

5. Aibasova Zh.A. Air Pollution by Chromium Industry Enterprises Emission. *Meditinskij zhurnal Zapadnogo Kazakhstana*. 2005; 7(3): 13–9 (in Russian).

6. Dolgikh O.V., Krivtsov A.V., Bubnova O.A. Immunogenetic indicators in workers occupied under exposure to dust and industrial noise. *Ros. immunol. zh.* 2015; 9(18), (2(1)): 551–3 (in Russian).

7. Dolgikh Oleg V., Krivtsov A.V., Lykhina T.S., Bubnova O.A., Lanin D.V., Vdovina N.A., Luzhetskyy K.P., Andreeva E.E. Features of the immune genetic parameters in workers in non-ferrous metal industry. *Gigiena i san.* 2015; 94 (2): 54–7 (in Russian).

8. Roshchin A.V., Ordzhonikidze E.K., Prilutskaia L.L. Fate of chromium in the body. *Gigiena truda i profzabolevanij*. 1982; 9: 14–7 (in Russian).

9. Anderson R.A., Polansky M.M. and Bryden N.A. Stability and absorption of chromium and absorption of chromium histidinate complexes by humans. *Biol. Trace Elem. Res.* 2004; 101: 211–8.

10. Smagulov A.S., Yakovlev N.A. The Impact of Environment Pollution by Chromium on Public Health. *Information Procurement of Genetic Monitoring*. 1979: 39–41 (in Russian).

11. Grushko J.M. *Chromium Compounds and Preventive Measures from their Poisoning*. Moscow; 1964 (in Russian).

Поступила 06.08.2018

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Долгих Олег Владимирович (Oleg V. Dolgikh),

зав. отд. иммунобиологич. методов диагностики ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН», д-р мед. наук. E-mail: oleg@fcrisk.ru. <http://orcid.org/0000-0003-4860-3145>

Зайцева Нина Владимировна (Nina V. Zaitseva),

науч. рук. ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН», д-р мед. наук, проф., Акад. РАН. E-mail: znv@fcrisk.ru. <http://orcid.org/0000-0003-2356-1145>

Аликина Инга Николаевна (Inga N. Alikina),

мл. науч. сотр. отдела иммунобиологич. методов диагностики ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН». E-mail: oleg@fcrisk.ru. <http://orcid.org/0000-0002-2057-9828>

Отавина Елена Алексеевна (Elena A. Otavina),

мл. науч. сотр. отд. иммунобиологич. методов диагностики ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН». E-mail: oleg@fcrisk.ru. <http://orcid.org/0000-0002-6173-6017>

Ланин Дмитрий Владимирович (Dmitrii V. Lanin),

вед. науч. сотр. отд. иммунобиологич. методов диагностики ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН», д-р мед. наук, доц. E-mail: dlan@mail.ru. <http://orcid.org/0000-0002-1557-0589>

УДК 614.7:628.4

Андрешунас А.М.¹, Андрешунас Г.М.², Максимова Е.В.¹, Костоусова Т.В.², Май И.В.¹

О ПРОБЛЕМАХ И ПЕРСПЕКТИВАХ УНИФИКАЦИИ МЕТОДИКИ ПО КЛАССИФИКАЦИИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

¹ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», ул. Монастырская, 82, Пермь, Россия, 614045;

²АО «ОДК-Пермские моторы», ул. Комсомольский проспект, 93, Пермь, Россия, 614010

Рассмотрена проблема двойственности существующих подходов к классификации отходов производства и потребления в РФ. Предложены методические подходы к унифицированной методике классификации бытовых и промышленных отходов, которые учитывают особо опасные свойства отдельных компонентов отходов — канцерогенность, мутагенность, репротоксичность и классифицируют отходы на 5 классов. Проведены рекогносцировочные расчеты классов опасности отходов предприятия и проанализированы дополнительные экономические затраты крупного предприятия при введении новой методики. Выявлено, что для порядка 10% видов отходов класс опасности ужесточится. Хозяйствующему субъекту потребуются средства на специальную подготовку мест временного складирования отходов с повышенным классом опасности. Возрастают экологические платежи за негативное воздействие на окружающую среду. С целью повышения объективности учета опасных свойств отходов актуальным представляется формирование списка веществ с доказанными опасными свойствами и четкое установление физико-химических параметров компонентов отходов, при которых эти свойства проявляются.

