

УДК 614.76 (77)

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.07

## РИСК ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ, СВЯЗАННЫЙ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В ПОЧВЕ

**В.В. Сучков<sup>1</sup>, С.А. Хотимченко<sup>2</sup>, О.В. Сазонова<sup>1,3</sup>, Д.О. Горбачев<sup>1</sup>, Т.К. Рязанова<sup>1</sup>, Е.А. Семаева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Самарский государственный медицинский университет, Россия, 443099, г. Самара, ул. Чапаевская, 89

<sup>2</sup>Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии, Россия, 109240, г. Москва, Устьинский проезд, 2/14

<sup>3</sup>Научно-исследовательский институт гигиены и экологии человека, Россия, 443099, г. Самара, ул. Чапаевская, 87

*Рассматривается проблема загрязнения почвы бенз(а)пиреном в пределах санитарно-защитной зоны нефтеперерабатывающего предприятия. Показано, что источниками попадания бенз(а)пирена в почву являются нефтесодержащие отходы и оседание части пылегазовых выбросов полициклических ароматических углеводородов на поверхность земли. Определение концентрации бенз(а)пирена на границе санитарно-защитной зоны является ориентиром для установления дальности распространения выбросов в атмосферный воздух от стационарных источников, а также косвенным параметром, характеризующим интенсивность процессов самоочищения почвы. Содержание бенз(а)пирена в почве рассматривали как информативный показатель загрязнения почвенного горизонта полициклическими ароматическими углеводородами и тяжелыми фракциями нефти. За период 2015–2016 гг. отобрано и проанализировано 66 проб почвы. Концентрацию бенз(а)пирена устанавливали на газовом хроматографе Agilent Technologies 7820A GC System «Маэстро» с масс-селективным детектором Agilent Technologies 5975 Series MSD в соответствии с ISO 18287: 2006. Сравнивали фактические концентрации бенз(а)пирена с предельно допустимой (ПДК = 0,02 мг/кг), утвержденной в ГН 2.1.7.2041-06. Анализ результатов отобранных проб на содержание бенз(а)пирена показал, что во всех образцах наблюдалось превышение уровня предельно допустимой концентрации. Доля проб с уровнем содержания бенз(а)пирена выше 1,5 ПДК колебалась в диапазоне от 54,5 до 90,9 % в разные сезоны года. Отдельные участки санитарно-защитной зоны характеризовались высокой концентрацией бенз(а)пирена в почве, достигающей уровня 9,85 ПДК. Высокое содержание бенз(а)пирена в почве свидетельствует о стойкости загрязнения почвенного горизонта полициклическими ароматическими углеводородами, а также о замедленном процессе самоочищения почвы. Последнее, в свою очередь, обуславливает наличие канцерогенного риска здоровью ( $1,08 \cdot 10^{-3}$  –  $6,55 \cdot 10^{-3}$ ).*

**Ключевые слова:** загрязнение почвы, санитарно-защитная зона, нефтеперерабатывающий завод, бенз(а)пирен, канцероген, риск здоровью, предельно допустимая концентрация.

Поступление в почву больших количеств промышленных отходов, в особенности вредных химических примесей органического происхождения, приводит к постепенному уменьшению концентрации гумусного азота, замедлению или полному прекращению размножения гумифицирующих микроорганизмов [8, 11, 14]. Деятельность нефтеперерабатывающих предприятий сопровождается образованием значительных объемов нефтяных шламов, осадка сточных вод после их механической и биологической очистки, которые впоследствии накапливаются в нефтяных ямах или утилизируются путем захоронения на специальных полигонах [2, 6]. Территории санитарно-защитных зон предприятий нефтепереработки умеренно загрязнены

© Сучков В.В., Хотимченко С.А., Сазонова О.В., Горбачев Д.О., Рязанова Т.К., Семаева Е.А., 2017

**Сучков Вячеслав Владимирович** – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры общей гигиены (e-mail: slav-vok4us@mail.ru; тел.: 8 (846) 337-55-52).

**Хотимченко Сергей Анатольевич** – доктор медицинских наук, профессор, временно исполняющий обязанности первого заместителя директора (e-mail: hotimchenko@ion.ru; тел.: 8 (495) 698-52-35).

**Сазонова Ольга Викторовна** – доктор медицинских наук, доцент, директор (e-mail: ov\_2004@mail.ru; тел.: 8 (846) 332-26-53).

**Горбачев Дмитрий Олегович** – кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей гигиены (e-mail: dmitriy-426@ Rambler.ru; тел.: 8 (846) 337-55-52).

