

**Л. К. ИСАЕВА**, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры экологической безопасности, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: ecolis@mail.ru)

**Г. С. НИКИТИНА**, аспирант, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: gali555@yandex.ru)

**В. А. СУЛИМЕНКО**, канд. техн. наук, доцент, начальник УНК процессов горения и экологической безопасности, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: sulimenko39@yandex.ru)

УДК 614.841.45.504.05

## ПОЖАРНАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Рассмотрена проблема обеспечения экологической безопасности населения и окружающей среды при пожарах в жилых домах. При этих пожарах впервые методом хромато-масс-спектрометрии установлено наличие дибензо-п-диоксинов и дибензофуранов в почве (2,29 нгДЭ/кг) и в золе сгоревшей горючей нагрузки жилых домов (13,3 нгДЭ/кг). Показано, что диоксины и дибензофураны обладают свойством распространяться по воздуху, воде и пищевым цепям, накапливаться в живых организмах и имеют длительный период полувыведения. Установлено также, что накопление диоксинов и дибензофуранов в организме провоцирует нарушение репродуктивной, гормональной функций и иммунной системы человека. Даны рекомендации по снижению опасного воздействия этих суперэкотоксикантов на окружающую среду, жизнь и здоровье населения и пожарных.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность; пожарная безопасность; пожары в жилых домах; погибшие и получившие травмы на пожарах; токсичность полихлорированных диоксинов и дибензофуранов; хромато-масс-спектрометрия; загрязнение почвы.

**DOI:** 10.18322/PVB.2016.25.06.19-26

В соответствии со ст. 3 Федерального закона № 7-ФЗ “Об охране окружающей среды” [1] обеспечение благоприятной окружающей среды и экологической безопасности на территории субъектов страны является одной из основных функций органов государственной власти РФ и органов местного самоуправления.

Принцип ответственности за обеспечение благоприятной окружающей среды и экологической безопасности отражен в “Основах государственной политики в области экологического развития РФ на период до 2030 года” [2].

К функциям по обеспечению экологической безопасности, которые на практике осуществляют МЧС России, можно отнести меры по предупреждению и ликвидации пожаров, поскольку они сопровождаются загрязнением окружающей среды.

Так как состояние окружающей среды городских и сельских поселений — одна из наиболее острых социально-экономических проблем страны и на них приходится основная часть пожаров, то вопросы обеспечения экологической безопасности населения в связи с этим в высшей степени актуальны.

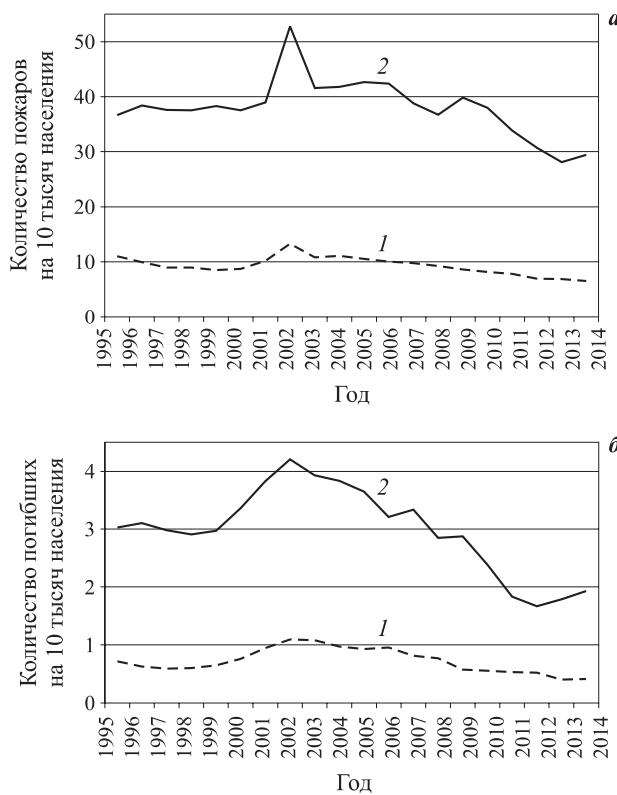
Цель настоящей работы — повысить эффективность управлений решений, учитывающих по-

следствия пожаров в настоящем и будущем, путем научно обоснованных доказательств влияния на безопасность человека экологических факторов, сопровождающих процессы горения (изменения температуры, концентрации кислорода и токсичных продуктов горения).

