

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
(ВИНИТИ)

ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Обзорная информация

Выпуск № 4

Издается с 1995 г.

Москва 2012

Выходит 6 раз в год

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор — академик РАН *Ю. М. Арский*

Члены редколлегии:

к. т. н. Л. Г. Алейникова,
ст. н. с. А. Г. Ганжа, д. э. н. А. А. Гусев,
к. т. н. И. И. Потапов (зам. главного редактора),
д. э. н. И. А. Рубанов, д. э. н. Н. П. Тихомиров,
к. э. н. Т. М. Урмаева (ученый секретарь редколлегии),
к. э. н. С. П. Яшукова

Журнал включен ВАК РФ в Перечень ведущих научных журналов и изданий, рекомендуемых для публикации основных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора наук.

Наш адрес: 125190, Россия, Москва, ул. Усиевича, 20
Всероссийский институт научной и технической информации
Отдел научной информации по глобальным проблемам
Телефон 8(499) 152-55-00;
факс: 8(499) 943-00-60
E-mail: ipotapov37@mail.ru

© ВИНТИ, 2012

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ДЕМЕРКУРИЗАЦИОННЫХ ПРЕПАРАТОВ

Н.В. Косорукова, Г.В. Макаrenchенко¹, В.Н. Тимошин, К.М. Тиняков, Е.П. Янин²

ООО «НПП «Экотром», г. Москва

¹ ООО «ЭкотромТехнология», г. Абинск

² Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, г. Москва

В статье приводятся результаты оценки эффективности практического применения различных демеркуризационных препаратов, используемых для ликвидации локальных ртутных загрязнений в помещениях.

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE PRACTICAL APPLICATION OF THE VARIOUS DEMERCURIZATION PREPARATION

N.V. Kosorukova, V.N. Timoschin, K.M. Tinyakov, G.V. Makarchenko¹, E.P. Yanin²

LLC «Research and Development enterprise «Ecotrom», Moscow

¹ LLC «EcotromTechnology»

² Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry RAS, Moscow

An evaluation of the effectiveness of the practical application of the demercurization variety of drugs used to eradicate local mercury pollution in buildings.

Ртуть является опасным поллютантом с высокой тяжестью негативного воздействия на человека и среду его обитания. Практически во всех странах, включая Россию, она входит в список химических веществ, подлежащих особому экологическому и гигиеническому контролю [17]. Известны многочисленные случаи разлива ртути в различных помещениях, что обусловлено не только неправильным обращением с ртутными приборами или незаконным хранением металлической ртути, но и с случайными или даже целенаправленными (в преступных целях) ее разливами в жилых помещениях, общественных зданиях, коммерческих организациях. Например, в г. Москве до 80% работ подразделений радиационно-химической безопасности МЧС связаны с ликвидацией именно разливов ртути [2]. Установлено, что примерно в 25–30% обследованных школ и детских садов города существуют скрытые («застарелые») источники паров ртути различной интенсивности. В г. Санкт-Петербурге в 1992–1998 гг. было зарегистрировано 2176 аварийных случаев, приведших к ртутному загрязнению помещений (школ, детских садов, больниц, квартир, общественных зданий) [3]. Ртутное загрязнение обнаружено почти в 50% школ и 30% детских дошкольных учреждений города.

В Иркутской области в 1993–2004 гг. было зарегистрировано 56 случаев спорадического загрязнения ртутью (в результате ее разлива) селитебных территорий [14]. Анализ объектов загрязнения показал, что среди них доминировали квартиры и подъезды жилых домов (33,9%), детские дошкольные учреждения и медицинские учреждения (21,4%), школы и общежития (19,6%). Установлено также семь случаев локального загрязнения детских и спортивных площадок, содержания ртути в почвах и грунтах которых в несколько десятков раз превышали ее предельно

допустимую концентрацию (ПДК). Общее количество лиц, контактировавших в указанный период с высокими уровнями паров ртути вне производственных условий, превысило две тысячи человек (более половины из них – дети). Наиболее высокие уровни паров ртути в воздухе отмечались в помещениях медицинских учреждений, школ и в общежитиях. Доля проб с превышением ПДК ртути для атмосферного воздуха населенных мест составила 46,7%, причем максимальные концентрации паров ртути, обнаруживаемые в воздухе помещений, в 155,3–245,6 раз превышали указанный норматив. Основными источниками ртути являлись: разбитые ртутные термометры; хранение приборов и оборудования с ртутным наполнением; ртутные выпрямители; некоторые виды радиодеталей, а также емкости с ртутью (бутылки, банки, бидоны), как правило, не установленного происхождения. До 1985 г. известны случаи обнаружения паров ртути в квартирах работников Саянского химического комбината, обусловленные ее испарением с рабочей одежды. Следует отметить, что загрязнение ртутью жилых помещений, когда ее непреднамеренными переносчиками (на одежде, обуви и т. п.) являются работники промышленных предприятий, достаточно распространен в городах, что обуславливает загрязнение воздуха жилых помещений этим металлом и его накопление в биосубстратах детей [18].