**Рязанова Татьяна Константиновна** – кандидат фармацевтических наук, ассистент кафедры управления и экономики фармации (e-mail: ryazantatyana@mail.ru; тел.: 8 (846) 260-38-06).

**Семаева Евгения Александровна** – студентка IV курса медико-профилактического факультета.

нефтепродуктами: в поверхностном почвенном горизонте отмечается снижение интенсивности нитрификации почвы, нарушение структуры и деградация нитрификаторов и денитрификаторов в результате содержания тяжелых фракций нефти и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в почве [7, 10]. Как показали исследования, ПАУ практически устойчивы к микробному разложению и длительное время сохраняются в исходной концентрации в нефтезагрязненной почве [1, 7, 9].

Основным представителем ПАУ, содержание которого определяют в почве, является бенз(а)пирен – вещество первого класса опасности, обладающее канцерогенным эффектом. Эта вредная примесь поступает в почву через выбросы в атмосферный воздух от стационарных источников, постепенно оседая на поверхностном слое почвы. Данное загрязнение происходит в основном в пределах санитарно-защитной зоны, однако, в зависимости от метеорологических условий, оседание бенз(а)пирена может быть и на значительном удалении от стационарного источника. Еще одной причиной поступления бенз(а)пирена в почву являются промышленные отходы.

Содержание бенз(а)пирена в почве служит информативным показателем загрязнения почвенного горизонта ПАУ и тяжелыми фракциями нефти. Определение его концентрации на границе санитарно-защитной зоны является ориентиром для установления дальности распространения выбросов в атмосферный воздух от стационарных источников и косвенным параметром, характеризующим интенсивность процессов самоочищения почвы. Повышенные концентрации бенз(а)пирена на границе санитарно-защитных зон вносят существенный вклад в уровень многосредового риска здоровью, где расположена жилая зона [3]. Особую опасность представляет расширение территории жилой зоны и активная застройка бывшей санитарно-защитной зоны после ее сокращения.

**Цель исследования** – санитарно-гигиеническая оценка содержания бенз(а)пирена в почве на территории санитарно-защитной зоны нефтеперерабатывающего предприятия с определением риска здоровью.

**Материалы и методы.** Пробы почвы отбирали на территории санитарно-защитной зоны Новокуйбышевского нефтеперерабатывающего завода (НК НПЗ) по четырем направлениям от него: северо-восточном (СВ) – на расстояниях 600 и 1000 м от проходной; восточном (В) – на

расстояниях 200, 600 и 1000 м от проходной; юго-восточном (ЮВ) – на расстояниях 600 и 1000 м от стационарного источника выбросов попутного нефтяного газа; южном (Ю) – на расстояниях 200, 400, 600 м и 1000 м от установки каталитического крекинга нефтепродуктов. Выбор мест отбора проб почвы определялся близлежащим расположением города Новокуйбышевска и поселка Липяги. Поверхностный слой почвы отбирали методом «конверта» на глубине 20 см в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02–84 [5]. Масса одного образца составляла 200 г. Всего за период 2015–2016 гг. отобрано и проанализировано 66 проб почвы. Перед определением концентраций бенз(а)пирена все пробы почвы подвергались пробоподготовке: высушиванию при температуре 18–20 °С и относительной влажности воздуха 40–60 %; просеиванию через мелкоячеистое сито с площадью ячеек 0,5 мм<sup>2</sup>; фильтрации жидкой фазы через фильтр «белая лента». Образцы проанализированы с помощью газового хроматографа Agilent Technologies 7820A GC System «Маэстро» с масс-селективным детектором Agilent Technologies 5975 Series MSD в соответствии с международным стандартом ISO 18287: 2006 [6]. Концентрацию бенз(а)пирена рассчитывали по соотношению полученных высот пиков анализируемого образца и стандартных образцов ПАУ, растворенных в циклогексане. Среднее время удерживания бенз(а)пирена до получения пика составило 35,23 мин.

Бенз(а)пирен – химическое вещество первого класса опасности, относящееся к группе 2А (канцерогенные агенты для человека с весьма высокой степенью доказательности) по классификации Международного агентства по изучению рака (МАИР). Его молярная масса равна 252,309 г/моль, молекулярная масса – 252,3 (рис. 1). Такие же массы имеются у похожих на бенз(а)пирен соединений ПАУ: бензо(б)флуорантен и бензо(к)флуорантен. Поэтому концентрацию бенз(а)пирена вычисляли по угловому коэффициенту градуировочной функции за вычетом концентраций вышеуказанных веществ. Вид полученной хроматограммы почвенного образца № 8 приведен на рис. 2.

