-спектрометрическим детектором. Для идентификации компонентов определяли линейные индексы удерживания, сопоставляли полученные результаты и полные масс-спектры с библиотечными (библиотеки масс-спектров «NIST 2.0») и литературными данными. Рассматривались только компоненты, определяемые по библиотеке с вероятностью более 90 %. Количественный анализ проводили по площадям соответствующих пиков на хроматограмме, построенной по полному ионному току. Статистическую обработку выполняли с помощью Microsoft Excel 2013.

Результаты и их обсуждение

Содержание нефтепродуктов во всех пробах превышало региональное фоновое значение (50 мг/кг) (табл. 1). Среднее превышение в течение трех лет составило 28 Ф (1418

мг/кг). Следует отметить значительное увеличение содержания нефтепродуктов в почве во втором полугодии 2015 г. – первом полугодии 2016 г. Необходимы дальнейшие исследования, чтобы определить, характерно ли это для штатного режима работы предприятия или обусловлено какими-либо иными факторами. В 2016 г. содержание нефтепродуктов в одной пробе превышало 5000 мг/кг, что соответствует 5 уровню загрязнения (очень высокий). В среднем наблюдалась тенденция к увеличению содержания нефтепродуктов в почве (среднее содержание в исследуемых пробах 882,6 мг/кг в 2014 г., 1511,3 мг/кг в 2015 г. и 1863,8 мг/кг в 2016 г.).

Содержание бенз(а)пирена в 2015 г. и в первой половине 2016 г. во всех образцах было выше ПДК, во второй половине оно составляло 0,9-1,0 ПДК (ПДК 0,02 мг/кг (ГН 2.1.7.2041-06)) (табл. 2). Отмечается тенденция к снижению содержания бенз(а)пирена в почве ССЗ в рассматриваемом периоде.

Таблица 1

Содержание нефтепродуктов в почве ССЗ НК НПЗ в мг/кг сухой почвы в 2014–2016 гг.

Проба почвы (№ и расположение относительно источника загрязнения)	2014 г., 1-е полугод.	2014 г., 2-е полугод.	2015 г., 1-е полугод.	2015 г., 2-е полугод.	2016 г., 1-е полугод.	2016 г., 2-е полугод.
1 200 м к востоку	138,0	1913,6	2850,0	1897,2	3037,8	714,0
2 600 м к востоку	2190,0	274,4	1172,5	4752,0	5805,6	1110,0
3 1000 м к востоку	363,0	235,2	190,0	183,6	4963,2	4062,2
4 600 м к юго-востоку	1630,0	1794,0	1025,0	2250,0	3884,2	326,8
5 1000 м к юго-востоку	252,0	1132,0	748,2	1500,0	3213	220,0
6 200 м к югу	469,0	936,0	378,4	2422,5	201,6	207,2
7 400 м к югу	704,0	2007,4,0	572,0	214,2	4752,0	550,8
8 600 м к югу	847,0	1426,8	376,0	110,0	3102,0	343,2
9 1000 м к югу	1608,0	510,0	954,0	4200,0	2152,8	551,0
10 600 м к северо-востоку	260,0	223,1	192,0	3557,4	989,4	240,0
11 1000 м к северо-востоку	252,0	252,3	377,2	3326,4	277,2	299,5

Таблица 2

Содержание бенз(а)пирена в почве ССЗ НК НПЗ в мг/кг сухой почвы в 2015–2016 гг.

Проба почвы (№ и расположение относительно источника загрязнения)	2015 г., 1-е полугод.	2015 г., 2-е полугод.	2016 г., 1-е полугод.	2016 г., 2-е полугод.
1 200 м к востоку	0,050	0,056	0,024	0,014
2 600 м к востоку	0,068	0,077	0,024	0,016
3 1000 м к востоку	0,180	0,197	0,043	0,021

4	600 м к юго-востоку	0,050	0,053	0,024	0,016
5	1000 м к юго-востоку	0,039	0,041	0,021	0,016
6	200 м к югу	0,038	0,041	0,021	0,014
7	400 м к югу	0,027	0,031	0,058	0,037
8	600 м к югу	0,023	0,021	0,033	0,038
9	1000 м к югу	0,027	0,026	0,026	0,017
10	600 м к северо-востоку	0,025	0,027	0,061	0,017
11	1000 м к северо-востоку	0,027	0,029	0,029	0,021

При изучении распределения нефтепродуктов и бенз(а)пирена в зависимости от расстояния от источника загрязнения определено, что в течение рассматриваемого периода концентрация нефтепродуктов в почве выше вблизи источника загрязнения, с увеличением расстояния их концентрация снижается, но продолжает оставаться больше регионального фоновое значения. На границе санитарно-защитной зоны их содержания составляли в среднем 20,4 Ф (рис. 1А).