Реализацию концепции экологически ориентированного управления пожарной безопасностью целесообразно начинать с углубленного изучения статистики пожаров в жилых домах, так как доля их достигает 70 % всех пожаров в стране, а число погибших на них от отравления продуктами горения — наибольшее по сравнению с остальными пожарами.

Объектом исследования была выбрана Московская область, занимающая особое место среди других субъектов РФ по численности населения и объему промышленного производства (второе после Москвы). По состоянию на 01.01.2012 г. на территории области, площадь которой превышает 45 тыс. км<sup>2</sup>, расположено 135 городов, 69 поселков городского типа, 6135 сельских населенных пунктов и проживает свыше 7 млн. чел. [3].

Общее число пожаров в области начало снижаться с 2002 г., но в меньшей степени, чем в среднем



Относительные показатели числа пожаров (а) и погибших (б) при пожарах в городах (1) и сельской местности (2) Московской области в 1995–2014 гг.

по стране. В сельских поселениях Московской области относительное число пожаров больше примерно в 3–4 раза, а число официально погибших — в 2–3 раза по сравнению с городскими поселениями (см. рисунок) [4, 5].

Правительством Московской области с учетом обстановки с пожарами были приняты две государственные программы: “Обеспечение безопасности жизнедеятельности населения Московской области на 2009–2012 годы” (с изменениями на 26.12.2012 г.) и “Безопасность Подмосковья на 2014–2018 годы” [6].

В них сформулированы основные задачи по обеспечению пожарной безопасности на территории области:

- “организация и осуществление профилактики пожаров на территории Московской области и проведение мероприятий по повышению уровня пожарной безопасности в населенных пунктах, обучение населения мерам пожарной безопасности;
- снижение доли произошедших на территории Московской области пожаров в общем числе происшествий и чрезвычайных ситуаций в регионе на 6 % по сравнению с показателем 2012 года (к 2018 году);
- снижение доли погибших и травмированных людей на пожарах, произошедших на территории Московской области, от общего числа погиб-

ших и травмированных людей на территории Московской области по сравнению с показателем 2012 года к концу 2018 года на 1,4 %” [6].

Поставленные задачи направлены на снижение риска гибели и травмирования людей в момент или сразу после пожаров до социально приемлемого уровня согласно действующему с 17.03.2009 г. порядку учета пожаров и их последствий [7].

Погибшими считаются те люди, тела которых обнаружены на месте пожара, а травмированными — люди, получившие телесное повреждение (травму) там же в результате воздействия опасных факторов пожара (ОФП), на основании заключений, предоставляемых медицинскими организациями. (Телесное повреждение (травма) — нарушение анатомической целостности или физиологических функций органов и тканей человека.)

До 2009 г. факт смерти в результате пожара признавался, даже если он имел место несколько месяцев спустя [8]. Это вытекает из законов экологии, например законов экологического оптимума В. Шелфорда и лимитирующих факторов, поскольку опасные факторы пожара, по сути, являются экологическим факторами [9]. Так, в “Инструкции о порядке государственного статистического учета пожаров и последствий от них в Российской Федерации” от 1994 г. [8], утратившей с 17.03.2009 г. силу согласно приказу МВД России [10], погибшим при пожаре признавалось лицо, “смерть которого наступила непосредственно на месте пожара или в течение трех месяцев (90 дней) со дня происшествия от телесных повреждений (травм), полученных вследствие воздействия опасных факторов пожара”, на основании сведений, предоставляемых медицинскими учреждениями.

В соответствии с этими законами человек и другие биологические виды обладают толерантностью, т. е. способностью переносить отклонения от оптимальных значений экологических факторов вплоть до критических. Так как 90 % всех погибших на пожарах в жилых зданиях оказались жертвами отравления, то очевидно, что основным критическим экологическим фактором, который чаще других (например, температуры) обуславливает гибель человека, является концентрация токсичных продуктов горения в воздухе.

Согласно ГОСТ 12.1.004–91\* смерть или болезнь может наступить при следующих концентрациях токсичных продуктов в воздухе: диоксида углерода  $\text{CO}_2$  — 0,11 кг/м<sup>3</sup>; оксида углерода  $\text{CO}$  — 0,00116 кг/м<sup>3</sup>; паров соляной кислоты  $\text{HCl}$  — 0,000023 кг/м<sup>3</sup>.

К счастью, если человек находится в среде с критическим уровнем воздействия на организм более короткое время, чем то, за которое может наступить смерть, он получает всего лишь легкое отравление.