Все полученные результаты подвергались группировке по расстояниям и направлениям от стационарных источников валовых выбросов в атмосферный воздух, а также от нефтяных ям. Были сравнены фактические концентрации бенз(а)пирена с предельно допустимой (ПДК = 0,02 мг/кг), утвержденной в ГН 2.1.7.2041-06 [4].

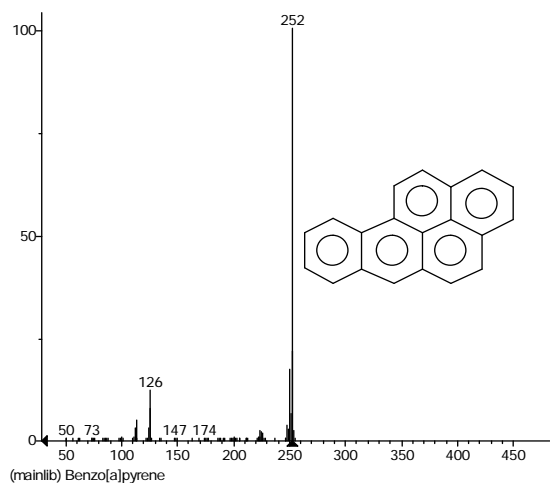


Рис. 1. Масс-спектр и структурная формула бенз(а)пирена (библиотека масс-спектров NIST 14)

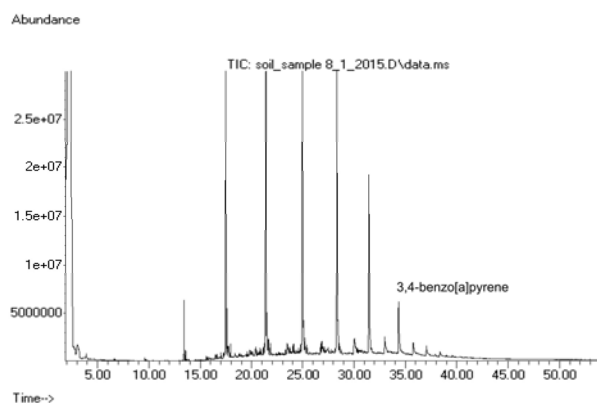


Рис. 2. Хроматограмма почвенного образца № 8, отобранного весной 2015 г.

Анализ отходов производства и потребления НК НПЗ производился по данным ежегодных статистических форм 2-ТП (отходы). Риск здоровью рассчитывался в соответствии с руководством Р 2.1.10.1920-04 [13], использовались стандартные величины экспозиции. Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием программ Microsoft Excel 2013 и Statistica 10 Enterprise 10.0.1011.6.

**Результаты и их обсуждение.** Новокуйбышевский нефтеперерабатывающий завод относится к первому классу опасности в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов». Размер базовой величины санитарно-защитной зоны для него составил 1000 м. Отходы потребления и производства НК НПЗ за 2014 г. составили 28 145 тонн, за 2015 г. – 49 432 тонны. Увеличение количества отходов в 2015 г. связано с повышением мощности переработки

нефти на 56 %. Отходы с высоким содержанием ПАУ образуются в основном при промывке оборудования для хранения, обработки и транспортировки нефти. Это шлам очистки трубопроводов и емкостей (бочек, контейнеров, цистерн и гудронаторов) от нефти и нефтепродуктов. Образующиеся в большом количестве объемы сточных вод при разбавлении шлама технической водой подвергались механической и биологической очистке. Масса осадка после очистки сточных вод, содержащего нефтепродукты в количестве менее 15 %, в 2014 г. составила 18 470 тонн, а в 2015 г. – 40 320 тонн. Конечной стадией утилизации осадка является накопление его в нефтяных ямах и резервуарах-отстойниках для нефтяных шламов с последующим захоронением нефтесодержащих отходов на полигонах или биодеструкцией и биотрансформацией отходов с помощью компонентов биоструктурирующей смеси [12].

Нефтяные ямы и резервуары-отстойники для нефтяных шламов расположены в северо-западной части промышленной зоны НК НПЗ. Минимальное расстояние между ближайшей точкой отбора проб и нефтяными ямами составило 2,4 км. Отбор проб почвы в северо-западной части санитарно-защитной зоны не проводился, так как ближайший населенный пункт, поселок Маяк, расположен от северо-западной границы санитарно-защитной зоны НК НПЗ на расстоянии 6,3 км.

