

## Последствия отложенных мер по реабилитации территорий, загрязнённых диоксинами

© 2014. З. К. Амирова, д.б.н., директор,

Башкирский республиканский научно-исследовательский экологический центр,  
e-mail: ecocnt@ufanet.ru

Проблемы выявления и реабилитации территорий, загрязнённых диоксинами (ПХДД/Ф) и другими стойкими органическими загрязнителями (СОЗ), связаны с рядом научных, технических и финансовых вопросов. Недостаточная информация вследствие не выполненной в должном объёме инвентаризации СОЗ в Российской Федерации, ограниченная нормативная база, отсутствие методологии наилучших используемых технологий, критериев опасности диоксинсодержащих выбросов, сбросов и отходов, критериев очистки и сети аналитического мониторинга СОЗ приводят к задержке реабилитации загрязнённых территорий. Ситуация осложняется процессами распространения диоксинового загрязнения на прилегающие территории, растёт риск поражения населения.

Оценка эмиссии диоксинов от загрязнённой территории рассмотрена на примере ОАО «Уфхимпром» путём мониторинга содержания диоксинов в снеге и талых водах. Определение ПХДД/Ф проведено методом хромато-масс-спектрометрии высокого разрешения в соответствии с методикой USEPA 1613.

Установлено, что активное поступление загрязнённой пыли в воздух (до 60 пг/л или 840 пг/г пыли в снеге) происходит на расстоянии до 500 м от эпицентра и зависит от розы ветров. Неорганизованные стоки содержат от 10 до 1000 пг/л ПХДД/Ф вследствие переноса частиц, загрязнённых диоксинами до 200–20000 пг/г. Состав конгенов ПХДД/Ф зависит от типа источника эмиссии. Так, преобладание полихлорированных dibензофуранов характерно для действующей промзоны с установками сжигания, преобладание тетра- и пента-хлорированных dibензо-пара-диоксинов характерно для территорий бывшего производства феноксигербицидов и 2,3,7,8-ТХДД.

Результаты мониторинга в течение пяти лет свидетельствуют о том, что отложенные меры по рекультивации загрязнённых диоксинами почвы и производственных зданий приводят к размыванию загрязнения на большие расстояния, а разрушение загрязнённых зданий – к активизации эмиссии диоксинов воздушным путём.

Problems of identification and remediation of sites contaminated with dioxins (PCDD /F), and other persistent organic pollutants (POPs) are associated with a number of scientific, technical and financial issues. Insufficient information owing to scanty of volumes of POPs inventory in the Russian Federation, limited regulatory framework, lack of methodology of the best technologies used, hazard criteria of dioxin emissions, discharges and waste, cleanup criteria and POPs analytical monitoring network – all this results in delay of contaminated areas remediation. The situation is complicated by processes of dioxin contamination spreading over nearby areas, increasing the risk to the population.

Assessment of dioxin emissions from the contaminated area is considered by the example of “Ufachimprom” by means of dioxins monitoring in the snow and melt waters. Determination of PCDD/F was carried out by the method of high-resolution chromat-mass spectrometry in accordance with USEPA method 1613.

It was found that an active flow of contaminated dust in the air (up to 60 pg /l or 840 pg/g of dust in snow) occurs at a distance up to 500 m from the epicenter and depends on “the wind rose”. Unorganized discharges contain from 10 to 1000 pg TEQ/l PCDD/F due to the transport of particles contaminated with dioxins up to 200 - 20,000 pg/g. The composition of PCDD/F congeners depends on the type of the emission source. Thus, the predominance of polychlorinated dibenzofurans is typical for current industrial zone with combustion plants, the predominance of tetra- and penta- chlorinated dibenzo-p-dioxins is characteristic for territories of the former production of phenoxy herbicides and 2,3,7,8-TCDD .

The results of 5 years’ monitoring indicate that delayed measures on remediation of dioxin-contaminated soil and industrial buildings result in spreading of pollution over long distances, and the destruction of contaminated buildings – in the increase of dioxin emissions by air.

Ключевые слова: загрязнение, диоксины, почва, поверхностные воды, снегосъёмка, реабилитация.

Keywords: pollution, dioxins, soil, surface water, snow survey, rehabilitation.

