

УДК 502.55: 620.26

МОНИТОРИНГ СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ И ПОЛИАРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПОЧВАХ ИНДУСТРИАЛЬНОГО, РЕКРЕАЦИОННОГО И СЕЛИТЕБНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ГОРОДА УФЫ

© 2015 З.К. Амирова¹, Л.Н. Белан², А.У. Валиуллина², Л.Р. Шамсутдинова²,
Л.Р. Саитова¹, А.А. Хакимова¹

¹ Башкирский республиканский научно-исследовательский экологический центр

² Научно-исследовательский институт безопасности жизнедеятельности

Поступила в редакцию 26.05.2015

В работе приведены результаты оценочных исследований загрязнения почвенного покрова городской зоны г. Уфы полиароматическими углеводородами и компонентами стойких органических соединений: полихлорированными дибензо-пара-диоксинами и дибензофуранами и полихлорированными бифенилами, включая токсичные диоксиноподобные полихлорированные бифенилы. Проведено ранжирование городской территории в зависимости от токсической нагрузки на основе экспериментальных данных мониторинга 1996-2014 гг.

Ключевые слова: почва, загрязнение, диоксины, полиароматические углеводороды, полихлорированные бифенилы

Почва является депонирующей средой для многих органических соединений, в том числе и токсичных веществ 1 класса опасности: полиароматических углеводородов (ПАУ), стойких органических соединений (СОЗ), обладающих диоксиноподобной токсичностью. Локализация загрязнителей и распределение по глубине почвенного профиля зависят от типа и свойств почвы. Важными показателями являются характер поступления загрязнителя (разовое, длительное), концентрация токсикантов, пути экспозиции, степень и характер нарушения почвенного профиля, физико-химические и микробиологические свойства почвы (биологическая активность, содержание гумуса, гранулометрический состав и др.), влияние грунтовых вод, интенсивности и вида атмосферных осадков, температуры и т.д.

Уровень загрязнения почвы является индикатором техногенного воздействия как на человека в индустриальной, так и на население в селитебной и рекреационной зонах, однако лишь немногие города РФ имеют программы оценки почв городских поселений [1]. Подразделениями Ростгидромета выборочно обследуются почвы в

основном сельскохозяйственного назначения на территории отдельных субъектов РФ с целью выявления уровня загрязнения ДДТ, ГХБ и ГХЦГ [2, 3]. Изучается трансграничный перенос полихлорированных бифенилов (ПХБ) в основном в арктических районах [4]. Однако целенаправленного обследования территорий субъектов РФ с целью выявления почв, загрязненных СОЗ, не проводится.

Следует отметить, что в странах ЕС и США исследованию загрязнения почв уделяется значительное внимание, создаются базы данных о загрязненных почвах, в том числе и городских [5-7]. В настоящее время в РФ создается Национальный план по реализации Стокгольмской конвенции по СОЗ, в которой, в том числе, определены задачи мониторинга почв, выявления локальных зон повышенного загрязнения, оценки риска воздействия СОЗ, разработка мероприятий по снижению эмиссии и реабилитации территорий в соответствии с наилучшими известными технологиями [8]. Анализ данных регионального мониторинга СОЗ и ПАУ в почвах различного назначения являются частью этой задачи. На муниципальном уровне очевидна необходимость выяснения текущей ситуации и анализ данных загрязнения в динамике для принятия управленческих решений.

Город Уфа (Республика Башкортостан, ПФО РФ) имеет в истории своего промышленного развития дополнительно к экологическим проблемам крупных промышленных городов (выбросы транспорта, тепловое, шумовое и электромагнитное загрязнение) и специфическим проблемам городов «большой химии» (загрязнение воздуха выбросами предприятий, почвы и грунтовых вод

Амирова Зарема Канзафаровна, доктор биологических наук, заместитель директора по научной работе. E-mail: amigova@rb-brec.ru

Белан Лариса Николаевна, доктор геолого-минералогических наук, директор. E-mail: niibgdrb@yandex.ru

Валиуллина Алсу Ульфатовна, кандидат химических наук, заведующая отделом

Шамсутдинова Лейсан Рифовна, заведующая лабораторией

Саитова Лейсан Рифовна, заместитель начальника отдела

Хакимова Алия Альфридовна, научный сотрудник

нефтепродуктами, хлорорганическими соединениями, ПАУ) и факт химического загрязнения полихлорированными дибензо-пара-диоксинами и дибензофуранами (ПХДД/Ф) почвы, грунтовых и поверхностных вод вследствие производства феноксигербицидов. Оценка загрязнения диоксинами и другими хлорорганическими соединениями почв региона ведется с 1994 г., вначале с целью выявления участков особого риска источников загрязнения и далее с целью контроля и мониторинга ситуации. Основываясь на данных оценочного анализа почв г. Уфы были выделены зоны локального загрязнения диоксинами промышленных земель с эпицентром на территории ОАО «Уфахимпром». Средний уровень загрязнения почвы (газоны, незащищенные участки вблизи строений, шламонакопителей) на территории предприятия составляет от 500 до 12000 нг/кг, в СЗЗ – 100-250 нг/кг [9, 10].