При проведении анализа результатов лабораторного исследования отобранных образцов выявлено, что средние концентрации бенз(а)пирена в почве превышали значение ПДК: в 2015 г. –  $0,0466 \pm 0,0070$  мг/кг (2,33 ПДК), в 2016 г. –  $0,0491 \pm 0,0068$  мг/кг (2,46 ПДК). Во всех направлениях от НК НПЗ наблюдалось незначительное увеличение концентрации бенз(а)пирена (на 0,2–0,5 ПДК) в 2016 г., в отличие от 2015 г. Территория восточной части санитарно-защитной зоны в большей степени подвержена загрязнению ПАУ: на расстоянии 1000 м от НК НПЗ (граница санитарно-защитной зоны) нами зафиксировано максимальное содержание бенз(а)пирена – 9,85 ПДК. Градиент повышения содержания бенз(а)пирена в восточном направлении составил 1,8 ПДК при увеличении расстояния от НК НПЗ с 200 до 600 м и 3,5 ПДК – с 600 до 1000 м.

В северо-восточной части санитарно-защитной зоны максимальные концентрации бенз(а)пирена регистрировались в непосредственной

Таблица 1

Содержание бенз(а)пирена (мг/кг) в отобранных пробах в зависимости от расстояния до НК НПЗ

Номер пробы	Направление и расстояние от НК НПЗ	2015 г.			2016 г.		
		Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень
1	200 м к востоку	0,024	0,072	0,037	0,026	0,041	0,056
2	600 м к востоку	0,024	0,071	0,049	0,065	0,087	0,077
3	1000 м к востоку	0,043	0,192	0,194	0,098	0,167	0,197
4	1000 м к юго-востоку	0,024	0,051	0,055	0,059	0,043	0,053
5	600 м к юго-востоку	0,021	0,054	0,038	0,032	0,041	0,047
6	200 м к югу	0,021	0,045	0,042	0,036	0,037	0,041
7	400 м к югу	0,058	0,036	0,035	0,029	0,033	0,031
8	600 м к югу	0,033	0,025	0,023	0,028	0,027	0,021
9	1000 м к югу	0,026	0,024	0,029	0,021	0,031	0,026
10	600 м к северо-востоку	0,061	0,024	0,026	0,025	0,034	0,027
11	1000 м к северо-востоку	0,029	0,028	0,025	0,032	0,024	0,029

близости от НК НПЗ (600 м) – 1,85 ПДК в 2015 г. и 1,43 ПДК в 2016 г. В южном направлении от установки каталитического крекинга нефтепродуктов уровень бенз(а)пирена снижался по градиенту в среднем на 0,5 ПДК при возрастании расстояния от 200 до 600 м. Однако на расстоянии 1000 м (граница санитарно-защитной зоны) концентрация бенз(а)пирена незначительно возросла до 1,31 ПДК. Юго-восточное направление от стационарного источника выбросов попутного нефтяного газа характеризовалось повышением содержания бенз(а)пирена с увеличением расстояния от 600 до 1000 м. Подробные данные представлены в табл. 1 и на рис. 3.

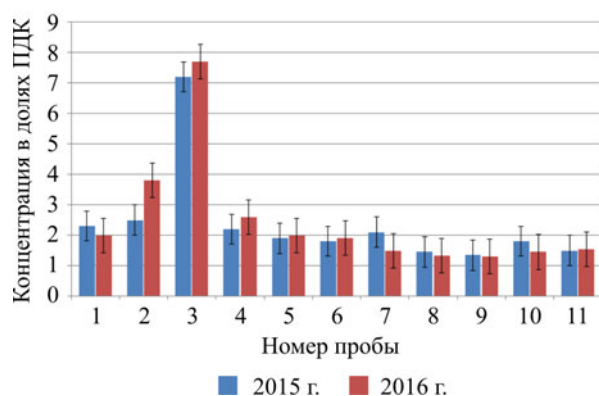


Рис. 3. Распределение концентраций бенз(а)пирена в зависимости от времени и места отбора проб

В 2015 и 2016 г. доля проб с превышением уровня ПДК по бенз(а)пирену составила 93,55 %. В осенний период содержание бенз(а)пирена в 2016 г. было выше на 9,4 %, чем в 2015 г. Весной 2015 г. количество проб с уровнем содержания бенз(а)пирена выше 1,5 ПДК составило 54,5 % со средней концентрацией 0,042 мг/кг,

в весенний период 2016 г. – 90,9 % при средней концентрации 0,04 мг/кг. Почва на территории санитарно-защитной зоны НК НПЗ по содержанию бенз(а)пирена относилась к категории загрязнения «опасная» в соответствии с СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы».

