

**МОНИТОРИНГ И ФИТООЧИСТКА РОДНИКОВЫХ СООБЩЕСТВ,
ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС России (Россия, г. Иваново, пр. Строителей, д. 33);
Ивановский государственный химико-технологический университет
(Россия, г. Иваново, пр. Шереметьевский, д. 7)

Представлен мониторинг 4 родниковых экосистем, расположенных в Ивановской обл. с различной степенью техногенного воздействия, как индикаторов качества состояния окружающей среды посредством бонитировки растительности и анализа содержания в ней тяжелых металлов. В качестве биоиндикаторов уровня техногенного загрязнения рекомендовано использовать рудеральные растения – овсяницу луговую и крапиву двудомную. Навески воздушно-сухой почвы и растений подвергались «мокрому» озолению, и в полученных растворах определялась концентрация тяжелых металлов атомно-абсорбционным методом. Установлена взаимосвязь между состоянием природных растительных сообществ, изменением свойств почвы, качеством родниковой воды и уровнем техногенной нагрузки на эти экосистемы. Предложены перспективные растения-аккумуляторы тяжелых металлов – горчица полевая и овес посевной – с целью их извлечения из загрязненных почв.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, техногенное загрязнение, тяжелые металлы, биоиндикация, рудеральные растения, экосистема.

Введение

Чрезвычайные ситуации (ЧС) природного и техногенного характера неизбежно оказывают негативную нагрузку на экологическое состояние окружающей среды и, в первую очередь, приводят к изменению состава почвы, атмосферы, гидросферы, биосферы. Основное предназначение МЧС – это предотвращение ЧС, спасение, помощь и ликвидация их возможных последствий. Поэтому очень важным является проведение таких превентивных действий, как мониторинг экологически небезопасных мест, прогнозирование ЧС и своевременное проведение предупреждающих или смягчающих мероприятий [6].

Важность этого направления в деле защиты населения и территорий от природных и техногенных чрезвычайных ситуаций нашла свое отражение в распоряжении Президента Российской Федерации от 23 марта 2000 г. № 86-рп, определившем необходимость и порядок создания в стране системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций.

Увеличение уровня химического загрязнения природной воды и почвы токсичными веществами, в том числе тяжелыми металлами (ТМ), – одно из опаснейших последствий экологических ЧС и техногенных катастроф [3]. Источниками поступления ТМ в окружающую

среду являются военно-промышленные комплексы, объекты энергетики, транспорт, сельскохозяйственное производство, а также пожары и сильные ветра, переносящие токсические вещества верхних слоев почвы, усугубляющие неблагоприятную обстановку и увеличивающие площадь заражения ими.

Для восстановления нарушенных экосистем используются различные методы рекультивации почв, например, снятие загрязненного слоя и подсыпка чистой почвы, вымывание загрязнителей из почвы специальными растворами и т.д. В последнее время также получили развитие относительно простые и экономически эффективные биотехнологии, в частности фиторемедиация, т.е. очистка почв с помощью растений-гипераккумуляторов [5, 10]. Эффективность этого метода зависит от множества факторов. Поэтому исследования в этой области являются очень важными, тем более что из-за недостаточной изученности характера протекающих процессов в загрязненных экосистемах и отсутствия сложившейся теории это активно развивающаяся биотехнология восстановления почвенной среды на сегодняшний день является в определенной мере стихийной и не всегда с прогнозируемыми результатами. Актуальность этих исследований усиливается также еще и тем фактором, что в

Линдиман Анастасия Васильевна – канд. хим. наук, ст. препод. каф. химии, теории горения и взрыва Иванов. пожарно-спасат. акад. Гос. противопожар. службы МЧС России (Россия, 153040, г. Иваново, пр. Строителей, д. 33); e-mail: lindiman@list.ru;

Куприяновская Анна Павловна – канд. хим. наук, доц. каф. общ. хим. технологии Иванов. гос. хим.-технол. ун-та (Россия, 153000, г. Иваново, пр. Шереметьевский, д. 7); e-mail: oxt503@isuct.ru.