Однако это не означает благополучный исход для его здоровья и жизни в будущем: тяжелое заболевание или смерть может наступить как в относительно короткие сроки, например 90 дней, так и значительно позже — спустя годы, вследствие того что в продуктах горения есть более токсичные вещества [8, 9], чем перечисленные в ГОСТ 12.1.004—91\*.

Повсеместное использование полимерных материалов при строительстве и оформлении интерьера жилых домов дает основание полагать, что при этих пожарах образуются такие токсичные продукты горения, как диоксины и дibenзофураны. Их принято называть суперэкотоксикантами, так как они являются стойкими органическими загрязнителями (СОЗ) окружающей среды. К СОЗ относят некоторые органические соединения, которые токсичны в крайне малых количествах, устойчивы в воздухе, воде, почве и биообъектах, способны мигрировать на дальние расстояния, накапливаться в тканях людей, животных и растений.

При пожарах суперэкотоксиканты могут адсорбироваться на стенах, находиться в золе, оседать на поверхность почвы и водоемов [11–13]. В результате они могут быть обнаружены в фито- и зоопланктоне, рыбе, ракообразных, в наземных растительности и животных. Таким образом, с водой и пищей (рыбной, растительной, мясной и особенно молочной), а также с воздухом при десорбции из почвы эти соединения могут попадать в организм человека [13]. Ввиду того что диоксины и дibenзофураны способны к биоаккумуляции, они могут стать причиной заболеваний и смерти людей даже спустя 10–15 лет после пожара [14].

При проверке гипотезы о поступлении диоксинов в окружающую среду при пожарах в жилых домах основной акцент был сделан на загрязнении ими почв. Исследования проводились в сельских поселениях Орехово-Зуевского района Московской области. Это объясняется двумя причинами. Во-первых, в сельских поселениях происходит больше пожаров, чем в городах. Во-вторых, на территории области повышенное содержание диоксинов в почве выявлено только вблизи городов Ногинск, Серпухов, Сергиев Посад, Тучково, Щелково, где находились химические предприятия, производившие хлорорганическую продукцию [15].

Пробы почвы были отобраны на месте пожаров в жилых домах Орехово-Зуевского района Московской области:

- 30.06.2012 г. в дачном поселке “Восток” возле г. Курковское: дом двухэтажный, деревянный, каркасный, площадью 62 м<sup>2</sup>. Время сообщения о пожаре 09 ч 14 мин, время прибытия пожарных 09 ч 21 мин. Погодные условия: 18 °C; ветер за-

падный, 0,5 м/с. Отбор проб почвы в 11 ч 20 мин 30.06.2012 г.;

- 06.07.2012 г. в частном доме д. Беливо: дом одноэтажный, деревянный, бревенчатый, площадью 82 м<sup>2</sup>. Время сообщения о пожаре 18 ч 05 мин, время прибытия 18 ч 13 мин. Погодные условия: 25 °C; ветер северо-западный, 1 м/с. Отбор проб почвы в 19 ч 40 мин 06.07.2012 г.;
- 22.07.2012 г. в дачном поселке “Радуга” возле г. Курковское: дом двухэтажный, деревянный, каркасный, площадью 56 м<sup>2</sup>. Время сообщения о пожаре 23 ч 15 мин, время прибытия 23 ч 23 мин. Погодные условия: 19 °C; ветер северо-западный, 1 м/с. Отбор проб почвы в 06 ч 30 мин 23.07.2012 г.;
- 05.08.2014 г. в дачном поселке “Рассвет” возле г. Курковское: дом двухэтажный, деревянный, каркасный, площадью 53 м<sup>2</sup>. Время сообщения о пожаре 10 ч 24 мин, время прибытия 10 ч 38 мин. Погодные условия: 22 °C; ветер северный, 2 м/с. Отбор проб почвы в 12 ч 10 мин 05.08.2014 г.

Отбор проб почв производился в соответствии с ГОСТ 174.3.01–83 (СТ СЭВ 3847–82) (Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб) на двух участках: один был расположен по направлению ветра, другой (контрольный) — в противоположном направлении. На расстоянии 10 м друг от друга по периметру с наветренной и подветренной стороны от очага пожара в непосредственной близости от него и на расстоянии 15 и 30 м было отобрано по три образца почвы. Для дальнейших исследований пробы почвы были измельчены и просеяны через сито для получения частиц размером 1 мм (ГОСТ 17.4.4.02–84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа).