Вторым путем поступления бенз(а)пирена в почву является оседание выбросов ПАУ на поверхностный слой почвы. В зависимости от метеорологических параметров (направление и скорость ветра, температура и влажность воздуха) дальность рассеивания выбросов может как сокращаться, ограничиваясь территорией санитарно-защитной зоны, так и расширяться, включая селитебную и жилую зоны. В течение 2015–2016 гг. на территории НК НПЗ преобладал западный ветер (26 %) со средней скоростью 3,4 м/с. Наравне с выбросами от стационарных источников в атмосферный воздух поступают ПАУ с выхлопами автотранспорта. Это может быть причиной повышенного содержания бенз(а)пирена в почве на границе санитарно-защитной зоны в восточном направлении от НК НПЗ, где в непосредственной близости расположен г. Новокуйбышевск.

Анализируя и группируя полученные результаты по расстояниям от НК НПЗ, мы провели расчет уровней риска здоровью (табл. 2).

Все уровни риска здоровью относились к четвертому диапазону референтных границ и оказались неприемлемыми для здоровья населения. Максимальное значение канцерогенного риска получено на границе санитарно-защитной зоны в восточном направлении от НК НПЗ. Почва являлась источником вторичного загрязнения приземного слоя атмосферного

Таблица 2

Уровни канцерогенного и неканцерогенного риска здоровью, полученные в результате изучения содержания бенз(а)пирена в почве в зависимости от расстояния до НК НПЗ

Номер пробы	Направление и расстояние от НК НПЗ	2015 г.		2016 г.	
		CR*	HQ**	CR*	HQ**
1	200 м к востоку	$1,89 \cdot 10^{-3}$	7,76	$1,75 \cdot 10^{-3}$	7,18
2	600 м к востоку	$2,04 \cdot 10^{-3}$	8,40	$3,25 \cdot 10^{-3}$	13,4
3	1000 м к востоку	$6,08 \cdot 10^{-3}$	25,0	$6,55 \cdot 10^{-3}$	27,0
4	1000 м к юго-востоку	$1,84 \cdot 10^{-3}$	7,58	$2,20 \cdot 10^{-3}$	9,04
5	600 м к юго-востоку	$1,60 \cdot 10^{-3}$	6,59	$1,70 \cdot 10^{-3}$	7,00
6	200 м к югу	$1,53 \cdot 10^{-3}$	6,30	$1,62 \cdot 10^{-3}$	6,65
7	400 м к югу	$1,83 \cdot 10^{-3}$	7,53	$1,32 \cdot 10^{-3}$	5,43
8	600 м к югу	$1,15 \cdot 10^{-3}$	4,73	$1,08 \cdot 10^{-3}$	4,43
9	1000 м к югу	$1,12 \cdot 10^{-3}$	4,61	$1,11 \cdot 10^{-3}$	4,55
10	600 м к северо-востоку	$1,57 \cdot 10^{-3}$	6,48	$1,22 \cdot 10^{-3}$	5,02
11	1000 м к северо-востоку	$1,16 \cdot 10^{-3}$	4,78	$1,21 \cdot 10^{-3}$	4,96

Примечание: \* – канцерогенный риск; \*\* – неканцерогенный риск.

воздуха. Согласно сценарию жилой зоны, из всех путей поступления бенз(а)пирена в организм человека преобладал ингаляционный путь (99,96 %). Коэффициенты опасности развития неканцерогенных эффектов в 6–8 раз превысили пороговое значение, на границе санитарно-защитной зоны в восточном направлении от НК НПЗ максимальная величина равнялась 25. Высокие уровни риска здоровью свидетельствуют об экстремальном загрязнении среды обитания на территории санитарно-защитной зоны и об абсолютной непригодности для проживания населения в случае застройки территории бывшей СЗЗ после сокращения ее размеров. Проведение мероприятий по оздоровлению среды обитания может способствовать уменьшению содержания ПАУ в почве и, как следствие, величин риска здоровью. Комплекс мероприятий должен включать в себя: ликвидацию нефтяных ям, переработку и вторичное использование нефтяных

шламов, рекультивацию земель и активизацию местного почвенного биоценоза путем внесения углекислого газа и углекислородофиксирующей микрофлоры [1].

**Выводы.** Высокие концентрации бенз(а)пирена в почве, превышающие величину ПДК, свидетельствуют о стойкости загрязнения почвенного горизонта полициклическими ароматическими углеводородами и о замедленном процессе самоочищения почвы.

Высокие уровни канцерогенного риска здоровью ( $1,08 \cdot 10^{-3}$  –  $6,55 \cdot 10^{-3}$ ) обусловлены высоким содержанием бенз(а)пирена в почве, что абсолютно неприемлемо для здоровья населения.