Массированное загрязнение диоксинами в г. Уфе произошло в 1960-1980-е годы вследствие производства на ОАО «Уфахимпром» препарата 2,4,5-Т и трихлорфенола. Период максимального загрязнения всех сред промзоны токсичными отходами и реакционными массами, рек Шугуровка и Уфа, воздуха рабочей зоны, атмосферного воздуха г. Уфы и, особенно северной части – 1970-е годы. Последствия этого загрязнения и выбросы печей сжигания являются источником эмиссии полихлорированных дибензо-пара-диоксинов и дибензофуранов (ПХДД/Ф). На территории г. Уфы с 60-х годов находится заброшенная свалка отходов ОАО «Уфахимпром», где производилось захоронение реакционных масс производства 2,4,5-Т. Содержание диоксинов в этой локальной точке достигает до $2 \cdot 10^5$ пг/г, в биообъектах – $1,5-5 \cdot 10^5$ пг/г липидов [11]. Другой путь распространения диоксинов – со сбросами ОАО «Уфахимпром». Выявлено загрязнение рыбы в реках Белая (вблизи сбросов), Уфа и Шугуровка в 30-40 раз превышающее фоновые значения, в иле р. Шугуровка содержание диоксинов достигает 500 нг/кг.

Источник загрязнения, промзона, в течение длительного времени оказывает влияние на прилегающие жилые кварталы Орджоникидзевского района г. Уфы. Была выявлена новая локальная зона диоксинового загрязнения – территория НИТИГ и прилегающие территории. Многолетний перенос загрязнённых частиц с территории предприятий и выбросов печей сжигания хлорорганических отходов ОАО «Уфахимпром», УНПЗ привел к загрязнению не только северной части г. Уфы, но и населённых пунктов, расположенных на удалении до 10 км от промзоны [9]. Очевидно, что в данном случае имеет значение рельеф местности, сезонные направления и сила ветра. Несмотря на то, что 2004 г. завод был закрыт, была проведена консервация установок, загрязнённая территория до сих пор служит источником эмиссии ПХДД/Ф, а действующие установки, в том числе и сжигания – являются источником воздействия ПХБ и ПАУ на жилые кварталы и население города. Большая

протяжённость города и роза ветров с преобладанием направлений «север-юг» предопределяют градиент загрязнения почвы от северного промышленного узла хлорорганическими и полиароматическими соединениями.

Основные результаты исследований по содержанию ПХДД/Ф в почвах агроландшафтов семи районов РБ, как следствие применения гербицида 2,4-Д, содержащего следы 2,3,7,8-ТХДД, позволили установить уровень загрязнения районов РБ как 0,06-0,87 пг/г для чернозема и 0,02-0,54 пг/г для горно-лесной зоны [12, 13]. Значение 3,24 пг ТЕQ ПХДД/Ф/г было предложено как среднее значения для региона, указано, что городские почвы загрязнены тяжелыми металлами, ПАУ, нефтепродуктами [14].

Загрязнение почвы ПАУ, как правило, носит региональный характер. Нормативные документы, принятые в РФ, касаются ограниченного круга соединений, оценка проводится по содержанию бенз(а)пирена [15]. Так, в почве районов г. Уфы регистрируется от 4 до 20 мкг/г бенз(а)пирена, от 4,2 в парках до 27,7 мкг/г в коллективных садах вблизи северной группы НПЗ, вблизи промпредприятий 7,5 -14,6 мкг/г, на территории ОАО «Уфахимпром» – до 130 мкг/г, а на удалении от города – 1,5 мкг/г. По рекомендациям ЮНЕП определению в почве и других объектах окружающей среды подлежат 16 приоритетных ПАУ (нафталин, аценафтен, флуорен, аценафтилен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, хризен, бенз(а)антрацен, бенз(б)флуорантен, бенз(к)флуорантен, бенз(а)пирен, дибенз(а, h)антрацен, индено(1,2,3-сd)пирен, бенз(gh,i)перилен). Состав конгенеров ПАУ определяется источником эмиссии. Существуют типичные наборы «нефтяных» ПАУ, конгенеров – спутников процессов сжигания и т.д.