Повышенное внимание к высоко опасным отходам, обеспечение адекватных методов сбора, временного хранения, транспортировки, утилизации должно привести к улучшению качества среды обитания, снижению рисков для здоровья лиц, контактирующих с отходами в процессе трудовой деятельности и населения в целом.

Ключевые слова: классификация отходов; гармонизация; единая методика; опасные свойства отходов; экономические платежи

Для цитирования: Андрешунас А.М., Андрешунас Г.М., Максимова Е.В., Костоусова Т.В., Май И.В. О проблемах и перспективах унификации методики по классификации отходов производства и потребления для промышленных предприятий. *Мед. труда и пром. экол.* 2018. 10:23–28. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-10-23-28>

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Alyona M. Andrishunas¹, Georgii M. Andrishunas², Ekaterina V. Maksimova¹, Tatyana V. Kostousova², Irina V. May¹

PROBLEMS AND PROSPECTS OF UNIFYING METHODS TO CATEGORIZE INDUSTRIAL AND CONSUMPTION WASTE FOR INDUSTRIAL ENTERPRISES

¹Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, 82, Monastyrskaya Str., Perm, Russia, 614045;

²JSC «UEC-Perm Engines», 93, Komsomolski Ave., Perm, Russia, 614990

The authors considered a problem of duality of existing approaches to classification of industrial and consumption waste in Russian Federation. The suggestions also are methodical approaches to unified method for classification of household and industrial waste, which take into account the particularly dangerous properties of individual components of waste — carcinogenicity, mutagenicity, reprotoxicity — and categorize waste into 5 classes. Preliminary calculations of jeopardy classes for an enterprise waste were carried out and additional economic costs of a large enterprise are analyzed with a new technique introduction. It is shown that for about 10% of waste types the jeopardy class will increase. An economic entity will need funds for special preparation of temporary waste storage sites with a higher jeopardy class. Environmental charges for negative environmental impact are increasing. To increase objectivity of accounting hazardous properties of waste, necessity is to form a list of chemicals with proven hazardous properties and clear identification of physico-chemical parameters of the waste components that are responsible for those properties manifestation.

Increased attention to highly hazardous waste, adequate methods of collection, temporary storage, transport, disposal should lead to improvement of environment quality, reduce health risks for those in occupational contact with waste and for general population.

Key words: waste classification; harmonization; unified methodology; hazardous properties of waste; economic payments

For citation: Andriushina A.M., Andriushina G.M., Maksimova E.V., Kostousova T. V., May I.V. Problems and prospects of unifying methods to categorize industrial and consumption waste for industrial enterprises. *Med. truda i prom. ekol.* 2018. 10:23–28. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-10-23-28>

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Наличие действующих в Российской Федерации двух методик классификации отходов производства и потребления является причиной разночтений при разработке мер по обращению с отходами и дублирования действий хозяйствующих субъектов [1–4]. Последние в процессе согласования лицензии на обращение с отходами в Федеральной службе по защите прав потребителей и благополучия человека вынуждены оценивать отходы по методике Роспотребнадзора¹, для прочих действий — использовать методику Министерства природных ресурсов РФ². При этом методики базируются на едином принципе: класс опасности отходов определяется интегральным индексом, который рассчитывается по системе физико-химических, санитарно-гигиенических и токсикологических параметров компонентов отходов. Различия заключаются в перечнях используемых ведомствами для расчета индекса показателей и наличии в методике Минприроды пятого класса отходов, который квалифицирует отходы как неопасные [5–7].

Указ Президента от 24.01.2017 № Пр-140ГС³ предусматривает гармонизацию законодательства в области охраны окружающей среды и законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и выработку единых подходов к классификации отходов. Ведомства принимают меры по унификации методик. При этом имеется в виду, что существующая система формирования федерального классификационного кадастра отходов (ФККО), широко применяемая хозяйствующими субъектами, должна быть сохранена [8].