Имеющиеся данные указывают на то, что проблема «застарелого» и «свежего» ртутного загрязнения жилых, общественных, производственных (не связанных с использованием ртути и ее соединений в технологических процессах) зданий и помещений, различных материалов, транспортных средств актуальна для многих городов и поселков нашей страны. Ликвидация данного вида ртутного загрязнения требует значительных физических усилий и финансовых средств. Так, в Иркутской области затраты на проведение демеркуризационных мероприятий и ремонтно-восстановительные работы в 1993–2004 гг. составили (по неполным данным) более 17 млн. руб. [14]. В целом же по стране эти расходы, судя по всему, составляют десятки миллионов рублей в год.

Для устранения подобных очагов локального ртутного загрязнения проводится демеркуризация – комплекс мероприятий, включающий выявление источников, оценку интенсивности и масштабов ртутного загрязнения, проведение необходимой обработки зараженных ртутью объектов, сбор и обезвреживание образующихся при этом отходов, выполнение необходимых восстановительных, профилактических и контрольно-заверочных работ [7]. Необходимой составляющей демеркуризационных работ, залогом их успеха является использование эффективных химических (демеркуризационных) препаратов. Перечень основных средств химической демеркуризации представлен в [12]. Вместе с тем опыт работ показывает, что далеко не все средства, предлагаемые в указанном документе, позволяют снизить уровень ртутного загрязнения помещений до значений, не превышающих ПДК паров ртути в воздухе. Кроме этого, необходимо учитывать тот факт, что из-за высокого потенциала ионизации, преобразование атомарной ртути в те или иные соединения осуществляется в большинстве случаев посредством использования сильных окислителей, которые могут оказать негативное влияние на предметы интерьера помещений, приборы и аппаратуру. В частности, анализ имеющихся данных, выполненный специалистами ООО «НПП «Экотром» в содружестве с сотрудниками ряда академических и отраслевых институтов, показал, что многим известным демеркуризационным препаратам свойственны практически неустраняемые

недостатки [6, 7, 10]. В частности, одни из них отличаются неполным преобразованием (т. е. переводом в прочносвязанные формы) элементарной ртути; другие препараты характеризуются повышенной коррозионной агрессивностью к обрабатываемым материалам, а также изменяют цвет конструкционных материалов; ряд препаратов, их компоненты или продукты разложения обладают повышенной и даже высокой токсичностью для людей. Действие некоторых препаратов направлено на дегазацию ртути из загрязненных материалов, что может приводить к ее вторичному перераспределению в среде обитания и негативному воздействию на людей. Например, растворы хлорного железа, сульфата железа, едкого натра, используемые в качестве демеркуризационных препаратов, прямо рекомендуются в качестве веществ, применяемых для дегазации различных сильнодействующих ядовитых веществ, в том числе, ртути [9]. Нередко многие из указанных недостатков свойственны одному и тому же демеркуризационному препарату (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики некоторых демеркуризационных препаратов [7]