непосредственной близости к загрязненным объектам живут и работают люди, ничего не подозревающие о грозящей экологической опасности. Поэтому контроль состояния окружающей среды, поиск наиболее безопасных мест укрытия в случае возникновения ЧС и выбор источников для забора воды играют первостепенную роль.

Цель работы – проведение мониторинга родниковых экосистем, как индикаторов качества состояния окружающей среды, и выбор перспективных растений-аккумуляторов ТМ с целью их извлечения из загрязненных почв.

Материалы и методы

Объектами экологического мониторинга выбрали родники, расположенные в Ивановской обл. и подвергнутые различной степени техногенного воздействия:

- № 1 – находится непосредственно в г. Иванове в пойме реки Уводь. Около родника – дома частного сектора и недалеко от него теплоэлектростанция (ТЭЦ). Воду из родника используют для хозяйственно-питьевых целей большое количество людей;

- № 2 – расположен в г. Кохме в пойме реки Уводь также на урбанизированной территории, недалеко от оживленной автомобильной дороги и несанкционированных свалок. Этот источник также пользуется популярностью среди жителей;

- № 3 – находится в рекреационной зоне на окраине г. Иванова в пойме реки Харинка. Посещаемость его людьми – средняя, однако в 500 м от него располагается учебный аэродром;

- № 4 – расположен на экологически «чистой» территории, в пойме реки Тезы, вдали от дорог и жилого сектора около малонаселенных деревень в Шуйском районе Ивановской обл. Посещаемость его людьми – незначительная.

С целью получения наиболее полной информации о состоянии и причинах загрязнения родниковых экосистем в работе был изучен и проанализирован состав растительности на территории в радиусе 15 м вокруг родников. Проведенная бонитировка растительных сообществ включала в себя идентификацию видов растений, распределение их по группам, определение среднего количества экземпляров отдельных видов растений на единицу площади (густоту стояния), степень угнетенности растений и т.п. [4]. Также оценивался коэффициент биологического поглощения металлов растениями [2, 5], для чего навески воздушно-сухой почвы и растений подвергались «мокрому»

озолению по методике [7], и в полученных растворах определялась концентрация тяжелых металлов атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре «Сатурн».

Результаты и их анализ

Проведенные результаты биотестирования проб воды показали, что из родников № 1 и 2 вода оказывает острое токсическое действие на тест-организмы, а в воде из родников № 3 и 4 его не обнаружено. По химическому анализу воды наблюдалось превышение норм по ряду показателей качества в пробах из родников № 1, 2 и 3, а именно – по общей жесткости, степени минерализации, содержанию ряда анионов и катионов металлов, в частности, по свинцу. В пробах почв, отобранных в районе водосбора родников, находящихся в зонах, подверженных антропогенному воздействию, также было обнаружено повышенное по сравнению с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) содержание ряда тех же металлов, что и в воде. В этих же почвах присутствовали нефтепродукты и пестициды [1]. Почва около родника № 4, расположенного в экологически чистой зоне, поллютантов не содержала.

Анализ результатов бонитировки показал, что количество местных растений уменьшается с увеличением степени антропогенной нагрузки, а пришлых, особенно рудеральных, увеличивается в общем растительном сообществе. Также растет и густота стояния данных видов растений-сорняков. Следовательно, густоту стояния представителей отдельных групп растений (особенно рудеральной группы) можно использовать для оценки уровня антропогенного воздействия на родниковые экосистемы.

Часто степень техногенной нагрузки оценивается по содержанию в компонентах экосистем тяжелых металлов, причем многие из них являются маркерами [4]. В данной работе в сухой массе растений и почве определялись концентрации меди, цинка, хрома, свинца, кадмия и других ТМ. При этом были выбраны представители разных структурных групп растений (рудеральных, сорно-луговых и местных), которые произрастали вокруг всех исследуемых нами родников.