Для исполнения Указа Президента предложены методические подходы к классификации бытовых и промышленных отходов, которые классифицируют отходы по 5 классам, учитывая при этом те показатели, которые не были предусмотрены «экологической» методикой: канцерогенность, мутагенность, репротоксичность, сенсибилизирующее действие при вдыхании и контакте с кожей. Кроме того, в систему показателей включены ПДК рабочей зоны, класс опасности вещества и коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВНО) [9].

Предлагаемые подходы хорошо соотносятся с общемировой законодательной базой и сложившейся практикой. Директива ЕС⁴ определяют опасность отхода по 14 свойствам: взрывоопасность, окисляемость, высокая горючесть, токсичность, канцерогенность, тератогенность, мутагенность, экотоксичность, коррозионность и др. Учет указанных опасных свойств отдельных компонентов отходов имеет целью повышение безопасности процессов сбора, транспортировки, временного или длительного хранения отходов для работников и населения в целом [10]. Актуальность учета при классификации отходов особо опасных свойств отдельных компонентов не вызывает сомнений⁵: многочисленными исследованиями установлено, что места временного и длительного хранения отходов являются источниками загрязнения почв, поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны химическими веществами, способными оказывать неблагоприятный эффект на состояние природных объектов и здоровья человека [11–17].

Нормативный документ по единой классификации отходов до настоящего времени не утвержден, однако хозяйствующие субъекты должны быть готовы к его появлению и оценивать потенциальные риски и проблемы, которые могут появиться в условиях изменения классов опасности отходов.

Цель исследования — оценка потенциальных организационных и экономических проблем, которые могут возникнуть у предприятия в связи с переходом на новую методику классификации отходов.

⁴ Об опасных отходах: Директива Совета Европейских Сообществ (Брюссель, 12 декабря 1991г.) №91/689/ЕЭС. Available at: <http://base.garant.ru/2564459/>.

⁵ Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением (Базель, 22 марта 1989 г.). Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1901208>.

¹ СП 2.1.7.1386-03. Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления / утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 16 июня 2003 г. № 144. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/901865875>.

² Об утверждении критериев отнесения отходов к I–V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду / утв. Приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 04.12.2014 г. № 536. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/420240163>.

³ Указ Президента по вопросу «Об экологическом развитии Российской Федерации в интересах будущих поколений» в соответствии с частью 2 подпункта «г» пункта 1 перечня поручений Президента РФ от 24.01.2017 № Пр-140ГС. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/53775>.

Материалы и методы. Объект исследования — крупное машиностроительное предприятие с полным технологическим циклом, включающим заготовительное производство, металлообработку, испытание изделия. На предприятии выполняется изготовление новой продукции, ремонт, гарантийное и послегарантийное обслуживание ранее выпущенных изделий, обучение персонала эксплуатирующих организаций. Около 40% всех отходов составляют черные металлы, которые идут на вторичную переработку. Из отходов, направляемых на утилизацию, захоронение и обезвреживание, на объекте образуются отходы бумаги, древесины, минеральных масел, резины, пластмасс, шлам и пр. общей массой порядка 3,250 тыс. т. (2017 г.). Химический состав каждого отхода определяется расчетным или экспериментальным методом в соответствии с санитарными правилами СП 2.1.7.1386–03¹ и приказом Минприроды №536 от 04.12.2014 г.²

Наличие у компонента отхода канцерогенных, мутагенных свойств и репротоксичность оценивались по актуальной информации авторитетных международных баз данных, поддерживаемых Всемирной Организацией Здравоохранения: база данных Международного Агентства по Изучению рака⁶, Агентства по токсическим веществам и регистрации заболеваний⁷ и Российского регистра потенциально опасных химических и биологических веществ⁸. Предполагалось, что учет канцерогенных, мутагенных, репротоксичных свойств компонентов некоторых отходов может повлиять на итоговый индекс опасности и изменить (ужесточить) класс опасности отхода. Последнее может потребовать изменения технологии сбора и хранения отходов на промышленной площадке, условий вывоза отходов и размеров платежей за их образование. Исходя из этих предположений, выполнялись прогнозные оценочные расчеты класса опасности 60 видов отходов предприятия.

Параметры качественного и количественного состава отходов принимались в соответствии с паспортами отходов.⁹

Степень опасности отхода для окружающей среды (K) определяется по сумме степеней опасности веществ, составляющих компонента отхода, для окружающей среды (K_i):

$$K = K_1 + K_2 + \dots + K_m, \quad (1)$$

где $K_1, K_2, \dots, K_m$ — показатели степени опасности отдельных компонентов отхода для окружающей среды; m — количество компонентов отхода.