Содержание дibenzo-п-диоксинов (ПХДД) и дibenзофуранов (ПХДФ) в пробах определяли методом хромато-масс-спектрометрии (ХМС) по методике ПНД Ф 16.1:2:2.2:3.56–2008 [16]. В настоящее время ХМС признана наиболее надежным методом аналитического определения содержания ПХДД и ПХДФ в различных матрицах благодаря высокой чувствительности и селективности. Вследствие ряда объективных причин образцы загрязненной почвы, отобранные на месте четырех пожаров, были объединены в общую пробу.

Анализ образцов почвы с золой показал, что в них присутствуют 17 различных полихлорированных диоксинов и дibenзофуранов, включая самый токсичный из них — тетрахлордibenzo-п-диоксин (2,3,7,8-ТХДД) (табл. 1 и 2). В доступных источниках литературы данные об этом отсутствуют. Токсичность диоксинов представлена в таблицах в мас-

**Таблица 1.** Содержание полихлорированных диоксинов и дibenзофuranов (ПХДД/ПХДФ) в почве вблизи очагов пожаров в деревянных домах сельских поселений Московской области и в образцах золы после сжигания материалов горючей нагрузки в лабораторных условиях

Замещенные ПХДД/ПХДФ	ДЭ (I-TEF)*	Массовая доля, нг/кг		Эквивалентное загрязнение, нгДЭ/кг	
		Почва с золой после пожаров	Зола после лабораторных испытаний	Почва с золой после пожаров	Зола после лабораторных испытаний
2,3,7,8-ТХДД	1	0,07	0,71	0,070	0,711
1,2,3,7,8-ПеХДД	0,5	0,21	2,30	0,107	1,148
1,2,3,4,7,8-ГкХДД	0,1	0,11	0,85	0,011	0,085
1,2,3,6,7,8-ГкХДД	0,1	0,37	1,01	0,037	0,101
1,2,3,7,8,9-ГкХДД	0,1	1,47	1,62	0,147	0,162
1,2,3,4,6,7,8-ГпХДД	0,01	0,73	2,33	0,007	0,023
ОХДД	0,001	3,34	6,11	0,003	0,006
2,3,7,8-ТХДФ	0,1	1,26	10,8	0,126	1,076
1,2,3,7,8-ПеХДФ	0,05	1,66	14,1	0,083	0,704
2,3,4,7,8-ПеХДФ	0,5	0,26	10,5	0,132	5,233
1,2,3,4,7,8-ГкХДФ	0,1	2,46	14,8	0,246	1,475
1,2,3,6,7,8-ГкХДФ	0,1	4,04	13,8	0,404	1,382
2,3,4,6,7,8-ГкХДФ	0,1	7,19	7,67	0,719	0,767
1,2,3,7,8,9-ГкХДФ	0,1	1,61	2,14	0,161	0,214
1,2,3,4,6,7,8-ГпХДФ	0,01	1,86	16,3	0,019	0,163
1,2,3,4,6,7,8,9-ГпХДФ	0,01	0,74	2,42	0,007	0,024
ОХДФ	0,001	9,20	8,31	0,009	0,008
Предел определения по (13С12)					
2,3,7,8-ТХДД, нг/кг**		0,66	0,16	—	—

\* ДЭ (I-TEF) — диоксиновые эквиваленты токсичности в соответствии с нормативными документами.

\*\* Предел определения по (13С12) 2,3,7,8-ТХДД (нг/кг) — границы относительной погрешности  $\pm\delta$  (%) при  $P = 0,95$ . Предел определения — количество вещества, которое обеспечивает отклик, отношение которого к фону составляет не менее 3:1 для каждого регистрируемого иона при условии выполнения основных требований к хромато-масс-спектрометрической идентификации (правильные время удерживания и изотопное соотношение). Расчет предела определения проводится для каждого из 17 индивидуальных ПХДД/ПХДФ.

П р и м е ч а н и е . ОХДД — октахлордибензо-п-диоксин, ОХДФ — октахлордибензофuran.

**Таблица 2.** Суммарная массовая доля хлорзамещенных дибензо-п-диоксинов и дибензофuranов (в пересчете на 2,3,7,8-ТХДД)

Вид образца	Фактическое эквивалентное загрязнение, нгДЭ/кг	ПДК почвы, нг/кг [17]	
		ПХДД	ПХДФ
Почва с пожаров в жилых домах	2,29		
Зола после сжигания горючей нагрузки в лабораторных условиях	13,3	5	5

совых долях и в диоксиновом эквиваленте (в долях токсичности 2,3,7,8-ТХДД (I), принятой за единицу с учетом их массовой доли).