Свинец и кадмий практически при любом содержании как в почве, так и в растениях, оказывают токсическое действие как на почвенную фауну, так и на рост, и развитие растений. Они в основном поступают в компоненты экосистем в результате техногенных и экологических ЧС.

Полученные результаты содержания свинца в растениях разных групп, представленные на

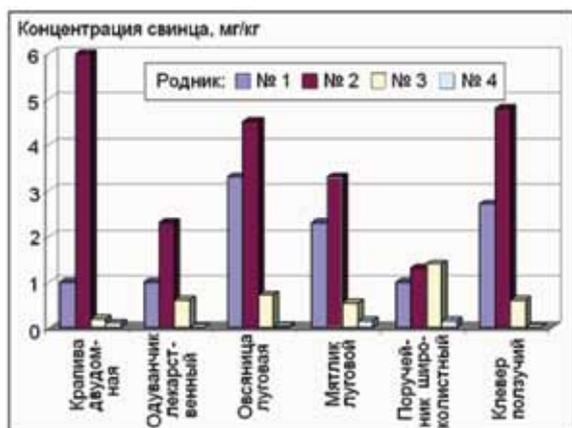


Рис. 1. Концентрация свинца в сухой массе растений, собранных у исследуемых родников.

рис. 1, показывают, что с увеличением степени техногенной нагрузки на экосистемы родников увеличивается содержание ТМ в наземной части растения.

Значительные концентрации свинца в растениях, собранных около родника № 2, по-видимому, связаны с близостью автомобильной магистрали с интенсивным движением машин и выхлопными газами, содержащими соединения свинца.

Свинец в большей степени проникает в растения, относящиеся к группе рудеральных (крапива двудомная, *Urtica dioica*) и сорно-луговых растений (овсяница луговая, *Festuca pratensis*), собранных на урбанизированных территориях. Накопление свинца в крапиве двудомной и овсянице луговой при значительном уровне загрязнения почвы (3 ПДКп около родника № 2 и 1,5 ПДКп около родника № 1), по-видимому, обусловлено приспособительными возможностями этих растений. Толерантность указанных растений к накоплению иона свинца, возмож-

но, связана с образованием малоподвижных хелатных комплексов свинца со специфическими для этих растений органическими соединениями и белками, их депонированием в вакуолях клетки, что уменьшает степень негативного воздействия свинца на физико-биологические свойства растения. Аналогичные результаты по превышению концентрации другого тяжелого металла – кадмия также были обнаружены у всех исследованных растений.

Таким образом, наряду со структурными характеристиками растительных сообществ вокруг природных родников, содержание этих металлов, особенно свинца, в растениях может служить репрезентативным показателем состояния родниковых систем.

Результаты определения концентрации ТМ в родниковой воде и овсянице луговой, наиболее часто встречающегося растения вокруг исследуемых родников, представлены на рис. 2.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что с увеличением техногенной нагрузки на экосистемы родников, как индикаторов качества экологической ситуации, увеличивается концентрации ТМ и в родниковой воде, и в овсянице луговой.

Далее был определен круг растений, которые можно было бы использовать в качестве растений-аккумуляторов из семейств крестоцветных, злаковых и бобовых, способных в больших количествах извлекать ТМ, а именно, свинец и кадмий, как одни из наиболее опасных для живых организмов тяжелых металлов, из загрязненной почвы: кресс-салат (*Lepidium sativum*) и горчица полевая (*Urtica dioica*), рожь посевная (*Secale cereale*), овес посевной (*Avena sativa*), горох посевной (*Pisum sativum*), мятлик луговой (*Poa pratensis*).