Ситуация с наличием загрязнения «диоксинами» – полихлорированными dibензо-пара-диоксинами и полихлорированными dibензофуранами (ПХДД/Ф) на территории России обозначена в проекте Национального плана по реализации Стокгольмской конвенцией в Российской Федерации [1]. В проекте

приведены результаты расчётной инвентаризации диоксинового загрязнения в России, суммарное количество выбросов диоксинов в атмосферу из практически всех известных источников в 2007 г. составило 1,8 кг токсического эквивалента 2,3,7,8-ТХДД. Однако эта инвентаризация не охватывает

так называемые горячие точки – зоны «накопленного экологического ущерба», аналоги Суперфонда в США [2]. Обзор проблемных территорий высокого загрязнения диоксинами, выявленных в мире, в том числе и в России (Уфа, ОАО «Уфахимпром»), приведён в работе [3]. Зоны загрязнения диоксинами возникают вследствие горения нефти и массовых пожаров [4]. Реабилитация подобных территорий требует решения научных, технических и финансовых вопросов. Это сложные процессы транспорта в почве и грунтовых водах: повышенная мобильность нерастворимых в воде частиц за счёт переноса соединениями-транспортёрами (например, нефтепродуктами), образование коллоидов и т. д. [5]. Неконтролируемые стоки приводят к загрязнению окружающей среды, создаётся повышенный риск для персонала при разрушении, измельчении и уничтожении отходов. Так, при очистке отходов МСЗ в Японии экспозиция рабочих привела к концентрации в их крови – до 805 пг/г липидов [6].

После выявления зон загрязнения возникает проблема выбора критериев и методов очистки загрязнённой почвы. В США пределы допустимого содержания составляли до недавнего времени 1000 пг/г (1 ppb) в жилой зоне и от 5000 до 20000 пг/г – в индустриальной и были основаны на оценке канцерогенного риска 2,3,7,8-ТХДД, установленного ВОЗ [7]. В феврале 2012 г. USEPA представило документ по переоценке риска от воздействия диоксинов за счёт неканцерогенной токсичности 2,3,7,8-ТХДД и отдалённых последствий, таких как проблемы развития, репродуктивные эффекты, повреждения иммунной системы, гормональные нарушения, кожные заболевания и т. д. Референтная доза (RfD) – допустимое значение неканцерогенной токсичности, оценена как 0,7 пг/кг/день [8]. Это соответственно означает ужесточение требований к пределам очистки почвы PRG-объектов (первоначально расчищаемых территорий) в США до 72 пг/г почвы в жилой и 950 пг/г почвы – в промышленных зонах, а также влечёт за собой более жёсткие нормы по содержанию диоксинов в выбросах промышленных предприятий. Впрочем, и в настоящее время критерии очистки составляют в ряде штатов 120–200 пг/г [9, 10]. Так, на объекте Суперфонда США (г. Мидланд) реализуется план санации почвы жилых кварталов, загрязнённой диоксинами в результате многолетней деятельности фирмы Dow Chemical. Планируется удаление слоя почвы на глубину 12 дюймов при содержании

диоксинов более 250 пг/г. Расчистка начата в июне 2012 г. и рассчитана на 2 года [11].

Только в 2012 г. начата реабилитация загрязнённых диоксинами территорий во Вьетнаме. Известно, что в результате распыления гербицидов, загрязнённых диоксинами (эффры 2,4,5-Т и 2,4-Д), было загрязнено 24% территории Южного Вьетнама. Исследованиями текущего уровня загрязнения, проведёнными в 2011 г. Hartfield Consultants (Канада), было выявлено 28 «горячих точек» диоксинового загрязнения [12]. Наиболее значительными являются очаги в аэропортах, которые использовались ВВС США: Дананг (ТЕQ ПХДД/Ф до 365 000 пг/г), Пхукет (до 236 000 пг/г) и Бьенхоа (185 000 пг/г). Расчистке подлежит 235 000 м<sup>3</sup> почвы и донных отложений. Нормы по предельному содержанию диоксинов в донных осадках рек приняты на уровне 100 пг/г. Стоимость проекта реабилитации только в Дананге составляет 43 млн долларов. Донорами проекта являются UNISEF, UNDP и фонды США (Bill/Melinda Gates Foundation, Ford Foundation, Aspen Institute).