Методы и объекты исследований. Были использованы методики отбора проб, предназначенные для контроля общего и локального загрязнения почвы в районах промышленных, сельскохозяйственных и хозяйственно-бытовых и транспортных источников загрязнения [16]. Для контроля загрязнения селитебных зон пробы отбирали в парках и скверах, игровых площадках детских учреждений, выбирались участки под древесной растительностью, не подвергавшиеся рекультивации. В процессе отбора, транспортирования и хранения почвенных проб приняты меры по предупреждению возможности вторичного загрязнения. Были учтены Рекомендации UNEP Chemicals UN и TOCOEN-RECETOX по проведению мониторинга СОЗ [17, 18]. В качестве контрольной точки исследована проба почвы Башкирского заповедника, д. Саргая.

После проведения стандартных процедур подготовки проб, пробы сухой почвы (5-10 г) смешивали с осушителем (Na_2SO_4) и вносили изотопно-меченые стандартные растворы ПХДД/ ПХДФ/ ПХБ. Извлечение целевых компонентов осуществляли трехступенчатой экстракцией в ультразвуковой ванне смесью растворителей (ацетон /

хлористый метилен) с последующей заменой на смесь гексана и хлористого метилена. Экстракт концентрировали до 1 мл и очищали с помощью SiO_2 , Al_2O_3 и графитированной сажи для определения ПХДД/Ф и на флорисиловой колонке – ПХБ. Фракцию ПХБ выделяли элюируя смесью хлористый метилен/гексан с добавкой 1% этилацетата.

Определение полихлорированных диоксинов и фуранов проводили по методике МВИ РБ Э1-01/ USEPA 1613 [19], определение 12-ти токсичных ПХБ по списку ВОЗ (1998) (IUPAC №№ 28, 31, 52, 99, 101, 128, 138, 153, 170, 180, 183, 187) проведено в соответствии с методом МВИ РБ Э1-02/USEPA 1618 [20]. Изомерспецифический анализ ПХДД/Ф и токсичных ПХБ проводили с помощью измерительной системы, состоящей из хроматографа Carlo Erba

8035 и масс-спектрометра высокого разрешения Autospec-Ultima (Waters) в режиме электронного удара (36 eV) с разрешением > 10.000 . Разделение изомеров ПХДД/Ф и ПХБ проводили на неполярной капиллярной колонке DB- 5MS J&W Scientific, длиной 60 метров, с толщиной пленки фазы (5% - фенил) – метилполисилоксана 0,25 мкм, газ-носитель – гелий. Температура инжектора составляла 270°C, использовался прямой ввод в колонку, объем вводимой пробы в додекане составлял 1 мкл. Абсолютный предел обнаружения 2,3,7,8-ТХДД составил 10 фг. Для реальных матриц были выполнены требования: масс-спектр содержал оба характеристических пика с интервалом < 2 сек, соотношение сигнал/шум < 3 , соотношение площадей пиков отличалось не более $> 15\%$ от теоретического.

Таблица 1. Диоксиноподобные ПХБ в почве г. Уфы, прилегающих и удаленных территориях (период мониторинга 2001-2014 гг.), TEQ_{2005}

Место отбора пробы	Тип	ПХБ, $\mu\text{г/г}$	Место отбора пробы	Тип	ПХБ, $\mu\text{г/г}$
ОАО «Башкирэнерго», подстанция «Зеленая», г. Уфа	И	1,78	п. Алексеевка, Уфимский р-н	С	0,02
ОАО «Башкирэнерго», подстанция «Дежнево», г. Уфа	И	0,19	г. Уфа, ул. Инициативная, n=3, среднее значение	С/И	0,34
д. Карпово, г. Уфа	С	0,01	ОАО «Полиэф», Благовещенский р-н	И	0,015
с. Щепное, Благовещенский р-н	С	0,07	г. Уфа, парк Нефтяников,	Р	0,2
с. Вотикеево, г. Уфа	С	0,02	г.Уфа, ул. Д, Донского	С	0,1
С. Шарипово, Кушнаренковский р-н	С	0,01	г. Уфа, Непейцевский дендропарк	Р	0,13
п. Тимашево, г. Уфа,	С/И	0,63	г. Уфа, Спорткомплекс	Сп/Р	0,04
с. Михайловка, Уфимский р-н	С	0,01	г. Уфа, ул. Блюхера,6	С	0,39
д. Ново-Александровка, г. Уфа	С	0,03	Северная проходная ОАО «Уфахимпром»	И	19,22
с. Красный Яр, Уфимский р-н	С	0,01			
с. Миловка, Уфимский р-н	С	0,02	Южная проходная ОАО «Уфахимпром»	И	35,28
г. Уфа, мкр. Нижегородка	С	0,02			
д. Кумлекуль, Уфимский р-н	С	0,05	Башкирский заповедник, Бурзянский р-н	Р	0,01