С увеличением расстояния от НК НПЗ в восточном и юго-восточном направлениях выявлен рост содержания бенз(а)пирена в почве, что может негативно отражаться на здоровье населения г. Новокуйбышевска при возможном сокращении размеров санитарно-защитной зоны НК НПЗ.

### Список литературы

1. Биоремедиация нефтезагрязненных почв путем стимулирования местного почвенного микробиоценоза: грантовый проект № 97-04-50148 / под ред. И.Г. Калачкиной, при поддержке РФФИ [Электронный ресурс]. – URL [http://www.rfbr.ru/rffi/ru/project\\_search/o\\_151708](http://www.rfbr.ru/rffi/ru/project_search/o_151708) (дата обращения: 09.09.2016).
2. Галиулин Р.В., Галиулина Р.А., Башкин В.Н. Очистка почвы от нефти как способ защиты грунтовых вод от загрязнения // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2015. – Т. 95, № 11. – С. 22–25.
3. Гармонизация гигиенических нормативов для приоритетных загрязнений почвы с международными рекомендациями / И.А. Крятов, Н.И. Тонкопий, М.А. Водянова, О.В. Ушакова, Л.Г. Донерьян, И.С. Евсеева, И.С. Матвеева, Д.И. Ушаков // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 7. – С. 42–48.
4. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901966754> (дата обращения: 09.09.2016).

5. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – М.: Стандартинформ, 2008. – 7 с.
6. Дьяченко В.В., Матасова И.Ю. Загрязнение и динамика микроэлементов в почвах юга России // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2015. – № 4. – С. 324–332.
7. Кириенко О.А., Имранова Е.Л. Влияние загрязнения почвы нефтепродуктами на состав микробного сообщества // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2015. – № 3. – С. 79–86.
8. Котельникова И.М., Сергеева А.Г. Оценка загрязнения почв г. Благовещенска полициклическими ароматическими углеводородами // Проблемы экологии Верхнего Приамурья. – 2013. – Т. 15. – С. 8–17.
9. Курицын А.В., Курицына Т.В., Катаева И.В. Биоремедиация нефтезагрязненных грунтов на технологических площадках // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13, № 1–5. – С. 1271–1273.
10. Митракова Н.В., Шестаков И.Е. Исследование устойчивости темно-серых почв Пермского края методом биотестирования при загрязнении почв тяжелыми металлами // Антропогенная трансформация природной среды. – 2015. – № 1. – С. 143–147.
11. Особенности техногенной трансформации почв Нижнего Новгорода / М.В. Дабахов, Е.В. Дабахова, В.И. Титова, Н.А. Орешкова // Агрехимический вестник. – 2011 – № 2 – С. 21–23.
12. Проект комплекса штабельно-слоевой биодеструкции нефтесодержащих отходов АО «Новокуйбышевский НПЗ» / К.Л. Чертес, Н.А. Сафонова, А.В. Беляков, А.М. Штеренберг // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. – 2016. – Т. 22, № 1. – С. 58–62.
13. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
14. Смирнова Т.С., Панина Ю.Ю. Мониторинг углеводородного загрязнения почвы посредством анализа ее ферментативной активности // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2015. – № 12. – С. 33–38.

*Риск здоровью населения, связанный с повышенным содержанием бенз(а)пирена в почве / В.В. Сучков, С.А. Хотимченко, О.В. Сазонова, Д.О. Горбачев, Т.К. Рязанова, Е.А. Семаева // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 65–72. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.07*

UDC 614.76 (77)

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.07.eng

## **POPULATION HEALTH RISK RELATED TO INCREASED CONTENT OF BENZOPYRENE IN SOIL**

**V.V. Suchkov<sup>1</sup>, S.A. Khotimchenko<sup>2</sup>, O.V. Sazonova<sup>1,3</sup>, D.O. Gorbachev<sup>1</sup>, T.K. Ryazanova<sup>1</sup>, E.A. Semaeva<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Samara State Medical University, 89 Chapayevskaya Str., Samara, 443099, Russian Federation

<sup>2</sup>Federal Research Centre of nutrition and biotechnology, 2/14 Ustinskiy Proezd, Moscow, 109240, Russian Federation

<sup>3</sup>Research Institute of Human Hygiene and Ecology at the Samara State Medical University, 87 Chapayevskaya Str., Samara, 443099, Russian Federation