Один из успешных примеров санации территорий, загрязнённых диоксинами до 100 000 000 пг/г, был осуществлён в 2002–2007 гг. в г. Нератовице, на заводе «Сполана» в Чехии. Стоимость восстановления составила 90 млн евро при уровне очистки 200 пг/г [13].

Результаты оценочного мониторинга диоксинов на территории Российской Федерации указывают на наличие проблемных зон в городах Уфе, Чапаевске, Усолье-Сибирском и др., в основном вследствие производства компонентов феноксигербицидов, в том числе и 2,4,5-Т (дефолиант, использованный как компонент химического оружия) [14].

В г. Уфе выявлены как минимум три локальные зоны повышенного уровня диоксинов в индустриальной и жилой зонах. Это загрязнённая в результате функционирования диоксиноопасных производств в 70-е годы промплощадка ОАО «Уфахимпром», территория вблизи завода, где в те же годы были размещены токсичные отходы, а также территория государственного учреждения «Научно-исследовательский технологический институт гербицидов и регуляторов роста растений с опытно-экспериментальным производством» (ГУ НИТИГ АН РБ), в том числе и выведенная в настоящее время из его состава, но используемая для хозяйственной деятельности.

Исследования 1995–2012 гг., проведённые в Башкирском республиканском научно-

исследовательском экологическом центре (РБ БРЭЦ), г. Уфа, показали наличие на территории ОАО «Уфахимпром» загрязнённой почвы, зданий и шламов, токсичность проб, превышающую известные допустимые нормы различных стран для промышленных площадок. Уровень загрязнения производственных зданий полихлорированными дибензо-парадиоксинами и дибензофуранами (ПХДД/Ф) оценивается как 5000–18000 пг ТЕQ ПХДД/Ф/г, загрязнение почвы на территории – до 10000 пг/г, содержимое 7 шламонакопителей полностью не изучено, в некоторых из них найдено до 50000 пг/г [14, 15].

Завод с 2004 г. остановлен, однако режимом консервации зоны диоксинового загрязнения назвать это трудно, поскольку на территории функционирует производство дифенилпропана (Бисфенол-А) и периодически функционирует печь сжигания медицинских отходов. В 2007–2008 гг. 8 крупных производственных зданий, в которых ранее производилась хлорфенольная продукция, были разрушены до фундаментов. Разбор зданий производился без соблюдения необходимых средств безопасности, что способствовало переводу токсикантов в более доступную для переноса форму. Строительный бой был складирован на территории завода без каких-либо защитных мер. Оборудование цехов демонтировано и вывезено для утилизации без контроля содержания диоксинов, технология очистки нам неизвестна.

Следует отметить, что разрушение подобных зданий в Чехии (Сполана) производили после сооружения металлического ангара и создания отрицательного давления во избежание пылевого переноса и защиты персонала. Загрязнённые стены завода в Гамбурге перед разбором были обработаны водой под давлением, смывы собраны и дезактивированы.

Ситуация с заводом ОАО «Уфахимпром» в западных научных изданиях характеризуется как «начальное обследование загрязнённой мега-территории, которое проводится без какой-либо существенной стратегии безопасности и рекультивации. Такое состояние характерно для большинства загрязнённых территорий в развивающихся и странах с переходной экономикой» [3].

Второй объект – заброшенная свалка токсичных отходов, глубина и объем залегания диоксинсодержащих реакционных масс неизвестны [16]. Особой проблемой в этой точке является высокая вероятность загрязнения подземных вод. Хлорированные соединения, в

том числе и диоксины, проникая в подземные слои, могут образовывать так называемые неводные плотные жидкости (DNAPL – Dense Non-Aqueous Phase Liquid), свойства которых малоизучены и очистка которых весьма проблематична. В Гамбурге территория Moorflit, содержащая 559 тыс. м<sup>3</sup> загрязнённой хлорорганическими соединениями почвы, содержащей до 6 кг диоксинов, привела к образованию на глубине 50 м неводной фазы, содержащей более 1 млн нг/л. [5].