Перечень компонентов отхода и их количественное содержание устанавливаются на основании сведений, содержащихся в технологических регламентах, технических условиях, стандартах, проектной документации, либо по результатам количественных химических анализов, выпол-

⁶ Всемирная организация здравоохранения. Available at: <http://www.who.int/ru>.

⁷ Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Available at: <http://www.atsdr.cdc.gov>.

⁸ ФБУЗ «Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Роспотребнадзора. Available at: <http://www.rpohv.ru/online>.

⁹ ГОСТ Р 53691-2009. Национальный стандарт Российской Федерации Ресурсосбережение и Обращение с отходами. Паспорт отхода I-IV класса опасности. Основные требования / утв. Приказом Ростехрегулирования от 15.12. №1091. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200081173>.

няемых с соблюдением требований к единству и средствам измерений, закрепленных законодательством РФ. Степень опасности компонента отхода для окружающей среды (K_i) рассчитывается как отношение концентрации компонента отхода (C_i) к коэффициенту его степени опасности для окружающей среды (W_i).

$$K_i = C_i / W_i, \quad (2)$$

где C_i — концентрация i -го компонента в отходе (мг/кг); W_i — коэффициент степени опасности i -го компонента отхода для окружающей среды (мг/кг).

Коэффициентом степени опасности компонента отхода для окружающей среды (W_i) является показатель, численно равный количеству компонента отхода, ниже значения которого он не оказывает негативного воздействия на окружающую среду.

Коэффициент степени опасности компонента отхода для окружающей среды (W_i) рассчитывается по одной из следующих формул:

$$\lg W_i = \begin{cases} 4 - 4 / Z_i & \text{для } 1 < Z_i < 2 \\ Z_i & \text{для } 2 \leq Z_i \leq 4 \\ 2 + 4 / (6Z_i) & \text{для } 4 < Z_i < 5, \end{cases} \quad (3)$$

$$\text{где } Z_i = 4 X_i / 3 - 1 / 3, \quad (4)$$

где Z_i — унифицированный относительный параметр опасности компонента отхода для окружающей среды;

X_i — относительный параметр опасности компонента отхода для окружающей среды.

Относительный параметр опасности компонента отхода для окружающей среды (X_i) рассчитывается по ф-ле:

$$X_i = \frac{(\sum_{j=1}^n B_j) + B_{\inf}}{n+1}, \quad (5)$$

где B_j — значение балла, соответствующее каждому оцененному первичному показателю опасности компонента отхода; n — количество оцененных первичных показателей опасности компонента отхода; $B_{\inf}$ — значение балла, соответствующее показателю информационного обеспечения системы первичных показателей опасности компонента отхода.

Первичные показатели опасности компонента отхода характеризуют степени их опасности непосредственно для здоровья населения и для различных компонентов природной среды. К таким относятся ПДК в рабочей зоне, класс опасности в рабочей зоне, канцерогенность, мутагенность, сенсibilизирующее действие при вдыхании и контакте с кожей, воздействие на репродуктивную функцию организма и КВБИО и др.

Результаты исследований и их обсуждение. Установлено, что на текущий момент структура отходов (по массе) по классам опасности на предприятии имеет следующий вид: порядка 69,5% видов отходов относятся к 5 классу (неопасные отходы); 28,6% — к 4 классу (малоопасные) 0,94% — к 3 классу (умеренно опасные); 0,70% — ко 2-му классу (высоко опасные) и 0,20% — к 1 классу (чрезвычайно опасные отходы).

Пересмотр индексов опасности отходов с учетом канцерогенных, мутагенных свойств компонентов отходов, а также критериев ПДК в рабочей зоне показал, что для порядка 10–15% видов отходов класс опасности может быть ужесточен.

Примеры изменения классов отходов представлены в таблице.