Для того чтобы объяснить присутствие в почве после пожаров в жилых деревянных домах диоксинов и дибензофuranов, в лабораторной установке были сожжены материалы, которые составляют горючую нагрузку жилых помещений. В образовавшейся золе методом ХМС также были найдены диоксины и дибензофураны (см. табл. 1).

Анализ данных табл. 2 показывает, что на расстоянии до 30 м от очага пожара при сгорании 1 кг горючей нагрузки жилых помещений в каждом килограмме почвы находилось приблизительно 17 % диоксинов. Это связано с тем, что летучесть диоксинов незначительна, хотя они способны в виде аэрозольных частиц передвигаться воздушными массами.

Если принять массу выгоревшей горючей нагрузки на одном пожаре равной  $40 \text{ кг}/\text{м}^2$ , а площадь пожара —  $50\text{--}80 \text{ м}^2$ , то на пепелищах в золе может

присутствовать примерно от 26600 до 42560 нг диоксинов, а в почве около них — от 4580 до 7328 нг.

При этом в золе материалов, которые входят в горючую нагрузку помещений и были сожжены в лаборатории, количество диоксинов по ГН 2.1.7.3298–15 превышает ПДК почти в 3 раза [17]. В то же время по нормативам, действовавшим ранее, содержание диоксинов в образцах золы и почвы превышено соответственно в 40 и 7 раз (см. табл. 2) [18].

Все обнаруженные в золе и почве диоксины и дibenзофураны имеют общие свойства: распространяются по воздуху, воде и пищевым цепям; накапливаются в экосистемах суши и водоемов из-за длительного периода полувыведения [13–15, 19]. В последнем они сходны с воздействием на организм радионуклидов и тяжелых металлов.

Наличие у диоксинов перечисленных свойств провоцирует нарушение у человека функций репродуктивной, гормональной, иммунной систем, развитие онкологических заболеваний, врожденных дефектов, нарушение развития [13–15, 19, 20].

В литературе имеются примеры, подтверждающие воздействие диоксинов на здоровье пожарных, принимавших участие в тушении крупных пожаров; достоверно доказано присутствие этих супертоксикантов в продуктах горения и в организме тушивших [21].

### Заключение

Постоянный контакт с диоксинами, сопровождающийся их бионакоплением в организме человека, даже при менее значительных разовых выбросах от пожаров в жилых домах по сравнению с крупными пожарами может стать причиной заболеваний среди населения и пожарных, а также их потомства.

В связи с этим важно отметить, что установление для диоксинов более “мягких” гигиенических нормативов (ГН 2.1.7.3298–15 [17]) может повысить фак-

тор риска для здоровья не только пожарных, но и населения. До обнаружения диоксинов в почвах при пожарах в жилых домах доказательства опасности этих событий для населения отсутствовали. В связи с этим можно сделать вывод, что без контроля качества почв и грунтов, воды из наземных и подземных водоисточников вблизи мест пожаров опасно осуществлять новую застройку этих территорий, а также употреблять в пищу сельскохозяйственные культуры, выращиваемые на почвах, загрязненных диоксинами.

Для защиты жизни и здоровья населения от воздействия диоксинов, поступающих в окружающую среду при пожарах, можно рекомендовать внесение в загрязненную почву растительного грунта с целью увеличить скорость ее самоочищения за счет повышения плодородия.

Кроме того, целесообразно разработать для пожарных персональные датчики для определения в организме единовременных и накопительных доз диоксинов и принятия своевременных мер по поддержанию их работоспособности и сохранению здоровья.

В целом проблема загрязнения сохраняет свою актуальность и требует дополнительного изучения распространения диоксинов и дibenзофуранов в пространственных и временных координатах, с учетом того что в почве после пожаров в жилых домах найдены пентахлорзамещенный диоксин (1,2,3,7,8-ПeХДД), период полувыведения которого из организма составляет 15,7 лет, тогда как у самого токсичного 2,3,7,8-ТХДД — в среднем 7–10 лет [22].