Третья, наиболее опасная для населения, зона находится вблизи жилых кварталов г. Уфы, а именно, территория ГУ НИТИГ АН РБ, в котором в 1970-е годы была произведена наработка партии около 5 кг «чистого» 2,3,7,8-ТХДД [17, 18].

Задержка мероприятий по реабилитации приводит к «размыванию» зон высокого локального загрязнения, в том числе и на жилые кварталы, и требует контрольного мониторинга вблизи очагов загрязнения.

Для проведения интегрального мониторинга загрязнения атмосферы диоксинами и другими СОЗ (за 2–6 месяцев) применяют метод пассивного пробоотбора [4], а также исследование загрязнения снежного покрова. Метод снегосъёмки используется на территории России в сети Росгидромета и выполняется по стандартизированной методике [19]. В снежном покрове «консервируется» информация о СОЗ, поступивших с выпадениями из атмосферы в течение 5 месяцев, поскольку стабильный снежный покров устанавливается в регионе Южного Урала с ноября по март.

### Объекты и методы исследования

Распространение загрязнения прослежено нами по содержанию диоксинов в неорганизованных стоках, сточных водах в период активного таяния снега, а также сточной воды ливней в летний период.

Для оценки распространения диоксинов путём воздушного переноса на прилегающие территории был произведён отбор снега вблизи очагов диоксинового загрязнения, в санитарно-защитных зонах предприятий (1 км), в парковых зонах г. Уфы и на участках, расположенных на расстоянии от 1,5 до 7 км от эпицентра загрязнения. Контролем служили пробы снега из мест, удалённых от промышленной зоны более 20 км. В климатических условиях региона (резкое таяние больших объёмов снега в течение нескольких дней весной) образуется большое количество талых

вод, в том числе и неконтролируемые стоки на территории загрязнённых диоксидами зон. Выпадение дождевых осадков также приводит к периодическому смыву загрязнённой почвы с территории завода и в районе свалки. На территории ГУ НИТИГ ливневые стоки не организованы и загрязнения поступают на городскую территорию. Отбор проб талых вод и ливневых стоков был проведён в 2010–2012 гг., мониторинг снежного покрова ведётся с 1996 г.

Исследования проведены в ГБУ РБ БРЭЦ, г. Уфа (аттестат аккредитации № РОСС RU 0001.510275), являющейся экспертной организацией Регионального Центра Восточной и Центральной Европы по СОЗ, Чехия.

В пробах снега (около 4 кг), талых вод и дождевых стоков (1 л) были определены 17 изомеров ПХДД/Ф методом хромато-масс-спектрометрии высокого разрешения в соответствии с методом US EPA 1613. Изомерспецифический анализ ПХДД/Ф проводили с помощью измерительной системы, состоящей из хроматографа Carlo Erba 8035 и масс-спектрометра высокого разрешения Autospec-Ultima (VG) в режиме электронного удара (36 eV) с разрешением > 10.000. Абсолютный предел обнаружения 2,3,7,8-ТХДД составил 10 фг. Разделение изомеров ПХДД/Ф проводили на неполярной капиллярной колонке Restek RTX-Dioxin, длиной 60 метров. Результаты определения ПХДД/Ф приведены в международной шкале коэффициентов токсичности (TEQ/WHO) с использованием системы факторов эквивалентной токсичности (WHO/TEF 1997).

## Результаты и их обсуждение

Результаты мониторинга снежного покрова за период 1996–2012 гг. в районе ОАО «Уфахимпром» свидетельствуют о продолжающейся эмиссии с загрязнённой территории, причём распространение загрязнений с пылевыми частицами происходит наиболее активно в направлении Север – Юг, что соответствует розе ветров в пункте наблюдений (табл. 1). Основные загрязнённые здания находятся в юго-западной части завода, здесь ранее были обнаружены высокие уровни загрязнения почвы и материала зданий. В северо-восточной части находятся шламонакопители и загрязнённая почва вблизи них.

Перенос воздушным путём в зимний период приводит к сложному перераспределению загрязнения от двух источников эмиссии: промзоны и свалки. Уровень загрязнения частиц, обнаруженных в пробах снега из северной части завода, составляет 200–400 пг/г, и южной – около 100–200 пг/г.