Концентрация бенз(а)пирена в почве в течение 2015–2016 гг. была в среднем выше на расстоянии 400–600 м от источника загрязнения, однако различия не были статистически достоверными (рис. 1Б).

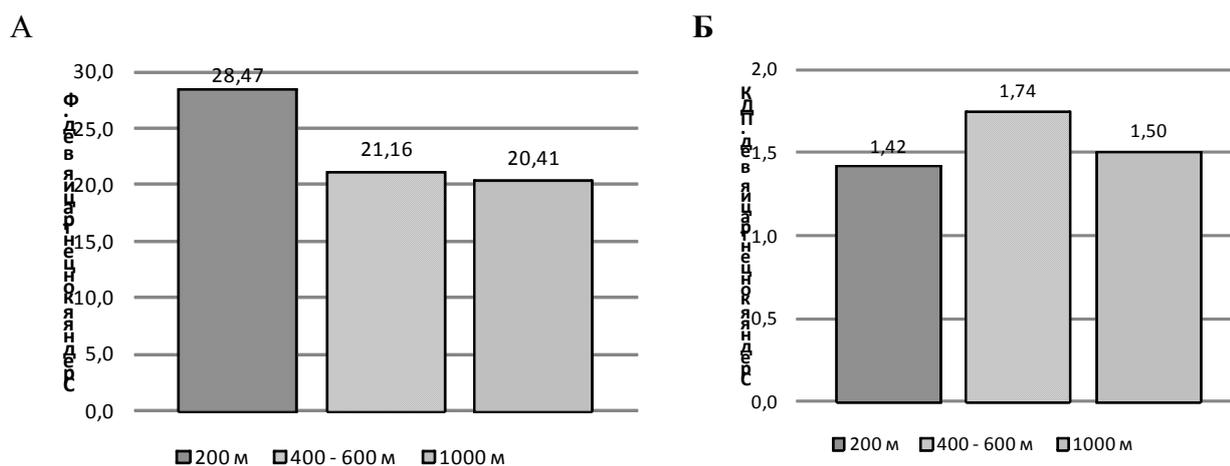


Рис. 1. Содержание нефтепродуктов (А) и бенз(а)пирена (Б) в почве санитарно-защитной зоны на различных расстояниях от источника загрязнения

При изучении накопления загрязняющих веществ в зависимости от направления отмечено, что максимальные концентрации поллютантов в основном регистрировались в восточном направлении: в течение 2014–2016 г. максимальное содержание нефтепродуктов регистрировали на расстоянии 600 м от НК НПЗ (в 2014 г. – 43,8 Ф, в 2015 г. – 95,0 Ф, в 2016 г. – 116,1 Ф), максимальное содержание бенз(а)пирена в 2015–2016 гг. также было выявлено в восточном направлении на расстоянии 1 км от установки каталитического крекинга (рис. 2). Одним из путей поступления углеводородов в почву является попадание с выбросами в атмосферу и оседание на поверхностном слое почвы. В течение 2015–2016 гг. на территории

НК НПЗ преобладал западный ветер (26 %) со средней скоростью 3,4 м/с, с чем и может быть связано преимущественное распространение загрязнителей в восточном направлении (рис. 3). Однако в этом же направлении граница санитарно-защитной зоны расположена в непосредственной близости от г. Новокуйбышевска, в связи с чем возможен вклад других неучтенных источников, в первую очередь, автотранспорта.