Мониторинг факторов воздействия пожаров в жилых зданиях на окружающую среду дает возможность более точно оценить вред и риск эмиссии продуктов горения для жизни и здоровья населения и пожарных.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об охране окружающей среды : Федер. закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 29.12.2015) // Собрание законодательства Российской Федерации. — 2002. — № 2, ст. 133.
2. Основы государственной политики в области экологического развития РФ на период до 2030 года : распоряжение Правительства РФ от 18.12.2012 № 2423-р. URL: <http://base.garant.ru/70169264/> (дата обращения: 04.04.2016).
3. Любич В. А., Попов Г. И. Социальное управление экологической безопасностью на муниципальном уровне (на примере Московской области). — М. : Права человека, 2007. — 40 с.
4. Захарова Г. С., Исаева Л. К., Подгрушный А. В., Соколов С. В. Роль пожарного мониторинга жилой застройки в обеспечении экологической безопасности населения // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. — 2013. — № 1. — С. 42–49.
5. Пожары и пожарная безопасность в 2014 году : статистический сборник / Под общ. ред. А. В. Матюшина. — М. : ВНИИПО, 2015. — 124 с.
6. Сайт Главного управления региональной безопасностью Московской области. URL: <http://gurb.mosreg.ru> (дата обращения: 02.04.2016).

7. Об утверждении Порядка учета пожаров и их последствий : приказ МЧС РФ от 21.11.2008 № 714. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/94531> (дата обращения: 05.04.2016).
8. Инструкция о порядке государственного статистического учета пожаров и последствий от них в Российской Федерации : Приложение 1 к приказу МВД России от 30.06.1994 № 332. URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?base=LAW;dst=100018;n=4106;req=doc> (дата обращения: 06.04.2016).
9. Реймерс Н. Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). — М. : Журнал “Россия Молодая”, 1994. — 367 с.
10. О признании утратившим силу нормативного правового акта МВД России : приказ МВД России от 23.12.2008 № 1133. URL: <http://base.garant.ru/195034/> (дата обращения: 11.04.2016).
11. Исаева Л. К. Экологические последствия пожаров : дис. ... д-ра техн. наук. — М., 2001. — 107 с.
12. Isaeva L. K., Vlasov A. G., Sulimenko V. A., Jakerson V. I. The pollution of atmosphere as a result in dwelling houses in Russia // 29<sup>th</sup> International Symposium on Combustion, Hokkaido University, July 21–26 2002. Work in Progress poster presentation of 29<sup>th</sup> Symposium, 2002. — P. 59.
13. Федоров Л. А. Диоксины как экологическая опасность: ретроспектива и перспективы. — М. : Наука, 1993. — 266 с.
14. Исаева Л. К. Пожары и окружающая среда. — М. : Калан, 2001. — 222 с.
15. Киселев А. В., Худолей В. В. Отравленные города. — М. : Гринпис, 1997. — 84 с.
16. ПНД Ф 16.1:2:2.2:3.56–2008. Методика измерений массовой доли полихлорированных дибензо-п-диоксинов и дибензофуранов в почвах, грунтах, илах, донных отложениях, шламах, летучей золе методом хромато-масс-спектрометрии. URL: <http://www.normacs.ru/Doclist/doc/119VC.html> (дата обращения: 11.04.2016).
17. ГН 2.1.7.3298–15. Ориентировочные допустимые концентрации (ОДК) полихлорированных дибензо-п-диоксинов и дибензофуранов (в пересчете на 2,3,7,8-тетрахлордибензо-пара-диоксин и его аналоги) в почве населенных мест, сельскохозяйственных угодий и промышленной площадки : приложение к постановлению Главного государственного санитарного врача РФ от 15.09.2015 № 49. URL: <http://base.garant.ru/71212470/> (дата обращения: 11.04.2016).
18. Приказ МЗ СССР от 08.09.1986 № 697. ДСП. URL: <http://www.dioxin.ru/doc/dioxin-pdk-rus.htm> (дата обращения: 11.04.2016).
19. Frank A. P. C. G., Schrap S. M. Bioaccumulation of some polychlorinated dibenzo-p-dioxins and octachlorodibenzofuran in the guppy (*Poecilia reticulata*) // Chemosphere. — 1990. — Vol. 20, No. 5. — P. 495–512. DOI: 10.1016/0045-6535(90)90107-5.
20. Yufit S. S. Is there any connection between the toxicity of polychlorinated polyaromatic compounds with their solubility in water // Organohalogen Compounds. — 1997. — Vol. 33. — P. 165–168.
21. Бударина Л. А. Оценка изменений биохимических показателей при формировании производственно-обусловленной патологии у пожарных : дис. ... канд. мед. наук. — Иркутск, 2008. — 132 с.
22. Flesch-Janys D. Elimination of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in occupationally exposed persons // Journal of Toxicology and Environmental Health. — 1996. — Vol. 47. — P. 363–378. DOI: 10.1080/009841096161708.