В период разрушения загрязнённых цехов в 2008 г. было отмечено повышенное содержание диоксинов в снежном покрове во всех направлениях, однако наиболее существенное изменения в характере эмиссии наблюдалось именно вблизи зоны разрушений – на юго-западе. Последствия прослеживались и при дальнем переносе, более чем на 7 км на северо-восток. Резкое увеличение содержания диоксинов в снеге в восточном направлении связано с появлением дополнительного очага эмиссии – участка, на котором складированы

Таблица 1

Содержание диоксинов в пробах снега (расстояние от центра ОАО «Уфахимпром»), (пг/л)/(пг/г)

| Направление/<br>расстояние | 1996 г.    | 1998 г.   | 2000 г.  | 2006 г.     | 2008 г.    | 2011 г.   | 2012 г.    |
|----------------------------|------------|-----------|----------|-------------|------------|-----------|------------|
| N-E, 300 м                 | –          | 6,3/23,7  | –        | 10,8/68,7   | 38,4/228,3 | 6,0/143,1 | 15,3/158,5 |
| N-E-400 м                  | 27,4/249,3 | –         | –        | 127,4/473,1 | –          | –         | –          |
| N-E, 2500 м                | –          | –         | –        | 2,4/28,5    | –          | 2,9/20,3  | 3,5/57,6   |
| N-E, 7000 м                | –          | –         | –        | 8,6/65,8    | 17,1/154,5 | 2,2/74,3  | 1,2/32,1   |
| E, 300 -600 м              | 10,2/116,8 | –         | –        | 11,5/100,4  | –          | 4,2/143,8 | 14,7/386,2 |
| E, 2300 м                  | –          | –         | –        | 3,9/29,2    | 5,4/50,5   | 3,4/100,5 | 5,1/140,2  |
| S, 2000 м                  | –          | –         | –        | 2,6/37,5    | –          | –         | –          |
| S-W, 300 м                 | –          | 5,2/30,8  | –        | 6,05/59,7   | –          | –         | –          |
| S-W, 1300мм                | –          | 2,5/12,6  | –        | –           | 13,9/78,9  | –         | –          |
| S-W, 3800 м                | –          | –         | 5,0/20,3 | 4,2/15,7    | 8,3/157,7  | 4,2/210,4 | 7,8/252,3  |
| S-W, 6400 м                | 5,7/67,9   | –         | 4,5/35,1 | –           | 5,7/100,1  | 5,7/171,3 | –          |
| S-W, 12000 м               | –          | 6,0/15,43 | 4,6/63,0 | 3,2/2,1     | –          | 0,7/16,2  | –          |
| S-W, 23500 м               | 0,25/10,5  | 0,2/1,3   | –        | 0,45/19,5   | –          | 1,0/44,2  | 0,17/11,2  |
| S-E, 800 м                 | –          | –         | –        | 6,0/49,8    | 3,35/48,2  | 4,6/42,8  | 1,74/47,5  |
| S-E, 7500 м                | –          | –         | 8,8/41,2 | –           | 7,1/154,5  | 2,2/74,3  | 1,2/32,0   |
| N-W, 22500 м               | 3,4/47,2   | –         | –        | –           | –          | –         | –          |

Примечание: – исследования не проводились.

остатки строительных зданий (кирпич, штукатурка).

Снежный покров в зоне воздействия загрязнённой территории ГУ НИТИГ исследовался нами в период 2008–2012 гг. Уровень загрязнения снега вблизи объекта является стабильно высоким (табл. 2). Особая опасность этой зоны – расположение в черте города. Именно здесь обнаружен максимальный уровень загрязнения поверхностных стоков с территории во время таяния снега и во время ливневых дождей (табл. 2 и 3). Изомерный состав характеризуется преобладанием изомера 2,3,7,8-ТХДД, что связано с работами по синтезу 2,3,7,8-ТХДД.

Активное поступление загрязнённой пыли в воздух происходит на расстоянии до 100 м, при дальнейшем удалении от источника содержание диоксинов в снеге падает. Однако в юго-восточном направлении зарегистрировано 287,8 пг ТЕQ ПХДД/Ф/г пыли в снеге вследствие переноса загрязнённых частиц автотранспортом.