Примечание: С – селитебная зона; И – индустриальная зона; Р – рекреационная зона; Сп – спортивные объекты

Использовали нескольких серий изотопно-меченых стандартных образцов ПХДД/Ф и ПХБ производства CIL, Inc., USA и Wellington, Canada: для идентификации групп изомеров, для оценки изомерспецифичности хроматографической колонки при разделении ПХДД и ПХДФ, для оценки степени извлечения анализируемых соединений из реальных образцов и контроля достоверности идентификации их природных аналогов, для контроля очистки экстрактов проб методом колоночной хроматографии, периодической калибровки прибора, для количественного определения ПХДД/Ф в очищенных экстрактах, для контроля качества анализа и расчета нормативов погрешности измерения. Результаты определения ПХДД/Ф и ПХБ-ВОЗ приводили в международной шкале коэффициентов токсичности (TEQ-WHO) с

использованием системы факторов эквивалентной токсичности (WHO-TEF_{2005}). Данные по содержанию 29 конгенов ПАУ и СОЗ-пестицидов в образце почвы селитебной зоны окраины г. Уфы и зоны индустриального загрязнения были получены в рамках проведения 6-го этапа международного проекта Тосоеп-Resetox в лаборатории Университета Масарика, г. Брно, Чехия с использованием хроматографических и масс-спектральных методов [18].

Результаты и выводы. Перечень точек отбора проб в окрестностях г. Уфы и удаленных территориях и результаты определения содержания диоксиноподобных ПХБ приведен в табл. 1. Поскольку ПХБ способны к трансграничному переносу, ареал исследования является достаточно обширным и охватывает, в том числе прилегающие к

г. Уфе районы: Уфимский, Благовещенский, Кушнарковский и контрольный район – Бурзянский. Как следует из табл. 1, выявлены 2 основные зоны повышенного локального загрязнения ПХБ. Загрязнение до 20-35 пг/г ТЕQ ПХБ установлено на территории остановленного в настоящее время ОАО «Уфахимпром», причиной которого может являться последствия разрушения промышленных установок и зданий, а также деятельность, связанная со сбором и утилизацией отработанных трансформаторов.

Второй зоной с уровнем загрязнения до 2 пг/г выявлен в почве трансформаторных подстанций ОАО «Башкирэнерго» как следствие использования крупных трансформаторных, в которых ранее было возможно использование Совтола – ПХБ-содержащей добавки. Средний уровень селитебной зоны г. Уфы составляет 0,2 пг/г, содержание ПХБ в почве, отдаленных от г. Уфы на 20-50 км, на порядок ниже – 0,02 пг/г. Распределение токсичных конгенов ПХБ приведено в табл. 2.

Таблица 2. Содержание токсичных ПХБ в почве различного типа использования

Конгены ПХБ	Трансформаторы	СЗЗ «Уфахимпром»	СЗЗ «Полиэф»	г. Уфа, жилая зона	Г. Уфа, парки	Пригород г. Уфы	Фон
Число проб	n=2	n=4	n=2	n=7	n=3	n=9	n=2
33'44'-ТХБ	100,33	935,23	4,12	12,49	5,68	5,10	1,41
344'5'-ТХБ	78,58	343,38	0,12	6,54	0,45	5,92	0,07
233'44'-ПнХБ	2432,63	17642,85	97,99	324,09	120,35	78,42	45,08
2344'5'-ПнХБ	214,03	7430,88	6,34	16,42	7,00	6,45	0,86
23'44'5'-ПнХБ	1529,93	19324,59	213,34	512,96	279,70	174,50	74,6
2'345'5'-ПнХБ	0,40	2,90	4,47	36,87	4,91	45,98	1,80
33'44'5'-ПнХБ	7,98	166,15	ND	2,05	0,95	ND	0,01
233'44'5'-ГкХБ	317,30	3587,42	18,12	162,10	27,98	15,26	2,02
233'44'5'-ГкХБ	81,10	1448,96	4,45	12,34	6,23	2,68	3,83
23'44'55'-ГкХБ	121,46	1623,97	7,36	20,47	11,36	5,52	0,50
33'44'55'-ГкХБ	0,45	0,43	0,05	0,05	0,37	0,18	0,14
233'44'55'-ГпХБ	8,42	486,55	0,61	3,82	3,21	1,20	0,50
Итого, пг/г	4891,74	52303,37	356,96	1109,10	468,06	341,20	130,
ТЕQ, 2005, пг/г	0,99	14,20	0,02	0,24	0,12	0,02	0,01