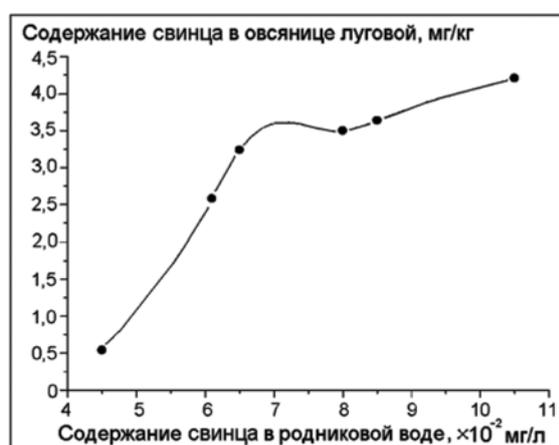
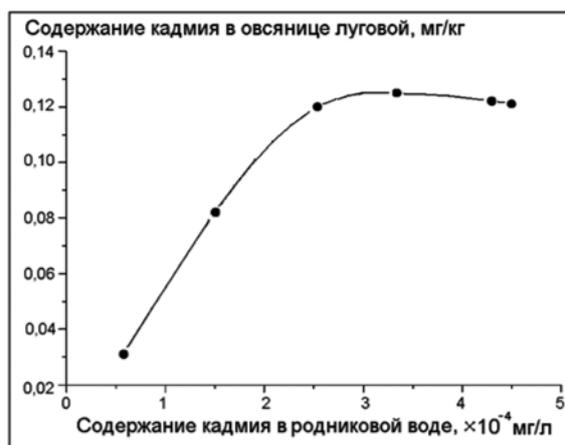


Рис. 2. Содержание кадмия (слева) и свинца (справа) в родниковой воде и овсянице луговой.

Показатели фиторемедиации почв различными растениями

Растение	Свинец [8]			Кадмий [7]		
	ФЭ, %	ЭД ₅₀ , мг/кг сухой массы	A _x · 10 ⁻³	ФЭ, %	ЭД ₅₀ , мг/кг сухой массы	A _x · 10 ⁻³
Кресс-салат	56,2	4 (при 2 ПДКп)	0,3	60	11 (при 4 ПДКп)	18,8
Горчица полевая	45,7	112 (при 5,5 ПДКп)	2,6	61	25 (при 4 ПДКп)	25,4
Рожь посевная	53	2 (при 4 ПДКп)	0,04	64,5	0,7 (при 2 ПДКп)	0,6
Овес посевной	29,4	137 (при 10ПДКп)	8,78	53	5 (при 4 ПДКп)	13,4
Горох посевной	57,7	14 (при 4 ПДКп)	0,17	75	0,7 (при 3 ПДКп)	0,6

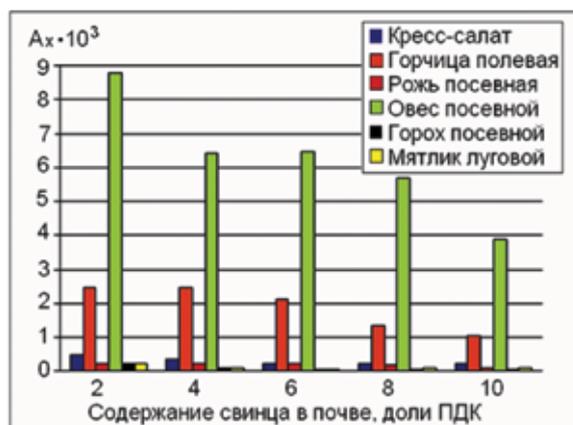


Рис. 4. Содержание свинца в растениях.

Для изучения влияния уровня загрязнения почвы ТМ на рост растений и их миграционную способность в системе «почва – растение» использовали методику [7]. Оценку влияния уровня загрязнения почвы свинцом и кадмием на биомассу растений и степень извлечения их растениями из почвы проводили по количественным показателям – фитотоксическому эффекту (ФЭ), эффективной дозе (ЭД₅₀) и коэффициенту биологического поглощения (A_x) [5].

Результаты исследования показали, что наиболее устойчивыми к поступлению соединений свинца и кадмия из почвы являются растения овса посевного и горчицы полевой и для них также характерна наибольшая степень извлечения этих металлов (таблица) из почвы.