Многoletний неорганизованный смыв с территории является составной частью результирующего уровня загрязнения, дополнительно к воздушному переносу. В дождевых стоках с территории загрязнённых зон обнаружено от 10 до 1000 пг ПХДД/Ф /л, что соответствует содержанию диоксинов в частицах переносимой почвы от 200 до 20000 пг ПХДД/Ф/г (табл. 3).

Изомерный состав ПХДД/Ф в пробах снега и талой воды вблизи ОАО «Уфахимпром» существенно отличается от загрязнённых, обнаруженных в зоне ГУ НИТИГ. Если в пробах снега с территории завода преобладают фурановые соединения – продукты процессов сжигания, то ручьи, смывающие частицы почвы, имеют обратное соотношение концентраций диоксинов и фуранов и содержат 2,3,7,8-ТХДД в концентрациях, в несколько раз превышающих его уровень в снеге (табл. 5). Вблизи ГУ НИТИГ наблюдается иная картина распределения изомеров – более 98% токсичности пробы обусловлена присутствием только одного изомера – 2,3,7,8-ТХДД, что свидетельствует об ином источнике диоксинового загрязнения по сравнению с последствиями производства феноксигербицидов.

Установлено, что, несмотря на сложный характер выпадений диоксинов из воздуха, включающий дополнительно к основной эмиссии следы загрязнения диоксинами от автотранспорта, аварийных факелов и выбросы печей сжигания нефтеперерабатывающих заводов, находящихся вблизи от района исследования, полуколичественные данные снегосъёмки позволяют оценить тенденции изменений эмиссии от «горячей точки» диоксинового загрязнения. Хотя содержание диоксинов в ливневых/талых водах не регламентируется, но и этот приём может быть ис-

Таблица 2

Содержание ПХДД/Ф в пробах снега (пг ТЕQ ПХДД/Ф/г (пг/л) / (пг/г) частиц)

| Направление/расстояние | 2008 г.     | 2010 г.    | 2011 г.    | 2012 г.    |
|------------------------|-------------|------------|------------|------------|
| W-20 м                 | -           | 30,4/654,4 | -          | -          |
| W-30 м                 | 11,04/171,2 | 31,9/523,1 | 64,3/839,5 | -          |
| W-500 м                | 5,7/67,9    | -          | 57,0/173,1 | -          |
| SW-130 м               | -           | -          | 1,6/48,0   | 3,3/105,4  |
| SW-300 м               | -           | -          | 4,8/145,3  | 3,0/139,5  |
| SW-500 м               | -           | 6,2/124,5  | -          | 4,4/144,1  |
| SE-900 м               | -           | -          | -          | 6,64/287,8 |
| S-24000 км             | -           | -          | 1,0/44,2   | 0,17/11,2  |

Таблица 3

Содержание диоксинов в талой воде в ручьях (пг ТЕQ ПХДД/Ф/г частиц)

| Источник загрязнения/год наблюдения      | 2010 г.       | 2011 г.      | 2012 г.      |
|--|---------------|--------------|--------------|
| Талая вода с территории ОАО «Уфахимпром» | 234,9-244,7   | 178,1-830,1  | 338,5-1725,9 |
| Талая вода с территории ГУ НИТИГ         | 279,9-20115,3 | 154,0-8729,1 | 388,0-603,2  |

Таблица 4

Содержание диоксинов в воде в ручьях после ливневого дождя (2011 г.)

| Источник загрязнения                         | ТЕQ ПХДД/Ф |       |
|--|------------|-------|
|  | пг/л       | пг/г  |
| Дождевые стоки с территории ОАО «Уфахимпром» | 7,7        | 127,5 |
| Дождевые стоки с территории ГУ НИТИГ         | 1192,0     | 968,8 |

пользован в качестве подтверждения эмиссии в зонах загрязнения.

Проведённые исследования свидетельствуют о том, что непринятие мер в течение длительного времени по рекультивации загрязнённых диоксидами почвы и производственных зданий приводит к «размыванию» пятна загрязнения на большие расстояния, а разрушение загрязнённых зданий – к существенной активизации эмиссии диоксинов воздушным путём.