Исследование распределения ПХДД/Ф в почве г. Уфы и прилегающих земель проведено более подробно. Основное внимание было уделено загрязнению территории ОАО «Уфахимпром» [10]. Результаты мониторинга загрязненной территории свидетельствуют о стабильно высоком содержании ПХДД/Ф в почве, а отложенные меры по рекультивации приводят к распространению загрязнения [8, 9]. В табл. 3 приведен перечень проб

и результат определения диоксинов в почве г. Уфы и прилегающих территорий, выраженный в суммарном коэффициенте токсичности (ТЕQ ПХДД/Ф). Контрольной фоновой точкой региона выбрана проба почвы Башкирского заповедника, остаточное загрязнение диоксинами которого составляет 0,07 пг/г. Изомерспецифическое распределение конгенов ПХДД/Ф/ ПХБ приведено в табл. 4.

Таблица 3. Диоксины в почве г. Уфы, прилегающих и удаленных территориях (период мониторинга 1996-2014 гг.), ТЕQ₂₀₀₅

Место отбора пробы	Тип	ПХДД/Ф, пг/г	Место отбора пробы	Тип	ПХДД/Ф, пг/г
Изяковский водозабор, Благовещенский р-н	В/О	0,16	Орджоникидзевский р-н, г. Уфа, НИТИГ, n=5	С/И	96,10
Демский водозабор, Демский р-н, г. Уфа	В/О	0,76	Бирский тракт, НПЗ, г. Уфы, n=3	Т/И	13,58
г. Уфа, ж/д вокзал	С/Т	0,7	КПМ, Бирский тракт г. Уфа, n=2	Т	3,5
Парки г. Уфы, n=5	Р	0,64	Бирский тракт, ОАО "Уфахимпром", n=4	Т/И	3357,3
Орджоникидзевский р-н, г. Уфа, n=5	С	7,30	Территория НИТИГ, г. Уфа. n= 4	И	217,28
Орджоникидзевский р-н, г. Уфа, n=9	С	4,52	п. Михайловка, Уфимский р-н	С	0,37
П. Тимашево, Орджон. р-н,	С	11,27	п. Алексеевка, Уфимский	С	0,18

г. Уфа, n=2			р-н		
п. Тимашево, сады, г. Уфа, Орджон. р-н	С/Р	314,85	п. Старые Турбаслы, г. Уфа, n=3	С	2,30
п. Тимашево, Орджон. р-н, г. Уфа, n=3	С/Т	16,40	с. Красная горка, Уфимский р-н, n=3	С	0,68
п. Тимашево, Орджон. р-н, г. Уфа, n=3	Р	10,18	п. Щепное, Уфимский р-н	С	4,93
П. Новые Черкаassy, Орджон. р-н, г. Уфа, n=3	С/Р	36,44	г. Благовещенск, Благовещенский район, n=2	С/Т	3,61
Орджон. р-н, г. Уфа, ул. Инициативная, n=5	С/И	8,90	пос. Саргая, Бурзянский район	фон	0,06

Примечание: В/О – водоохранная, С – селитебная, Т – транспортная, И – индустриальная, Р – рекреационная зоны

Таблица 4. Содержание конгенеров ПХДД/Ф в почве различного типа использования, пг/г