---

*The article deals with the problem of soil contamination with benzopyrene within sanitary-hygienic zone of an oil refinery plant. We proved that benzopyrene penetrated into soils due to oil-containing wastes and sedimentation of polycyclic aromatic hydrocarbons from powder-gas discharges on soil surface. Benzopyrene concentration detection at the boundary of a sanitary-hygienic zone provides guidelines for determining discharges spread into the atmosphere from stationary sources; it also serves as an indirect parameter characterizing soil self-purification intensity. We treated benzopyrene content in soils as an informative indicator showing soil horizon contamination with polycyclic aromatic hydrocarbons and heavy oil fractions. Over 2015–2016 66 soil samples were taken and analyzed. We detected benzopyrene concentration with Agilent Technologies 7820A GC System «Maestro» gas chromatograph with mass-selective detector Agilent Technologies 5975 Series MSD in full conformity with ISO 18287: 2006. We compared actual benzopyrene concentrations with maximum permissible concentration (MPC = 0.02 mg/kg), confirmed by Hygienic Standard 2.1.7.2041-06.*

The results of analyzing the samples as per benzpyrene content revealed that it was higher than maximum permissible concentration (MPC) in all of them. Share of samples with benzpyrene content higher than 1.5 MPC varied from 54.5 % to 90.9 % in different seasons. Some places within sanitary-hygienic zone had high benzpyrene concentration in soils reaching 9.85 MPC. High benzpyrene content in soils proves there is persistent soil horizon contamination with polycyclic aromatic hydrocarbons and soil self-purification slows down. And this, in its turn, causes carcinogenic health risk occurrence ( $1.08 \cdot 10^{-3}$  –  $6.55 \cdot 10^{-3}$ ).

**Key words:** soil contamination, sanitary-hygienic zone, oil refinery plant, benzpyrene, carcinogen, health risk, maximum permissible concentrations.

## References

1. Bioremediacija neftezagrijaznennyh pochv putem stimulirovaniya mestnogo pochvennogo mikrobiocenoza: Grantovyy proekt № 97-04-50148 [Bioremediation of contaminated soils by stimulating the local soil microbiocenosis. Grant project Number 97-04-50148]. In: I.G. Kalachkina ed, supported by the Russian Federal Property Fund. Available at: [http://www.rfbr.ru/rffi/ru/project\\_search/o\\_151708](http://www.rfbr.ru/rffi/ru/project_search/o_151708) (09.09.2016) (in Russian).
2. Galiulin R.V., Galiulina R.A., Bashkin V.N. Ochistka pochvy ot nefti kak sposob zashhity gruntovyh vod ot zagrijazneniya [Cleaning of soil from oil as method of ground waters protection against contamination]. *Vodoochistka. Vodopodgotovka. Vodostabzhenie*, 2015, vol. 95, no. 11, pp. 22–25 (in Russian).
3. Kryatov I.A., Tonkopij N.I., Vodjanova M.A., Ushakova O.V., Doner'jan L.G., Evseeva I.S., Matveeva I.S., Ushakov D.I. Garmonizacija gigenicheskikh normativov dlja prioritetnyh zagrijaznenij pochvy s mezhdunarodnymi rekomendacijami [Scientific evidence for hygienic standards harmonized with international recommendations for priority pollutants of soils]. *Gigienu i sanitariju*, 2015, vol. 94, no. 7, pp. 42–48 (in Russian).
4. GN 2.1.7.2041-06. Predel'no dopustimye koncentracii (PDK) himicheskikh veshhestv v pochve [Hygienic Standard 2.1.7.2041-06. Maximum permissible concentrations (MPC) of chemicals in soils]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/901966754> (09.09.2016) (in Russian).
5. GOST 17.4.4.02-84. Ohrana prirody. Pochvy. Metody otbora i podgotovki prob dlja himicheskogo, bakteriologicheskogo, gel'mintologicheskogo analiza [Nature preservation. Soils. Sampling techniques and samples preparation for chemical, bacteriological, and helminthological analysis: State Standard 17.4.4.02-84]. Moscow, Standartinform publ., 2008, 7 p. (in Russian).
6. D'yachenko V.V., Matasova I.Ju. Zagrijaznenie i dinamika mikrojelementov v pochvah juga Rossii [Pollution with trace elements and their dynamics in soils of southern Russia]. *Geojekologija, inzhenernaja geologija, gidrogeologija, geokriologija*, 2015, no. 4, pp. 324–332 (in Russian).
7. Kirienko O.A., Imranova E.L. Vlijanie zagrijazneniya pochvy nefteproduktami na sostav mikrobnogo soobshhestva [Effect of soil contamination with oil products on the composition of microbial community]. *Vestnik Tihoookanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2015, no. 3, pp. 79–86 (in Russian).
8. Kotel'nikova I.M., Sergeeva A.G. Ocenka zagrijazneniya pochv g. Blagoveshhenska policiklicheskimii aromaticeskimi uglevodorodami [Pollution assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in urban soil of Blagoveshhensk] *Problemy jekologii Verhnego Priamur'ja*, 2013, vol. 15, pp. 8–17 (in Russian).
9. Kuritsyn A.V., Kuritsyna T.V., Kataeva I.V. Bioremediacija neftezagrijaznennyh gruntov na tehnologicheskikh ploshhadkah [Bioremediation of petropolluted soils on technological platforms]. *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*, 2011, vol. 13, no. 1–5, pp. 1271–1273 (in Russian).
10. Mitrakova N.V., Shestakov I.E. Issledovanie ustojchivosti temno-seryh pochv Permskogo kraja metodom biotestirovaniya pri zagrijaznenii pochv tjazhelymi metallami [Research of perm region soils resistance by biotesting methods for heavy metals polluted soils]. *Antropogennaja transformacija prirodnoj sredy*, 2015, no. 1, pp. 143–147 (in Russian).