Таблица

Сравнительная характеристика классов опасности отходов, определенная с учетом разных методических подходов
Comparative characteristics of jeopardy classes for waste, based on consideration of various methodic approaches

Наименование	Класс опасности		Фактор ужесточения класса опасности отхода
	по приказу МПР №536	по предлагаемой методике	
Провод медный, покрытый никелем, утративший потребительские свойства. Код ФККО: 4 82 304 01 52 3	3	2	Соединения никеля (на уровне 16% массы)
Отходы древесно-стружечных плит и изделий из них незагрязненные. Код ФККО: 4 04 220 01 51 4	4	3	Формальдегид (до 2,5% массы)
Отходы, содержащие никель (в том числе и/или опилки никеля), несортированные. Код ФККО: 4 62 600 99 20 3	3	1	Соединения никеля (до 99,7% массы)
Аккумуляторы свинцовые отработанные в сборе, без электролита. Код ФККО: 9 20 110 02 52 3	3	2	Соединения свинца (до 88,5% массы)
Покрышки пневматических шин с металлическим кордом отработанные. Код ФККО: 9 21 130 02 50 4	4	3	Резиновая смесь (до 86% массы)
Отходы минеральных масел гидравлических, не содержащих галогены. Код ФККО: 4 06 120 01 31 3	3	2	Трибутилфосфат (до 76% массы)
Отходы негалогенированных органических растворителей в смеси, загрязненные лакокрасочными материалами Код ФККО: 4 14 129 12 31 3	3	2	Ксилол (до 26,5% массы) Толуол (до 20,8% массы)

Основными причинами ужесточения класса опасности отходов являются канцерогенные свойства формальдегида, соединений свинца, кадмия, никеля, а также мутагенные свойства ряда органических веществ, например, ксилолов и толуола.

Оценки, выполненные для предприятия, показали, что масса отходов, классы которых изменяются в сторону ужесточения, не так велика. Пересмотренная структура отходов может выглядеть следующим образом: 69,5% видов отходов — 5 класс (неопасные отходы, доля — без изменения); 27,16% — 4 класс (малоопасные, сокращение на 1,5% или на 48,75 т/год); 2,37% — 3 класс (умеренно опасные, увеличение на 1,43% или 46,48 т/год); 0,76% — ко 2-му классу (высоко опасные, увеличение на 0,06% или 19,5 т/год) и 0,21% — к 1 классу (чрезвычайно опасные отходы, увеличение на 0,01% или 3,25 т/год). Однако хозяйствующему субъекту потребуются проведение ряда мероприятий по изменению условий хранения, транспортировки отходов, передачи их третьим лицам для утилизации или длительного хранения. Повышение класса опасности отходов с кодом ФККО 4 04 220 01 51 4 с четвертого до третьего уже не допускает хранение отхода насыпью на территории производственной площадки, а требует использования бумажных, текстильных или хлопчатобумажных мешков¹⁰. Повышение класса опасности отходов с кодами ФККО 4 62 600 99 20 3 с третьего до первого ставит перед хозяйствующим субъектом задачи хранения отхода в специальных герметичных емкостях (контейнерах, бочках, цистернах) с толщиной стенки не менее 10 мм и скоростью коррозии материала не выше 0,1 мм/год. и т. п.

Опережающие рекогносцировочные расчеты по новой методике позволили предприятию сформировать планы действий и оценить экономические потребности для выполнения требований по повышению безопасности обращения с отходами. Изменение класса опасности

никельсодержащих отходов потребует приобретения специального оборудования для хранения на сумму порядка 2,96 млн. руб. При переходе отходов с 4-го на 3 класс опасности потребуются дополнительные единовременные затраты в размере порядка 520 тыс. руб. на обустройство мест временного хранения отходов. Переход отходов с 3 на 2 класс опасности не потребует от предприятия дополнительных затрат на оборудование мест хранения данных отходов, т. к. они уже хранятся в соответствии с санитарными нормами, предъявляемыми ко 2-му классу опасности.

Изменение классов опасности отходов повлечет и изменение сумм экологических платежей за размещение отходов в окружающей среде, поскольку по действующему законодательству¹¹ ставки платежей за размещение отходов первого класса в 2,3–7 раз выше, чем для отходов 2–4-го классов опасности.

Расчеты показали, что с учетом текущих тарифов потенциальные платежи за размещение отходов прогнозируются на уровне 566,5 тыс. руб. в год, что выше фактических платежей 2017 г. на 158 тыс. руб./год.