Конгенеры ПХДД/Ф	Водоохран-ные зоны	Парки	Селитебные зоны (север)	Селитебные зоны (юг)	Зона влияния «Уфахимпром»	Зона влияния «НИТИГ»	Удаленные территории	Фон
Число проб	n=2	n=5	n=14	n=3	n=15	n=12	n=6	N=2
2378-ТХДД	0,06	0,19	2,64	0,4	47,65	45,58	0,79	ND
12378-ПнХДД	ND	0,08	1,53	0,06	18,02	4,80	1,22	ND
123478-ГкХДД	0,07	0,12	1,00	0,14	1,91	0,84	0,47	0,06
123678-ГкХДД	0,06	0,34	0,80	0,32	12,73	2,81	0,53	0,08
123789-ГкХДД	0,07	0,47	0,57	0,67	6,95	2,78	0,58	ND
1234678-ГпХДД	0,59	0,72	5,55	2,12	37,63	41,59	4,87	ND
ОХДД	2,47	9,97	35,01	4,27	719,09	1004,41	40,74	ND
2378-ТХДФ	0,11	1,51	2,01	0,26	6,29	70,32	0,97	ND
12378-ПнХДФ	0,4	0,17	0,96	0,15	2,26	8,43	0,54	ND
23478-ПнХДФ	0,54	0,06	0,95	0,11	3,35	5,58	0,92	ND
123478-ГкХДФ	0,4	0,28	1,92	0,13	23,29	13,86	1,28	0,18
123678-ГкХДФ	0,32	0,2	2,49	ND	8,66	8,05	1,13	0,29
123789-ГкХДФ	0,56	0,17	0,35	0,06	1,33	1,85	0,36	0,01
234678-ГкХДФ	0,47	0,22	0,79	0,04	13,73	2,33	1,10	0,01
1234678-ГпХДФ	0,48	0,59	6,81	0,31	86,44	39,00	30,07	ND
1234789ГпХДФ	0,58	0,25	0,75	0,14	16,98	3,12	1,06	0,06
ОХДФ	0,76	2,49	37,83	0,88	1138,83	180,20	39,41	NA
Сумма, пг/г	7,93	17,8	101,90	10,06	2094,86	1436,40	125,7	0,69
ТЕQ-2005, пг/г	0,46	0,63	5,61	0,69	76,28	63,77	3,03	0,06

Следует отметить, что в некоторых зонах, в основном вблизи источников эмиссии, (ул. Инициативная, менее 1 км от ОАО «Уфахимпром») удается проследить тенденции изменения загрязнения за последние несколько лет после ликвидации основных хлорорганических производств: с 17,62 пг ТЕQ ПХДД/Ф/г в 2003 г., 6,92 пг/г в 2008 г. и 2,13 пг/г в 2014 г. В других контрольных точках снижения загрязнения не наблюдается. Так, в жилых поселках, находящихся под действием выбросов ОАО «Уфахимпром» за 10 лет наблюдения снижение ТЕQ ПХДД/Ф не превысило 10%.

Проведенный мониторинг позволяет сделать вывод о среднем уровне загрязнения диоксинами почвы районов г. Уфы с тенденцией увеличения загрязнения в Орджоникидзевском, о наличии зон локального высокого загрязнения вследствие производства феноксигербицидов вблизи ОАО

«Уфахимпром», воздействию на почвы вследствие переноса на расстояния более 5 км (пос. Тимашево, Новые Черкасы). Уровень загрязнения в жилых кварталах г. Уфы вблизи промышленной зоны не является экстремально-высоким, однако постоянное проживание на этой территории согласно свойствам СОЗ приводит к накоплению в биотканях человека и достигает значений, регистрируемых у рабочих опасных химических производств. Однако существуют и локальные очаги, содержащие более 300 пг/г ПХДД/Ф, в почве приусадебных участков.

При оценке токсичности почв вследствие загрязнения ПАУ за эталонную единицу принимается содержание 3,4-бенз(а)пирена, ПДК которого составляет 0,02 мкг/г. Почвы и грунты с содержанием данного токсиканта более 5 ПДК (100 нг/г) относятся к чрезвычайно опасной категории

загрязнения [21]. Проведенное оценочное исследование проб почвы из Демского района г. Уфы и пробы, отобранной на бывшей территории вблизи НИТИГ, показало существенное различие в составе и концентрации загрязнителей (табл. 5). Допустимые пределы содержания ПАУ превышают образцы, как и жилых кварталов, так и в промзоне: от

0,1 до 1,2 мкг/г, что в 5 и в 60 раз превышает ПДК. Причиной загрязнения являются в основном выбросы печей сжигания, факелы НПЗ, выбросы транспорта. Данные свидетельствуют также о последствиях производства и применения пестицидов, запрещенных в настоящее время (ДДТ, линдан и т.д.).