Препарат	Характеристика
Водные растворы хлорного железа	Неполное преобразование элементарной ртути; сильная коррозия металлических неокрашенных поверхностей, бетонные и цементно-бетонные покрытия, покрашенные перхлорвиниловыми лаками, порча деревянных и некоторых полимерных покрытий; дегазация ртути из загрязненных материалов
Сульфат железа	Дегазация ртути из загрязненных материалов
Водные растворы перманганата калия	Неполное преобразование элементарной ртути; коррозионное воздействие на углеродистую сталь, ПВХ-линолеум, ПВХ-пластикат, бетонные и цементно-бетонные покрытия, покрашенные перхлорвиниловыми лаками
Тиосульфат натрия	Неполное преобразование ртути в прочносвязанные формы
Полисульфид натрия	Повышенная агрессивность к материалам, токсичен, не полностью переводит ртуть в прочносвязанные формы
Хлорная известь	Агрессивна к различным материалам, повышенная токсичность
Галогенсодержащие препараты	Повышенная агрессивность к материалам, токсичны; с галогенами ртуть в большинстве своем образует ядовитые соединения
Водные растворы азотной кислоты	Разъедающее воздействие на неметаллические антикоррозионные материалы, графит и пр., некоторые виды цементно-песчаных покрытий, ПВХ-пластикат, ПВХ-линолеум; азотная кислота – сильный окислитель; пары кислоты - токсичны
Водные растворы серной кислоты	Коррозионное воздействие на углеродистые стали, некоторые виды цементно-песчаных покрытий, ПВХ-линолеум, ПВХ-пластикат; аэрозоли серной кислоты токсичны; кислота оказывает сильное местное воздействие
Водные растворы соляной кислоты	Повышенная агрессивность к материалам и повышенная токсичность
Сульфат меди	Повышенная агрессивность к материалам, токсичен
Каустическая сода	Дегазация ртути из загрязненных материалов; сухой едкий натр вызывает тяжелые поражения глаз, слизистых оболочек, кожи
Водные растворы гипохлоритов и монохлораминов	Коррозионное воздействие на стальные покрытия, покрытия перхлорвиниловыми эмалями, ПВХ-линолеум, ПВХ-пластикат; гипохлориты металлов (ионные гипохлориты) в безводном состоянии нестабильны и взрывчаты; гидраты в обычных условиях самопроизвольно распадаются с выделением активного (токсичного) хлора; у людей известная повышенная чувствительность к гипохлориту натрия и к выделяющемуся хлору
Раствор дихлораминов в хлорсодержащих углеводородах	Негативно воздействует на стальные покрытия, цементно-песчаные покрытия, ПВХ-линолеум, ПВХ-пластикат
Дихлорэтан	Токсичен, при попадании внутрь или при воздействии паров может вызывать психические расстройства, поражение печени, почек и др.

В связи с этим для обоснованного выбора препаратов, оптимальных с эколого-гигиенической и экономической точек зрения, нами были выполнены экспериментальные исследования по определению эффективности используемых в настоящее время демеркуризационных препаратов и экологической корректности применяемых технологий. Рассмотрены препараты, указанные в [12], а также разработанные и запатентованные способы демеркуризации различных объектов [4, 5, 8, 9, 13]. Оценка эффективности демеркуризационных препаратов производилась при следующих условиях: площадь помещения, загрязненного парами ртути – 15 м²; концентрация паров ртути в воздухе – 0,0060 мг/м³, т. е. в 20 раз выше ПДК, равной 0,0003 мг/м³; поверхность пола – цементная стяжка. Приборное обследование воздуха помещения выполнялось атомно-абсорбционным методом; использовался ртутный газоанализатор АГП-01-2М, измерения выполнены в режиме накопления 0,5; 1 и 5 л; пробы воздуха отбирались на уровне пола. Контрольные замеры концентраций паров ртути производились спустя одну неделю после однократной обработки помещения демеркуризационным препаратом (фиксировалась эффективность метода очистки от ртути) и через 6 мес. после окончания демеркуризации (определялась устойчивость продуктов демеркуризации и, следовательно, гарантия достигнутого результата). Установлено, что большинству использованных препаратов свойственны существенные недостатки (табл. 2).

Таблица 2

Результаты определения эффективности демеркуризационных препаратов

Препарат	Содержание ртути в воздухе после демеркуризации *		Особенности взаимодействия препарата с ртутным загрязнением
	через 7 дней	через 6 мес.	
Хлорное железо, 20%-ный раствор [12]	10,1 ПДК	18,0 ПДК	Продукты реакции неустойчивы, выделяют ртуть. Реагенты агрессивны
Перманганат калия, 0,2%-ный раствор + соляная кислота [12]	13,4 ПДК	19,0 ПДК	Продукты реакции неустойчивы, выделяют ртуть
Тиосульфат натрия, 10%-ный раствор + соляная кислота [12]	8,4 ПДК	8,0 ПДК	Выделяются едкие газообразные кислородные соединения серы
Персульфат калия, 10% -ный раствор + тиомочевина, 5%-ный раствор [4]	2,4 ПДК	2,1 ПДК	Выделение газообразных продуктов отсутствует. Препарат не вызывает коррозии металла
Полисульфид натрия, 30%-раствор [12]	1,8 ПДК	1,7 ПДК	Выделение газообразных продуктов отсутствует, pH=12
Йодид калия, 10%-ный раствор + сульфат меди 15%-ный раствор [13]	< ПДК	< ПДК	Выделяется газообразный йод. Образование цветных солей обозначает очаги ртутного загрязнения
«Э-2000+» [8]	< ПДК	< ПДК	Выделение газообразных продуктов отсутствует, pH=12

* Исходное содержание паров ртути в помещении – 20 ПДК (ПДК = 0,0003 мг/м³).