© Suchkov V.V., Khotimchenko S.A., Sazonova O.V., Gorbachev D.O., Ryazanova T.K., Semaeva E.A., 2017

**Vyacheslav V. Suchkov** – Candidate of Medical Sciences, assistant at Common Hygiene department (e-mail: slavvok4us@mail.ru; tel.: +7 (846) 337-55-52).

**Sergey A. Khotimchenko** – Doctor of Medical Sciences, Professor, temporarily acting as the First Deputy Director (e-mail: hotimchenko@ion.ru; tel.: +7 (495) 698-52-35).

**Olga V. Sazonova** – Doctor of Medical Sciences, Associate professor, Head (e-mail: ov\_2004@mail.ru; tel.: +7 (846) 332-26-53).

**Dmitry O. Gorbachev** – Candidate of Medical Sciences, Associate professor at Common Hygiene department (e-mail: dmitriy-426@rambler.ru; tel.: +7 (846) 337-55-52).

**Tatyana K. Ryazanova** – Candidate of Pharmaceutical Sciences, assistant at Pharmacy management and Economics department (e-mail: ryazantatyana@mail.ru; tel.: +7 (846) 260-38-06).

**Evgenia A. Semaeva** – a four-year student at medical and prevention faculty.

11. Dabahov M.V., Dabahova E.V., Titova V.I., Oreshkova N.A. Osobennosti tehnogennoj transformacii pochv Nizhnego Novgoroda [Special features of soil anthropogenic transformation in Nizhniy Novgorod]. *Agrohimicheskij vestnik*, 2011, no. 2, pp. 21–23 (in Russian).

12. Chertes K.L., Safonova N.A., Beljakov A.V., Shterenberg A.M. Proekt kompleksa shtabel'no-sloevoy biodestrukcii neftesoderzhashhih othodov AO «Novokujbyshevskij NPZ» [Stacked-layered biological destruction of oil-containing wastes: a project by "Novokuybyshevskiy oil-refinery plant JSC"]. *Vestnik SGASU. Gradostroitel'stvo i arhitektura*, 2016, vol. 22, no. 1, pp. 58–62 (in Russian).

13. Rukovodstvo po ocenke riska dlja zdorov'ja naselenija pri vozdejstvii himicheskikh veshhestv, zagryaznjajushhih okruzhajushhuju sredu R 2.1.10.1920-04 [Guide to health risk assessment when exposed to chemicals polluting the environment 2.1.10.1920-04]. Moscow, Federal'nyj centr Gossanjepidnadzora Minzdrava Rossii publ., 2004, 143 p. (in Russian).

14. Smirnova T.S., Panina Ju.Ju. Monitoring uglevodorodnogo zagryaznenija pochvy posredstvom analiza ejo fermentativnoj aktivnosti [Monitoring of soil hydrocarbon contamination by analysis of its enzymatic activity]. *Zashhita okruzhajushhej sredy v neftegazovom komplekse*, 2015, no. 12, pp. 33–38 (in Russian).

*Suchkov V.V., Khotimchenko S.A., Sazonova O.V., Gorbachev D.O., Ryazanova T.K., Semaeva E.A. Population health risk related to increased content of benzo[a]pyrene in soil. Health Risk Analysis, 2017, no. 2, pp. 65–72. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.07.eng*

Получена: 02.02.2017

Принята: 04.05.2017

Опубликована: 30.06.2017