Таблица 5. Содержание индикаторных ПХБ, метаболитов пестицидов и ПАУ в почве г. Уфы, нг/г

Соединения	жилая зона	промзона	Соединения	жилая зона	промзона
ПХБ 28	ND	9,8	о,р'-ДДЕ	-	-
ПХБ 52	0,1	36,9	р,р'-ДДЕ	0,7	39,4
ПХБ 101	0,1	82,1	о,р'-ДДД	-	-
ПХБ 118	0,3	207,0	р,р'-ДДД	1,4	6,3
ПХБ 153	0,3	97,5	о,р'-ДДТ	-	-
ПХБ 138	0,3	115,1	р,р'-ДДТ	0,2	9,3
ПХБ 180	4,3	18,9	Сумма ДДТ	3,1	55,0
Сумма ПХБ	5,4	567,3	Нафталин	5,2	-
alpha-ГХЦГ	2,4	1153,2	Фенантрен	7,4	259,3
beta-ГХЦГ	0,3	255,2	Флуорантен	17,4	189,8
gamma-ГХЦГ	0,4	252,0	Бенз(а)антрацен	8,8	85,9
сумма ГХЦГ	3,1	1827,0	Хризен	9,4	134,8
Пентахлорбензол	-	-	Бен-зо(б)флуорантен	12,4	78,6
Гексахлорбензол	1,2	585,5	Бен-зо(к)флуорантен	5,6	24,6
			Сумма 16 ПАУ	111,1	1177,3

Сравнение полученных данных для г. Уфы с результатами мониторинга содержания диоксинов и ПАУ в почве округов г. Москвы свидетельствует о значениях одного порядка. Различия связаны, вероятно, за счет различного вклада транспортных выбросов, специфики загрязнения промзон. Так, в почвах различного функционального назначения Восточного округа г. Москвы содержания суммы ПАУ составляет от 4,29 (старые жилые кварталы) до 8,65 мкг/г (новостройки), Средняя сумма ПАУ в городских почвах – 5,38 мкг/г, превышает фоновый уровень (0,13 мкг/г) в 40 раз, были выявлены две контрастные техногенные аномалии в северной и центральной частях округа с максимальным превышением ПДК бенз(а)пирена в 150 раз [21]. Исследование загрязнения почвы в округах г. Москвы показало, что содержание диоксинов в почве составляет для города в целом $7,96 \pm 10,17$ пг/г, в промышленной $10,39 \pm 14,01$ и $5,57$ пг/г в парково-рекреационной [22].

ПДК ПХДД/Ф и ПХБ-ВОЗ в почве в РФ отсутствуют, а нормы европейских стран и Северной Америки регламентируются видом ее использования. Так, уровень загрязнения почв, на которых размещены промышленные объекты, не должен превышать 250 пг/г в Италии, почва животноводческих ферм в Нидерландах не должна превышать 10 пг/г м т.д. Г. Уфа – одна из немногих выявленных и экспериментально изученных зон загрязнения диоксинами в России. Специфические

особенности и особая опасность для населения делает эту проблему лимитирующей для г. Уфы, что должно определять приоритеты экологической политики муниципальных органов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Капелькина, Л.П. Загрязняющие вещества в почвах мегаполисов. Проблемы и парадоксы нормирования // Экол. урбан. территорий. 2010. № 3. С. 13-19.
2. Ежегодник «Мониторинг пестицидов в объектах природной среды Российской Федерации» (2005-2009). – ГУ «НПО «Тайфун», Обнинск: Росгидромет
3. Ежегодник «Обзор загрязнения окружающей природной среды в Российской Федерации» (2005-2009) – М.: Росгидромет
4. Коноплев, А.В. Полихлорированные бифенилы и хлорорганические пестициды в атмосфере дальневосточной российской Арктики / А.В. Коноплев, В.А. Никитин, Д.П. Самсонов и др. // Метеорология и гидрология. 2005. №7. С. 39-45.
5. Panagos, P. Contaminated Sites in Europe: Review of the Current Situation Based on Data Collected through a European Network. Review Article / P. Panagos, M. Van Liedekerke, Y. Yigini, L. Montanarella // Journal of Environ. and Public Health. 2013. Art. ID158764, 11 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2013/158764>
6. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Pilot survey of levels of polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins, polychlorinated dibenzofurans, polychlorinated biphenyls, and mercury in rural soils of the United States.