Например, обработка помещения растворами хлорного железа и перманганата калия снижало содержание паров ртути в воздухе с 20 ПДК всего лишь до 18–13 ПДК, причем с течением времени продукты демеркуризации разлагались с выделением в воздух атомарной ртути, т. е. гарантия обезвреживания отсутствует. Препарат на основе персульфата калия, не обеспечивающий снижение уровня ртутного

загрязнения до установленных норм при использовании его на цементной стяжке, т. е. при наличии микронеровностей, трещин и пор, позволяя успешно осуществлять демеркуризацию гладких поверхностей (металлические конструкции и т. д.), для обезвреживания которых это средств и было разработано.

Наиболее эффективными средствами очистки от ртути, как показали исследования, являются препараты на основе йодида калия и препарат «Э-2000+», которые позволяют снизить уровень загрязнения помещения парами ртути до значений, не превышающих $0,0003 \text{ мг/м}^3$ (т. е. уровень ПДК). Отметим, что демеркуризационные препараты на основе йодида калия отличается высокой агрессивностью: реагенты оказывают негативное воздействие на различные поверхности, приборы и аппаратуру, являются токсичными; работа с ними требует специальных средств защиты. Их использование весьма эффективно для обезвреживания объектов, на которых предполагается перепрофилирование (заводы, ангары и т. д.), но не целесообразно использовать для демеркуризации учреждений здравоохранения, жилых помещений и т. п.

Важным показателем эффективности демеркуризационного препарата, наряду со степенью преобразования парообразной ртути в ее различные соединения, является устойчивость конечных продуктов демеркуризации, которая гарантирует, практически, бессрочность (или, по крайней мере, значительную долговременность) достигнутого эффекта (стабилизации ртути). Основными соединениями ртути, отвечающими указанному критерию, являются ее сульфиды, в форме которых она преимущественно присутствует в природных условиях (киноварь – красный сульфид ртути и метациннабарит – черный сульфид ртути). Идентификация форм ртути, образующихся в процессе демеркуризации, осуществлялась посредством моделирования, основанного на использовании в качестве загрязненного ртутью материала люминофора отработанных (вышедших из строя) люминесцентных ламп, который, как известно, является в них ее основным концентратом и носителем. Люминофор обрабатывался теми же препаратами, которыми производилась очистка загрязненных ртутью помещений. Анализ продуктов демеркуризации осуществлялся методом атомной абсорбции с последующим детектированием образовавшейся атомарной ртути на анализаторе ИМГРЭ-900 [10]. Определение процентного содержания так называемых термоформ ртути в люминофоре, отвечающим соответствующим соединениям данного металла, выполнялось нагреванием образца в интервалах $70\text{--}140^\circ\text{C}$ (температура максимального выхода атомарной ртути) и $240\text{--}340^\circ\text{C}$ (температура максимального выхода сульфида ртути) (табл. 3). Как видим, наиболее эффективным является демеркуризационный препарат «Э-2000+», практическое применение которого позволяет не только ликвидировать ртутное загрязнение помещений, но трансформировать ртуть в сульфидную форму – наиболее устойчивое соединение данного элемента.

Важно отметить, что демеркуризация с использованием препарата «Э-2000+» достаточно проста в исполнении и не требует сложного оборудования, а собственно препарат и его составляющие компоненты не оказывают негативного воздействия на различные поверхности и токсического влияния на людей. В частности, препарат включает серосодержащее вещество (полисульфид кальция), оксиэтилированный спирт, комплексообразователь (диэтилентриаминопентауксусная кислота) и воду. Как известно, на основе полисульфида кальция ($\text{CaS} \times \text{S}_x$) готовится водный раствор, получивший название известково-серного отвара (ИСО), который