В настоящее время требуется активизация деятельности по устранению накопленного экологического ущерба в зонах диоксинового загрязнения и скорейшее принятие решений по созданию Национального плана выполнения РФ Стокгольмской конвенции по СОЗ и его реализация в области наиболее опасных «горячих точек» загрязнения СОЗ в России.

### Литература

1. Проект национального плана выполнения Российской Федерацией Стокгольмской конвенции стойких органических загрязнителях (подготовлен в рамках проекта «ГЭФ-ЮНЕП-Россия»). АНО «Центр международных проектов». М. 2011. 240 с.
2. Superfund Strategy. NTIS № PB86-120425. 1985. 284 p.
3. Weber R., Gaus C., Tysklind M., Johnston P., Forter M., Hollert H. Dioxin- and POP-contaminated sites— contemporary and future relevance and challenges: overview on background, aims and scope of the series // *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 2008. V. 15. № 5. P. 363-393.
4. Амирова З.К., Круглов Э.А., Шахтамиров И.Я. Применение метода пассивного пробоотбора для мониторинга СОЗ в районах уничтожения химического оружия и военных действий // *Теоретическая и прикладная экология.* 2010. № 2. С. 31–36.
5. Vaberlov H. G., Weber R. Remediation and securing activities at a former HCN and 2,4,5-T production site in Germany // *10 Int. HCN and pesticides Forum.* 2009. Brno. P. 3–17.
6. Takata T. Survey on the health effect of chronic exposure to dioxins and its accumulation on workers of a municipal solid waste incinerator, rural part of Osaka Prefecture and the results of extended survey afterwards // *Industrial Health.* 2003. № 41. P. 189–196.
7. Assessment of the Health Risk of Dioxins Re-evaluation of the Tolerable Daily Intake (TDI) // *Food Addit and Contam.* 2000. V. 17. №4. P. 1–11.
8. EPA's Reanalysis of Key Issues Related to Dioxin Toxicity and Response to NAS Comments // USEPA. External Review Draft. 2010. 57 p.
9. Review of State Soil Cleanup Levels for Dioxin. // National Center for Environmental Assessment. 2009. Washington DC. 199 p.
10. Paustenbach D. J., Fehling K., Scott P., Harris M., Kerger B. D. Identifying soil cleanup for dioxins in urban residential soils. How have 20 years of research and risk assessment experience affected the analysis? // *Journal of Tox. and Environ. Health. Part B.* 2006. V. 9. P. 87 – 145.
11. Work Plan // Resource Management Division. 2012. 24 p. www.michigan.gov/deqdioxin.
12. Comprehensive Assessment of Dioxin Contamination in Da Nang Airport, Viet Nam: Environmental Levels, Human Exposure and Options for Mitigating Impacts // Office of the National Steering Committee Ha Noi. 2009. 155 p.
13. SPOLANA. Setting the example for depollution in the Czech Republic // *SUEZ Environnement: key facts and figures.* 2006. 24 p.
14. Amirova Z., Kruglov E. Russian dioxin “hot spot” – Ufa. Comparison with Seveso // *Organohal. Comp.* 2005. V. 67. P. 2094–2098.
15. Amirova Z., Kruglov E., Maystrenko V., Khizbullin F. PCDD/Fs Contamination from Defoliants and Chlorinated Pesticides Production: Steps for Remediation of Stockpiles, Soil and Utilization of Contaminated Buildings // *Organohal. Comp.* 2006. V. 68. P. 2225–2228.
16. Amirova Z., Kruglov E., Loshkina E., Chalilov R., Khalikova N. The impact of industrial dioxin reservoir on biota and population // *Organohal Comp.* 2005. V. 67. P. 1684–1687.
17. Amirova Z., Kruglov E., Loshkina E., Khalikova N. Identification of local pollution sources nearby the mega-zone of PCDD/Fs industrial pollution, Ufa, Russia // *Organohal. Comp.* 2007. V. 69. P. 2528–2531.
18. Федоров Л. Химическое вооружение – война с собственным народом. Трагический российский опыт. М.: Яблоко, 2009. 157 с.
19. Государственный стандарт РФ 17.1.5.05.85. 1985. 12 с.
20. Tetra-through Octa- Chlorinated Dioxins and Furans by Isotope Dilution HRGC/HRMS. Method USEPA 1613. 1999. 77 p.