Исходя из результатов, представленных на рис. 4 и в таблице, в качестве индикаторов техногенной нагрузки на окружающую среду по фактору миграционных процессов ТМ в системе «вода – почва – растение» можно рекомендовать овсяницу луговую и крапиву двудомную. В связи с высоким показателем устойчивости к воздействию поллютантов и способностью к накоплению их в своей биомассе овес посевной и горчицу полевую можно использовать для обезвреживания почв, подвергшихся экологическим ЧС, как наиболее устойчивых и в большем количестве накапливающих ТМ.

Заключение

В результате проведенных исследований в данной работе выявлено:

- 1) содержание тяжелых металлов в наземной части растений коррелирует с ростом техногенной нагрузки на экосистемы;
- 2) репрезентативным показателем состояния экосистем может служить содержание тяжелых металлов в рудеральных и сорно-луговых растениях и воде родников;
- 3) из всех исследованных растений наибольшей способностью к извлечению свинца из загрязненных почв обладает овес посевной (при загрязнении почвы свинцом на уровне 2 ПДКп коэффициент биологического поглощения – 8,78) и горчица полевая (при загрязнении почвы кадмием на уровне 2 ПДКп коэффициент биологического поглощения – 25,4).

Полученные результаты можно использовать при поиске решения проблем защиты населения и территорий от последствий чрезвычайных ситуаций экологического и техногенного характера.

Литература

1. Буймова С.А., Костров В.В., Куприяновская А.П., Шведова Л.В. Загрязненность родников в городах Иваново и Кохма Ивановской области // Водоснабжение и санитарная техника. 2008. № 8. С. 23–27.
2. Куприяновская А.П., Линдиман А.В., Пухова А.А. [и др.]. Влияние биологически-активных веществ на транслокационную способность меди в системе «почва-растение» // Инженерная экология. 2014. № 3. С. 31–41.
3. Линдиман А.В., Шведова Л.В., Куприяновская А.П., Невский А.В. Влияние алифатических карбоновых кислот на миграционную способность свинца и кадмия в системе «почва–растение» // Известия вузов. Химия и хим. технология. 2013. Т. 56, вып. 11. С. 68–73.
4. Линдиман А.В. [и др.]. Уровень антропогенного воздействия на экосистемы как функция свойств растительных сообществ // Вестн. МИТХТ. 2008. Т. 3, № 6. С. 67–74.
5. Линдиман А.В., Шведова Л.В., Тукумова Н.В., Невский А.В. Фиторемедиация почв, содержащих тяжелые металлы // Экология и промышленность России. 2008. № 9. С. 45–47
6. О государственном экологическом мониторинге (государственном мониторинге окружающей сре-

ды) и государственном фонде данных государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды): постановление Правительства РФ от 09.08.2013 г. № 681, с доп. от 10.07.2014 г. // Собрание законодательства РФ, 19.08.2013, № 33, ст. 4383. URL: www.pravo.gov.ru.

7. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве : ГН 2.1.7.2511-09 // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. 13.07.2009. № 28.

8. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве : ГН 2.1.7.2041-06 // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. 06.03.2006. № 10.

9. Фомин Г.С., Фомин А.Г. Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам: справочник. М. : Протектор, 2001. 301 с.

10. Abreua C.A., Coscionea A.R., Piresb A.M., Paz-Ferreiros J. Phytoremediation of a soil contaminated by heavy metals and boron using castor oil plants and organic matter amendments // J. Geochemical Exploration. 2012. Vol. 123. P. 3–7.

11. Ginnekena L.V., Meersb E., Guisssonc R. [et al.]. Phytoremediation for heavy metal-contaminated soils combined with bioenergy production // J. Environmental Engineering and Landscape Management. 2007. Vol. 15, Issue 4. P. 227–236.

Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh [Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2015. N 2. P. 68–73.