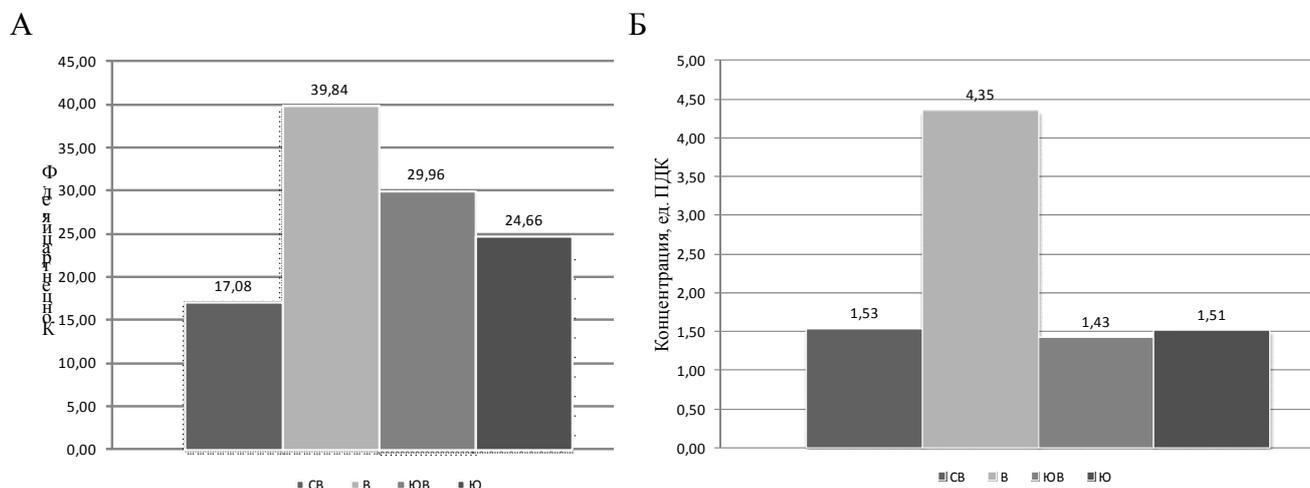


Рис. 2. Распределение нефтепродуктов (А) и бенз(а)пирена (Б) в зависимости от направления от источника загрязнения.

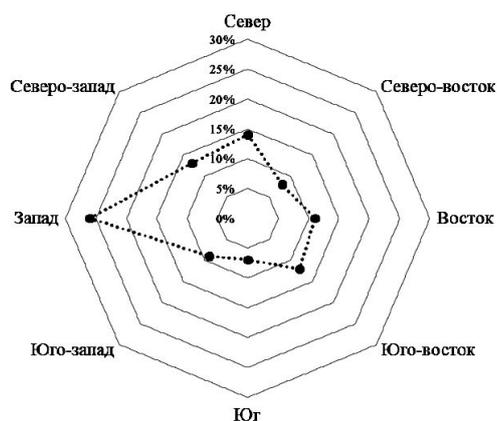


Рис. 3. Роза ветров на территории НК НПЗ за период 2015–2016 гг.

Компонентный состав образцов, отобранных в одно и то же время, был примерно сопоставим (табл. 3). В таблицах представлены данные о компонентном составе образцов с максимальным содержанием нефтепродуктов в первой половине (600 м в восточном направлении от источника загрязнения) и второй половине 2016 г. (1 км в восточном направлении). Как видно из представленных данных, нефтепродукты в почве санитарно-защитной зоны представляют собой сложную смесь углеводородов. В состав преимущественно входят нормальные и изомерные парафиновые и ненасыщенные углеводороды, легкие ароматические углеводороды (толуол, ксилолы, этилбензолы). Нафтеновые углеводороды в основном представлены диметилциклопентанами, циклогексаном, метилциклогексаном.

В начале 2016 г., когда в отобранных образцах почв обнаруживали максимальные для рассматриваемого трехлетнего периода концентрации нефтепродуктов, в составе нефтепродуктов достаточно высокий удельный вес составляли высокомолекулярные углеводороды, соответствующие керосино-газойлевой фракции нефти (59,5 %), в отличие от второго полугодия, когда их доля составляла около 2,5 %. В первом полугодии в более высоких количествах обнаруживались ароматические углеводороды (толуол, п- и м-ксилолы, диэтилбензолы) – 3,8 % от общего количества по сравнению с 0,5 % во второй половине года.

Нафтенческие углеводороды в первом полугодии 2016 г. составляли 0,78 %, идентифицированы три соединения (1,3-диметилциклопентан, 1,2-диметилциклопентан и метилциклогексан). Во втором полугодии их содержание от общего количества нефтепродуктов составило 32,0 %. Кроме вышеперечисленных нафтен, обнаруживали циклогексан, этилциклопентан, 1,2-диметилциклогексан, а также бициклический нафтен – 2,3-диметилдекагидронафталин. И в первой, и во второй половине 2016 г. в образцах почв обнаруживали этилбензол, вещество, подозреваемое как канцероген для человека (класс 2В по классификации МАИР), однако в начале года его относительное содержание было больше (табл. 3).