разрешен для широкого применения в сельском хозяйстве в качестве акарицида и фунгицида. ИСО характеризуется как препарат, малотоксичный для человека и теплокровных животных [15]. Оксиэтилированный спирт (моноалкиловый эфир полиэтиленгликоля) относится к классу неионогенных поверхностно активных веществ (ПАВ), которые часто включаются в рецептуры моющих средств, находят применение в текстильной, горнорудной промышленности, в металлообработке, в нефтяной промышленности, при флотации руд, как полировочные средства в автопромышленности, в промышленности искусственных смол и др. Токсикологические исследования показали [1], что вдыхание аэрозолей или помещение в рот достаточно высоких доз неионогенных ПАВ оказывали слабое раздражающее воздействие. Эксперименты на животных свидетельствуют о том, что вдыхание аэрозолей ПАВ также не вызывало в их организме существенных изменений. ДЭтилентриаминопентауксусная кислота (ДТПА) – органическое хелатообразующее соединение, известный и широко применяемый на практике комплексон, малотоксичный и быстро выводимый из организма. Комплексное соединение ДТПА с Fe(III) и другими микроэлементами используют как средство от хлороза растений и в качестве микроудобрения, а кальциевый комплекс ДТПА применяют для выведения ионов токсичных металлов из организма [16].

Таблица 3

Влияние различных демеркуризационных препаратов на соотношение форм ртути в продуктах реакции

Препарат, использованный для обработки ртутьсодержащего люминофора	Содержание ртути (в % от ее валового содержания) в продуктах реакции при различных интервалах температур	
	< 140 ⁰ С (преимущественный выход атомарной ртути)	240–340 ⁰ С (преимущественный выход сульфидной ртути)
Люминофор необработанный	87,4–89,6	1,1–1,3
Сернистый натрий, 20%-ный раствор	13,9–14,2	4,8–5,1
30%-ный раствор полисульфида натрия	2,2–2,5	22,6–23,2
«Э-2000+»	0,3–0,4	85,8–87,6

Таким образом, использование препарата «Э-2000+» свидетельствует о его высокой эффективности при проведении демеркуризации объектов (помещений), загрязненных ртутью. Указанный препарат может использоваться при ликвидации локальных загрязнений, возникающих в помещениях различного назначения: научно-исследовательские институты, конструкторские бюро, предприятия энергетики, лечебно-профилактические, образовательные, административные учреждения, жилые квартиры, автотранспортные средства и т. д. Его использование достаточно эффективно и с экономической точки зрения, поскольку не требует проведения повторных и дополнительных мероприятий как по обработке помещений, так и по стабилизации образующихся в ходе демеркуризации отходов.

Литература

1. Вредные химические вещества. – СПб.: Химия, 1994. – 688 с.

2. *Гладков С.Ю., Климов В.А., Симонов В.Д.* Аппаратура и технология поиска источников ртутных загрязнений // Ртуть. Комплексная система безопасности. – СПб., 1999, с. 44–45.
3. *Коровицкий С.Л.* Изъятие не используемой ртути и ртутьсодержащих изделий как фактор уменьшения опасности ртутных загрязнений // Ртуть. Комплексная система безопасности. – СПб., 1999, с. 33–35.
4. *Косорукова Н.В.* Влияние ртути на усталостную долговечность и коррозионную стойкость конструкции самолетов из алюминиевых сплавов: Автореф. дис... канд. техн. наук. – Киев, 1983. – 24 с.
5. *Косорукова Н.В., Потехин Д.С.* Патент RU 2240337 С1. Состав для демеркуризации. Оpubл. 20.11.2004 г.
6. *Косорукова Н.В., Тимошин В.Н., Янин Е.П.* Демеркуризация объектов городской среды (проблемы, способы, утилизация отходов) // 4-й Международный конгресс по управлению отходами. ВэйстТэк–2005. Сборник докладов. – М.: ЗАО «Фирма СИБИКОинтернэшнл, 2005, с. 173–174.
7. *Косорукова Н.В., Янин Е.П.* Проблемы и способы демеркуризации городских помещений // Научные и технические аспекты охраны окружающей среды, 2006, № 1, с. 2–23.
8. *Макарченко Г.В., Косорукова Н.В.* Патент RU 2175664 С1. Способ демеркуризации объектов, загрязненных ртутью, «Э-2000» и состав для демеркуризации «Э-2000+». Оpubл. 10.11.2001 г.
9. *Макарченко Г.В., Косорукова Н.В.* Новое средство для устранения ртутных загрязнений // Экология промышленности России, 2003, № 1, с. 44–46 .
10. *Макарченко Г.В., Косорукова Н.В., Волох А.А.* Демеркуризация объектов городской среды // Эколого-геохимические проблемы ртути. М.: ИМГРЭ, 2000, с. 153–161.
11. *Максимов М.Т.* Защита от сильнодействующих ядовитых веществ. – М.: Энергоатомиздат, 1993. – 176 с.
12. Методические рекомендации по контролю за организацией текущей и заключительной демеркуризацией и оценке ее эффективности. № 4545-87.
13. *Никитин С.В.* Патент RU № 2081198. Способ очистки помещений от ртути. Оpubл. 10.06.1997 г.
14. *Рукавишников В.С., Безгодков И.В., Ефимова Н.В.* Спорадические случаи загрязнения ртутью объектов окружающей среды // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН, 2005, № 8, с. 61–63.
15. Сельскохозяйственный энциклопедический словарь. – М.: Сов. энциклопедия, 1989. – 656 с.
16. Химическая энциклопедия, т. 2. – М.: Сов. энциклопедия, 1990. – 671 с.
17. *Янин Е.П.* Базельская конвенция и ее роль в решении проблем ртутного загрязнения // Правовые вопросы охраны окружающей среды, 2010, № 9, с. 44–49.
18. *Янин Е.П.* Место работы родителей как возможный фактор гигиенического риска для детей // Медицина труда и промышленная экология, 2009, № 6, с. 37–39.