Lindiman A.V., Kupriyanovskaya A.P. Monitoring i fitoochistka rodnikovykh soobshchestv, zagryaznennykh tyazhelymi metallami v rezul'tate chrezvychaynykh situatsii [Monitoring and phyto purification of spring water ecosystems contaminated with heavy metal pollution as a result of emergencies]

Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service, EMERCOM of Russia
(Russia, 153040, Ivanovo, Stroiteley Ave., 33);

The Ivanovo State University of Chemistry and Technology (Russia, 153000, Ivanovo, Sheremetevsky Ave., 7)

Lindiman Anastasiya Vassilyevna – PhD Chem. Sci., Senior Lecturer, Department of Chemistry and Theory of Combustion and Explosion, Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service EMERCOM of Russia (Russia, 153040, Ivanovo, Stroiteley Ave., 33); e-mail: edufire@mail.ru;

Kupriyanovskaya Anna Pavlovna – PhD Chem. Sci., Associate Prof. General Chemistry Department, The Ivanovo State University of Chemistry and Technology (Russia, 153000, Ivanovo, Sheremetevsky Ave., 7); e-mail: oxt503@isuct.ru

Abstract. Results of monitoring of 4 spring ecosystems located in the Ivanovo region with varying anthropogenic impact as indicators of the environment quality via the bonitation of vegetation and analysis of the content of heavy metals in it are presented. As a bio-indicator of man-made pollution, ruderal plants are recommended, namely meadow fescue and stinging nettle. Weighted samples of air-dried soil and plants were subjected to «wet» ashing, and concentrations of heavy metals were determined in the resulting solution using atomic absorption method. The relationship is established between the state of natural plant communities, changes in the properties of the soil, the quality of the spring water and the level of anthropogenic impact on these ecosystems. Promising plant accumulators - field mustard and cultivated oat – are suggested to remove heavy metals from the contaminated soil.

Keywords: emergencies, anthropogenic pollution, heavy metals, bio-indication, ruderal plants, ecosystem.

References

1. Buimova S.A., Kostrov V.V., Kupriyanovskaya A.P., Shvedova L.V. Zagryaznennost' rodnikov v gorodakh Ivanovo i Kokhma Ivanovskoi oblasti [Pollution of springs in the cities Ivanovo and Kohma of Ivanovo region]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika* [Water supply and sanitary technique (VST)]. 2008. N 8. Pp. 23–27. (In Russ.)

2. Kupriyanovskaya A.P., Lindiman A.V., Pukhova A.A. [et al.]. Vliyaniye biologicheskii-aktivnykh veshchestv na translokatsionnyuyu sposobnost' medi v sisteme «pochva-rasteniye» [Influence of biologically active substances on the translocation ability of copper in the system «soil-plant»]. *Inzhenernaya ekologiya* [Engineering ecology]. 2014. N 3. Pp. 31–41. (In Russ.)

3. Lindiman A.V., Shvedova L.V., Kupriyanovskaya A.P., Nevskii A.V. Vliyaniye alifaticheskikh karbonovykh kislot na migratsionnyuyu sposobnost' svintsya i kadmiya v sisteme «pochva-rasteniye» [Influence of aliphatic carboxylic acids on the migration ability of lead and cadmium in the «soil-plant»]. *Izvestiya vuzov. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya* [Proceedings of the institutions of higher education. Issues of chemistry and chemical technology]. 2013. Vol. 56, Issue 11. Pp. 68–73. (In Russ.)

4. Lindiman A.V. [et al.]. Uroven' antropogennogo vozdeystviya na ekosistemy kak funktsiya svoistv rastitel'nykh soobshchestv [The level of anthropogenic impacts on ecosystems as a function of the plant communities properties]. *Vestnik MITKhT [Vestnik MITHT (Fine chemical technologies)]*. 2008. Vol. 3, N 6. Pp. 67–74. (In Russ.)

5. Lindiman A.V., Shvedova L.V., Tukumova N.V., Nevskii A.V. Fitoremediatsiya pochv, sodержashchikh tyazhelye metally [Phytoremediation of soil containing heavy metals]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii* [Ecology and industry of Russia]. 2008. N 9. Pp. 45–47. (In Russ.)