Следует также отметить, что во втором полугодии 2016 г. в составе нефтепродуктов обнаружены кислородсодержащие соединения (гексанон-2, 3,3,6-триметилгептадиен-1,5-он-4, этилбутилгидропероксид, метилпентилгидропероксид, 3-метилциклопентанол, 3-метилциклопентанон, метиловый эфир 9-оксононановой кислоты), что может быть связано с их окислением в результате деятельности углеводородоокисляющих микроорганизмов или воздействия иных факторов окружающей среды.

Таблица 3

Компонентный состав проб с максимальным содержанием нефтепродуктов, отобранных в первом и втором полугодиях 2016 г.

№ п/п	Наименование	Содержание от общего количества, %		Класс опасности/класс канцерогенности МАИР и U.S. EPA
		1 полугодие	2 полугодие	
<i>Алифатические углеводороды</i>				
1.	2-метилпентен-1	14,3	15,1	Нет данных
2.	2,2-диметилпентан	-	2,9	Нет данных
3.	2,2,3-триметилпентан	-	9,2	Нет данных
4.	2,4-диметилгексан	-	1,4	Нет данных
5.	3-метилгексан	3,73	8,0	Нет данных
6.	гептан	3,50	-	Нет данных
7.	2,3-диметилгексан	-	0,7	Нет данных
8.	октан	-	1,4	Нет данных
9.	2,2-диметилгептан	-	0,4	Нет данных

10.	гексанон-2	-	0,5	Нет данных
11.	этилбутилгидропероксид	-	0,98	Нет данных
12.	метилпентилгидропероксид;	-	0,82	Нет данных
13.	2,2,6-триметилоктан	-	0,01	Нет данных
14.	3,3,6-триметилгептадиен-1,5-он-4	-	1,87	Нет данных
15.	2,2,7,7-тетраметилоктан	-	0,05	Нет данных
16.	декан	1,61	-	Нет данных
17.	ундекан	0,02	-	Нет данных
18.	додецен-1	0,2	-	Нет данных
19.	додекан	0,04	-	Нет данных
20.	3,7-диметилдекан	-	0,06	Нет данных
21.	тетрадецен-1	1,2	-	Нет данных
22.	тетрадекан	0,02	0,01	Нет данных
23.	2-этилдодецен-1	0,46		Нет данных
24.	гексадецен-1	0,98	0,05	Нет данных
25.	гексадекан	0,8	0,01	Нет данных
26.	октадецен-1	0,76	0,07	Нет данных
27.	октадекан	0,75	0,03	Нет данных
28.	нонадецен-1	0,31	-	Нет данных
29.	нонадекан	5,73	-	Нет данных
30.	метиловый эфир пальмитиновой кислоты	1,05	-	Нет данных
31.	метиловый эфир 9-оксононановой кислоты	-	0,02	Нет данных
32.	эйкозен-1	5,32	-	Нет данных
33.	эйкозан	10,89	-	Нет данных
34.	генэйкозан	4,32	-	Нет данных
35.	докозен-1	5,49	-	Нет данных
36.	доказан	12,09	-	Нет данных
37.	трикозан	4,4	-	Нет данных
38.	тетракозан	4,2	-	Нет данных
<i>Алициклические углеводороды</i>				
39.	циклогексан	-	13,0	Класс опасности 4
40.	1,3-диметилциклопентан	0,26	5,6	Нет данных
41.	1,2-диметилциклопентан	0,32	5,4	Нет данных
42.	метилциклогексан	0,2	-	Нет данных
43.	этилциклопентан	-	1,0	Нет данных
44.	1,2-диметилциклогексан	-	0,13	Нет данных
45.	3-метилциклопентанол	-	0,28	Нет данных
46.	3-метилциклопентанон	-	0,15	Нет данных
<i>Ароматические углеводороды</i>				
47.	толуол	1,15	0,5	Класс опасности 3; Класс 3 (МАИР); недостаточно информации (ЕРА)
48.	этилбензол	0,05	0,008	Класс опасности 3; Класс 2В (МАИР)
49.	п-ксилол	1,88	0,03	Класс 3 (МАИР); недостаточно