2007. National Center for Environmental Assessment, Washington, DC; EPA/600/R-05/048F. Available from the National Technical Information Service, Springfield, VA, and online at <http://epa.gov/ncea>.
7. Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях. Текст и приложения / Изд. Секретариата Стокгольмской конвенции о СОЗ и Подразделения по химическим веществам Программы Организации объединенных наций по окружающей среде (ЮНЕП). – Швейцария, Женева, 2001. 53 с.
 8. Soil Guideline Values for dioxins, furans and dioxin-like PCBs in soil. Science Report SC050021 / Dioxins SGV. © Environment Agency September, 2009.
 9. Amirova, Z. Overview on PCDD/F Contamination at the former Organochlorine Production in Ufa and further Assessment and Management Needs / Z. Amirova, R. Weber // Environ. Sci. Pollut. Res. Int. 2015.
 10. Аморова, З.К. Последствия отложенных мер по реабилитации территорий, загрязненных диоксинами // Теоретическая и прикладная экология. 2014. № 3. С. 73-78.
 11. Аморова, З.К. Диоксины в окружающей среде, нагрузка на человека и иммунологические аспекты воздействия диоксинов на фоновом уровне и в когортных группах // З.К. Аморова, Э.А. Круглов. Монография. – Уфа: Изд. "Реактив", 1998. 115 с.
 12. Ежегодник. «Содержание остаточных количеств пестицидов в почвах на территории Республики Башкортостан в 2010 году». – Уфа, 2011. М.: Росгидромет.
 13. Хазиев, Ф.Х. Экоотоксиканты в почвах Башкортостана / Ф.Х. Хазиев, Ф.Я. Бадаутдинов, Ф.З. Сахабутдинова. – Уфа: Гилем, 2000. 61 с.
 14. Майстренко, В.Н. Эколого-аналитический мониторинг супертоксикантов / В.Н. Майстренко, Р.З. Хамитов, Г.К. Будников. – М.: Химия, 1996, 319 с.
 15. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве/ Гигиенические нормативы. ГН 2.1.7.2041-06. – М.: "Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора", 2006. 15 с.
 16. ГОСТ 28168-89 «Почвы. Отбор проб».
 17. Holoubek, I. Global Monitoring Plan for Persistent Organic Pollutants Under the Stockholm Convention Article 16 on Effectiveness Evaluation. First Regional Monitoring Report Central and Eastern European and Central Asian Region / I. Holoubek, J. Klanova, A. Kočan et al. – CETOX MU Brno. RECETOX-TOCOEN REPORTS No. 339. September 2008, 232 p. + 67 pp of Annexes.
 18. Guidance for a Global Monitoring Programme for Persistent Organic Pollutants // United Nations Environment Programme Chemical // 1-st edition, June 2004, Geneva, Switzerland.
 19. Method USEPA 1613 «Tetra-through Octa- Chlorinated Dioxins and Furans by Isotope Dilution HRGC/HRMS». 1999. 77 p.
 20. Method US EPA 1668 B «Chlorinated Biphenyl Congeners in water, soil, Sediments, biosolids and tissue by HRGC/HRMS». 2008. 56 p.
 21. Никифорова Е.М. Полициклические ароматические углеводороды в городских почвах (Москва, Восточный округ) // Почвоведение. 2011. № 9. С. 1114-1127.
 22. Агапкина, Г.И. Полихлорированные дибензо-пара-диоксины и дибензофураны в почвах г. Москвы / Г.И. Агапкина, Е.С. Бродский, А.А. Шелепчиков и др. // Вестник Московского Университета, сер. 17. Почвоведение. 2010. №3. С. 16-20.

MONITORING THE RESISTANT ORGANIC COMPOUNDS AND POLIAROMATIC HYDROCARBONS IN THE SOIL OF INDUSTRIAL, RECREATIONAL AND RESIDENTIAL TERRITORIES IN UFA CITY

© 2015 Z.K. Amirova¹, L.N. Belan², A.U. Valiullina², L.R. Shamsutdinova²,
L.R. Saitova¹, A.A. Khakimova¹

¹ Bashkir Republican Scientific Research Ecological Center

² Scientific Research Institute of Health and Safety

Results of estimated researches of soil cover pollution in a city zone of Ufa by polyaromatic hydrocarbons and components of resistant organic compounds are given in work: the biphenyls polychlorinated dibenzo-p-dioxins and both polychlorinated dibenzofurans, including toxic dioxin-like polychlorinated biphenyls. Ranging of urban territory depending on toxic loading on the basis of experimental data of monitoring of 1996-2014 is carried out.

Key words: soil, pollution, dioxine, polyaromatic hydrocarbons, polychlorinated biphenyls

Zarema Amirova, Doctor of Biology, Deputy Director
on Scientific Work. E-mail: amirova@rb-brec.ru

Larisa Belan, Doctor of Geology and Mineralogy,
Director. E-mail: niibgdrb@yandex.ru

Alsu Valiullina, Candidate of Chemistry, Head of
the Department

Leysan Xhamsutdinova, Chief of the Laboratory

Leysan Saitova, Deputy Head of the Department

Aliya Khakimova, Research Fellow