6. O gosudarstvennom ekologicheskom monitoringe (gosudarstvennom monitoringe okruzhayushchei sredy) i gosudarstvennom fonde dannykh gosudarstvennogo ekologicheskogo monitoringa (gosudarstvennogo monitoringa okruzhayushchei sredy): postanovlenie Pravitel'stva RF ot 09.08.2013 N 681, s dop. ot 10.07.2014 N 639 [About the State Ecological Monitoring (State Environmental Monitoring) and the State Fund of the state ecological monitoring data (State Environmental Monitoring): Resolution of the Government of the Russian Federation of 08.09.2013, N 681, with add. from 07.10.2014 N 639]. *Sobranie zakonodatel'stva Rossiiskoi Federatsii* [Coll. of legislation. of Rus. Federation]. 19.08.2013. N 33, Art. 4383 (www.pravo.gov.ru). (In Russ.)

7. Orientirovочно dopustimye kontsentratsii (ODK) khimicheskikh veshchestv v pochve: gigenicheskie normativy 2.1.7.2511-09 [The approximate permissible concentrations (APC) of chemical substances in the soil: GN 2.1.7.2511-09]. *Byulleten' normativnykh aktov federal'nykh organov ispolnitel'noi vlasti* [Bulletin of normative acts of the federal bodies of executive power]. 13.07.2009. № 28. (In Russ.)

8. Predel'no dopustimye kontsentratsii (PDK) khimicheskikh veshchestv v pochve: gigenicheskie normativy 2.1.7.2041-06 [Maximum permissible concentration (MPC) of chemical substances in soil: GN 2.1.7.2041-06]. *Byulleten' normativnykh aktov federal'nykh organov ispolnitel'noi vlasti* [Bulletin of normative acts of the federal bodies of executive power]. 06.03.2006. N 10. (In Russ.)

9. Fomin G.S., Fomin A.G. Pochva. Kontrol' kachestva i ekologicheskoi bezopasnosti po mezhdunarodnym standartam [Quality control and environmental safety by international standards: directory]. Moskva. 2001. 301 p. (In Russ.)

10. Abreua C.A., Coscionea A.R., Piresb A.M., Paz-Ferreiroc J. Phytoremediation of a soil contaminated by heavy metals and boron using castor oil plants and organic matter amendments // J. of Geochemical Exploration. 2012. Vol. 123. Pp. 3–7.

11. Ginnekena L.V., Meersb E., Guisssonc R. [et ai.]. Phytoremediation for heavy metal contaminated soils combined with bioenergy production // J. of Environmental Engineering and Landscape Management. 2007. Vol. 15. Issue 4. Pp. 227–236.

Received 03.12.2014



Вышел в свет указатель

Евдокимов В.И., Горячкина Т.Г., Поташев Д.А. Пожарная безопасность : аннот. указ. отеч. патентов на изобретения / Всерос. центр экстрен. и радиац. медицины им. А.М. Никифорова МЧС России, С.-Петерб. ун-т Гос. противопожар. службы МЧС России. – СПб. : Политехника сервис, ... – (Серия Полезная библиография ; вып. 18).

... (1994–1999 гг.) : вып. 1. ... 2013. – 282 с.

... (2000–2004 гг.) : вып. 2. ... 2013. – 252 с.

... (2005–2009 гг.) : вып. 3. ... 2014. – 315 с.

... (2010–2013 гг.) : вып. 4. ... 2014. – 344 с.

ISBN 978-5-906555-08-3. Тираж 100 экз.



В 1-м выпуске указателя представлены библиографические записи и рефераты отечественных 741 патента на изобретения, зарегистрированные в Федеральной службе по интеллектуальной собственности РФ (Роспатент) в 1994–1999 гг., во 2-м – 574 патентов на изобретения, зарегистрированные в 2000–2004 гг., в 3-м – 661 патента на изобретения, зарегистрированные в 2005–2009 гг., в 4-м – 716 патентов на изобретения, зарегистрированные в Роспатенте в 2010–2013 гг. Библиографическое описание патентов приведено по ГОСТу 7.1–2003. Справочный аппарат: нумерационный указатель патентов и алфавитный указатель авторов.