				информации (ЕРА)
50.	м-ксилол	0,72	-	Класс 3 (МАИР); недостаточно информации (ЕРА)
51.	1,3-диэтилбензол	0,02	-	Нет данных
52.	1,4-диэтилбензол	0,02	-	Нет данных
53.	2,3- диметилдекагидронафталин	-	0,02	Нет данных
54.	пирен	0,05	-	Класс 3 (МАИР); D (ЕРА)
<i>Гетероциклические соединения</i>				
55.	2,5-диметилтетрагидрофуран	0,25	1,9	Нет данных
<i>Иные соединения</i>				
56.	Три(2-хлорэтил)фосфат	0,32	-	Класс 3 (МАИР)

Из полициклических ароматических углеводородов, кроме бенз(а)пирена (наличие подтверждено сравнением со стандартным образцом), по результатам хромато-масс-спектрометрического анализа (пробоподготовка в соответствии с ISO 18287:2006) предполагается наличие бензо(к)флуорантена (класс 2В (МАИР); класс В2 (ЕРА)), пирена (класс 3 (МАИР); D (ЕРА)), флуорантена (класс 3 (МАИР); D (ЕРА)), 1,2-дигидробенз(в)флуорантена.

Выводы

1. В образцах почвы обнаруживался бенз(а)пирен – канцероген первого класса опасности. Содержание бенз(а)пирена в 2015 г. и в первой половине 2016 г. во всех образцах было выше ПДК, во второй половине оно составляло 0,9-1,0 ПДК.

2. В течение 2014–2016 гг. среднегодовое содержание нефтепродуктов в почве СЗЗ НК НПЗ увеличивалось, и их концентрация в почве уменьшалась с увеличением расстояния от источника загрязнения. Максимальные концентрации нефтепродуктов регистрировали в восточном направлении.

3. Отмечены отличия состава нефтепродуктов в первой и второй половине 2016 г. В начале года преобладали высокомолекулярные углеводороды керосино-газойлевой фракции нефти, ароматические углеводороды, в то время как во втором полугодии в значительных количествах обнаружены нафтеновые углеводороды, а также окисленные формы насыщенных и нафтеновых углеводородов.

4. Высокое содержание нефтепродуктов усиливает процессы разрушения почвы и снижает ее санитарно-гигиеническую функцию. В связи с этим необходимо разработать и провести мероприятия по уменьшению содержания фракций нефти в почве: выполнить рекультивацию земель или активировать местный почвенный биоценоз, путем внесения углеводородоокисляющей микрофлоры.

Список литературы

1. Абросимов А.А. Экология переработки углеводородных систем: учебник / под ред. д-ра хим. наук, проф. М.Ю. Доломатова, д-ра техн. наук, проф. Э.Г. Теляшева /А.А. Абросимов. – М.: Химия, 2002. – 608 с.
2. Mudu P., Terracini B., Martuzzi M. et al. Human Health in Areas with Industrial Contamination. – Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2014. – 380 p.
3. Сергеев А.К. Многосредовая оценка воздействия вредных факторов на здоровье населения крупного промышленного города /А.К. Сергеев // Аспирантский вестник Поволжья. – 2016. – № 1-2. – С. 263-265.
4. Toxicological profile for total petroleum hydrocarbons / U.S. Department of health and human services. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1999. – 315 p.
5. Benzo[a]pyren. Monograph. IARC Working Group. Available at: <https://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100F/mono100F-14.pdf> Accessed July 02, 2017.
6. Зевайкина А.Н. Правовое регулирование формирования нефтехимического кластера в Самарской области /А.Н. Зевайкина //Вестник СамГУ. – 2012. – Т. 98, № 7. – С. 117-124.
7. Васяйчева В.А., Сахабиев В.А., Сахабиева Г.А. Об одном применении математических методов в экономике /В.А. Васяйчева, В.А. Сахабиев, Г.А. Сахабиева // Основы экономики, управления и права. – 2014. – Т. 14, № 2. – С. 96-99.
8. Мухаматдинова А.Р., Сафаров А.М., Магасумова А.Т., Хатмулина Р.М. Оценка влияния предприятий нефтехимического комплекса на объекты окружающей среды / А.Р. Мухаматдинова [и др.] // Георесурсы. – 2012. – Т. 50, № 8. – С. 46-50.