References

1. Harmful chemical substances. – St. Petersburg: Chemistry, 1994. – 688 p.
2. *Gladkov S.Y., Klimov V.A., Simonov V.D.* Equipment and technology search sources of mercury contamination // Mercury. Integrated security system. – СПб., 1999, с. 44–45.
3. *Korovickii S.L.* Not used by mercury and mercury-containing products as a factor in reducing the risk of mercury pollution // Mercury. Integrated security system. – СПб., 1999, с. 33–35.
4. *Kosorukova N.V.* Influence of mercury on fatigue durability and corrosion resistance design of aircraft aluminium alloy: Synopsis of the dissertation... candidate of technical sciences. – Kiev, 1983. – 24 p.

5. *Kosorukova N.V., Potechin D.S.* Patent RU 2240337 C1. Composition for demercurization. Publ. 20.11.2004.
6. *Kosorukova N.V., Timoshin V.N., Yanin E.P.* Demercurization of objects of the urban environment (problems, methods, waste management) // 4th International Congress on waste management. WasteTech–2005. A compilation of reports. – M.: CC «Firma SIBIKOinternational», 2005, p. 173-174.
7. *Kosorukova N.V., Yanin E.P.* Problems and ways of demercurization the urban space // Scientific and technical aspects of environmental protection, 2006, № 1, c. 2-23.
8. *Makarchenko G.V., Kosorukova N.V.* Patent RU 2175664 C1. Method to demercurization mercury contaminated sites by mercury «Э-2000» and composition for demercurization «Э-2000+». Publ. 10.11.2001.
9. *Makarchenko G.V., Kosorukova N.V.* New tool to address mercury pollution // Ecology industry of Russia, 2003, № 1, p. 44–46 .
10. *Makarchenko G.V., Kosorukova N.V., Voloch A.A.* Demercurization objects of city environment // Ecological and geochemical problems of mercury. – M.: IMGRE, 2000, p. 153–161.
11. *Maksimov M.T.* Protection against poisonous substances. – M.: Energoatomizdat, 1993. – 178 p.
12. Methodical recommendations on monitoring of the current and final demercurization and evaluation of its effectiveness. № 4545-87.
13. *Nikitin S.V.* Patent RU № 2081198. Method for rooms cleaning of mercury. Publ. 10.06.1997.
14. *Rukavishnikov V.S., Bezgodov I.V., Efimova N.V.* Sporadic cases of pollution by mercury on environments // Bulletin VSNC SO RAMS, 2005, № 8, c. 61–63.
15. Agriculture encyclopedia. – M.: Soviet encyclopedia, 1989. – 656 p.
16. Chemical encyclopedia, v. 2. – M.: Soviet encyclopedia, 1990. – 671 p.
17. *Yanin E.P.* The Basel Convention and its role in solving the problems of mercury pollution // Legal protection of the environment, 2010, № 9, c. 44–49.
18. *Yanin E.P.* Parents place of work as a possible factor in the health risk to children // Occupational and industrial ecology, 2009, № 6, c. 37–39.