*Материал поступил в редакцию 16 апреля 2016 г.*

**Для цитирования:** Исаева Л. К., Никитина Г. С., Сулименко В. А. Пожарная и экологическая безопасность жилых зданий // Пожаровзрывобезопасность. — 2016. — Т. 25, № 6. — С. 19–26. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.06.19-26.

English

## FIRE AND ECOLOGICAL SAFETY OF RESIDENTIAL BUILDINGS

**ISAEEVA L. K.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Environmental Safety Department, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation;  
e-mail address: ecolis@mail.ru)

**NIKITINA G. S.**, Postgraduate Student, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation;  
e-mail address: gali555@yandex.ru)

**SULIMENKO V. A.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Head of Educational-Scientific Complex Combustion Process and  
Environmental Safety, State Fire Academy of Emercom of Russia  
(Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation;  
e-mail address: sulimenko39@yandex.ru)

## ABSTRACT

This study examines the issue of ensuring environmental protection on fires in the residential buildings. The containment of soil with dibenso-p-dioxins and dibenzofurans associated with residential buildings fires was proven for the first time ever by using chromatography-mass spectrometric method.

Aggregate mass content of 2,3,7,8-chlorine-substitution dibenso-p-dioxins and dibenzofurans in soil samples (equivalent to 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxins) found near seats of fire in Moscow region amounts to 2.29 ng/kg and for the ashes of burnt combustible content of residential buildings it amounts to 13.3 ng/kg.

Dioxins and dibenzofurans can spread through air, water and food chains; to accumulate in living organisms, have a long half-life. In this they show similarities with the effects of radionuclides and heavy metals on terrestrial ecosystems and water bodies.

The accumulation of dioxins and dibenzofurans in human organism provoke the dysfunction of the reproductive, hormonal, immune systems, cancer, birth defects, impaired development.

The constant contact with dioxins can be the reason of diseases appearance among the population and fire fighters as well as their descendants even at less significant one time emission of such superecotoxicants during a fire in residential buildings in comparison with the large fire.

It is dangerous to make new building development of the territory as well as to eat cultures, being grown in the soil, polluted by dioxins without proper quality control of soils and grounds as well as to use water from ground and underground water sources near the places where have been fires.

To protect human life and health from the effects of dioxins entering the environment with soil fires one may recommend adding vegetable soil in it to increase fertility.

Furthermore it is reasonable to develop individual sensors for firemen to determine nonrecurring and accumulative doses of dioxins in the body and to take timely measures for maintaining their performance capabilities and health preservation.

Therefore, the problem of identifying, monitoring and mitigating the factors of fire effects on a person and his living environment remains a critical challenge.

**Keywords:** ecological safety; fire safety; fires of residential buildings, dead and injured in the fires; the toxicity of polychlorinated dioxins and dibenzofurans; gas chromatography-mass spectrometry; soil pollution.

## REFERENCES

1. About environmental protection. Federal law on 10.01.2002 No. 7. *Sobraniye zakonodatelstva RF — Collection of Laws of the Russian Federation*, 2002, no. 2, art. 133 (in Russian).
2. *Basics of the state policy in the field of environmental development of the Russian Federation for the period up to 2030*. Resolution of the RF Government on 18.12.2012 No. 2423-r. Available at: <http://base.garant.ru/70169264/> (Accessed 4 April 2016).
3. Lubich V. A., Popov G. I. *Sotsialnoye upravleniye ekologicheskoy bezopasnosti na munitsipalnom urovne (na primere Moskovskoy oblasti)* [Social management of environmental safety at the municipal level (in the example of the Moscow region)]. Moscow, Prava cheloveka Publ., 2007. 40 p.
4. Zakhарова Г. С., Исаева Л. К., Подгрушный А. В., Соколов С. В. Роль пожарного мониторинга жилой застройки в обеспечении экологической безопасности населения [The role of fire in monitoring the housing for ensuring environmental safety of the population]. *Pozhary i chrezvychaynyye situatsii: predotvratcheniye, likvidatsiya — Fire and Emergencies: Prevention, Elimination*, 2013, no. 1, pp. 42–49.
5. Матюшин А. В. (ed.). *Pozhary i pozharnaya bezopasnost v 2014 godu. Statisticheskiy sbornik* [Fires and fire safety in 2014. Statistical yearbook]. Moscow, 2015. 124 p.
6. Site of General Directorate of the regional security of the Moscow region. Available at: <http://gurb.mosreg.ru> (Accessed 2 April 2016) (in Russian).
7. *About the statement of the Order of the accounting of the fires and their consequences*. The order of the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation on 21.11.2008 No. 714. Available at: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/94531> (Accessed 5 April 2016) (in Russian).

8. *Instruction on the procedure of state statistical reporting fires and their consequences in the Russian Federation.* Annex 1 to the Order of the Ministry of Internal Affairs of Russia on 30.06.1994 No. 332. Available at: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?base=LAW;dst=100018;n=4106;req=doc> (Accessed 6 April 2016) (in Russian).
9. Reimers N. F. *Ekologiya (teorii, zakony, pravila, printsipy i gipotezy)* [Ecology (theories, laws, rules, principles and hypotheses)]. Moscow, Journal "Young Russia" Publ., 1994. 367 p.
10. *On the recognition of a regulatory legal act of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation as invalid.* The order of the Ministry of Internal Affairs of Russia on 23.12.2008 No. 1133. Available at: <http://base.garant.ru/195034/> (Accessed 11 April 2016) (in Russian).
11. Isaeva L. K. *Ekologicheskiye posledstviya pozharov. Dis. dokt. tekhn. nauk* [Environmental effects of fires. Dr. techn. sci. diss.]. Moscow, 2001. 107 p.
12. Isaeva L. K., Vlasov A. G., Sulimenko V. A., Jakerson V. I. The pollution of atmosphere as a result in dwelling houses in Russia. *29<sup>th</sup> International Symposium on Combustion*, Hokkaido University, July 21–26 2002. Work in Progress poster presentation of 29<sup>th</sup> Symposium, 2002, p. 59.
13. Fedorov L. A. *Dioksiny kak ekologicheskaya opasnost: retrospektiva i perspektivy* [Dioxins as a ecological danger: retrospective and perspective]. Moscow, Nauka Publ., 1993. 266 p.
14. Isaeva L. K. *Pozhary i okruzhayushchaya sreda* [Fires and environment]. Moscow, Kalan Publ., 2001. 222 p.
15. Kiselev A. V., Khudoley V. V. *Otravленные города* [Poisoned city]. Moscow, Greenpeace Publ., 1997. 84 p.
16. PND F 16.1:2:2.2:3.56–2008. Methods of measurement of the mass fraction of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in soils, sludges, sediments, sludge, fly ash by gas chromatography-mass spectrometry. Available at: <http://www.normacs.ru/Doclist/doc/119VC.html> (Accessed 11 April 2016) (in Russian).
17. Hygienic standards 2.1.7.3298–15. Approximate allowable concentration (MAC) of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans (in terms of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin and its analogues) in the soil of populated areas, agricultural land and industrial sites. Available at: <http://base.garant.ru/71212470/> (Accessed 11 April 2016) (in Russian).
18. Order of Ministry of Health of the USSR on 08.09.1986 No. 697. Available at: <http://www.dioxin.ru/doc/dioxin-pdk-rus.htm> (Accessed 11 April 2016) (in Russian).
19. Frank A. P. C. G., Schrap S. M. Bioaccumulation of some polychlorinated dibenzo-p-dioxins and octachlorodibenzofuran in the guppy (*Poeciliareticulata*). *Chemosphere*, 1990, vol. 20, no. 5, pp. 495–512. DOI: 10.1016/0045-6535(90)90107-5.
20. Yufit S. S. Is there any connection between the toxicity of polychlorinated polyaromatic compounds with their solubility in water. *Organohalogen Compounds*, 1997, vol. 33, pp. 165–168.
21. Budarina L. A. *Otsenka izmeneniy biokhimicheskikh pokazateley pri formirovani proizvodstvenno-obuslovленной патологии и пожарных.* Dis. kand. med. nauk [Evaluation of changes of biochemical parameters in the formation of production-induced pathology in fire. Cand. med. sci. diss.]. Irkutsk, 2008. 132 p.
22. Flesch-Jany D. Elimination of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in occupationally exposed persons. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 1996, vol. 47, pp. 363–378. DOI: 10.1080/009841096161708.

**For citation:** Isaeva L. K., Nikitina G. S., Sulimenko V. A. Pozharnaya i ekologicheskaya bezopasnost zhilykh zdaniy [Fire and ecological safety of residential buildings]. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2016, vol. 25, no. 6, pp. 19–26. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.06.19-26.