Следует отметить, что изменение методики классификации отходов, которое повлечет за собой затраты хозяйствующих субъектов на развитие системы обращения с отходами, должно быть всесторонне обоснованно. Это касается формирования списка веществ с доказанными опасными свойствами (канцерогенности, мутагенности и т. п.), для унифицированного применения и четкого установления физико-химических параметров компонентов отходов, при которых эти свойства проявляются.

Вместе с тем, повышение требований к сбору, хранению и транспортировке отходов, содержащих опасные для здоровья человека химические примеси, несомненно, является важнейшей мерой по повышению безопасности работников предприятия и, прежде всего, тех, которые имеют прямой контакт с образующимися отходами.

¹⁰ СанПиН 2.1.7.1322-03. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления / утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 30 апреля 2003 года № 80. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/901862232>.

¹¹ О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах / утв. Постановлением Правительства РФ от 13 сентября 2016 года № 913. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/420375216>.

Выводы:

1. Учет особо опасных свойств отдельных компонентов отходов (канцерогенности, мутагенности, репротоксичности и пр.) при установлении класса опасности отхода имеет своей целью обеспечение реальной безопасности людей, вовлеченных в обращение с отходами: работников предприятий, населения в зонах транспортировки, сортировки и/или длительного хранения отходов.

2. Расчеты на примере крупного промышленного предприятия показали, что применение новых подходов к классификации отходов повышают затраты хозяйствующего субъекта. Потребуется затраты на специальное обустройство мест временного складирования отходов с повышенным классом опасности. Возрастут и экологические платежи за негативное воздействие на окружающую среду.

3. Изменение методики классификации отходов, которое повлечет за собой затраты хозяйствующих субъектов на развитие системы обращения с отходами, должно быть всесторонне обосновано. Необходимо формирование списка веществ с доказанными опасными свойствами (канцерогенности, мутагенности и т. п.), для унифицированного применения и четкое установления физико-химических параметров компонентов отходов, при которых эти свойства проявляются.

4. Актуальным представляется стимулирование хозяйствующих субъектов к сокращению образования в технологических процессах опасных отходов, совершенствованию способов и аппаратного оформления их обезвреживания и/или вторичной переработки.

5. Экологическая и социальная ответственность природопользователей, повышенное внимание к высоко опасным отходам, обеспечение адекватных методов сбора, временного хранения транспортировки, утилизации может и должно привести к улучшению качества среды обитания, снижению рисков для здоровья лиц, контактирующих с отходами в процессе трудовой деятельности и населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (п. 10,15,16 см. REFERENCES)

- Дудникова А.Г. Классификация опасных отходов: два взгляда на одну проблему. *Справочник эколога: электронный научный ж-л*. 2017; 11. Available at: https://www.profiz.ru/eco/11_2017/san_klassy_opasnosti/
- Самутин Н.М., Жолдакова З.И., Буторина Н.Н., Устинов А.К. Сравнительная оценка методик Российских гигиенических и природоохранных нормативно-методических документов по определению класса опасности отходов. *Гиг. и сан.* 2017; 96 (6): 523–7.
- Поддубный И.С., Кайргалиев Д.В. Сравнительный анализ критериев отнесения отходов производства и потребления к классам опасности. *Экологический вестник России*. 2015; (5): 28–34.
- Островский Н.В. О классификации токсичных отходов. *Экология и промышленность России*. 2009; (8): 9.
- Определение класса опасности отходов. *Отходы. Ру: отраслевой портал*. Available at: <https://megaobuchalka.ru/6/18863>.
- Принцип классификации отходов. *Vtorothodi.ru: отраслевой портал*. Available at: <http://vtorothodi.ru/vse-ob-otxodax/vidy-otxodov-i-ix-klassifikaciya/>
- Проблема двойной классификации отходов требует решения проблему. *Твердые бытовые отходы: отраслевой портал*. Available at: <http://www.solidwaste.ru/news/view/23592.html>.

8. Басов А.В., Белоногова Ю.О., Ощепкова А.З. Роль ФККО в организации системы обращения с отходами. *Твердые бытовые отходы*. 2018; 1: 52–4.

9. Попова Е.В., Максимова Е.В., Андришунас А.М., Андришунас Г.М. К проблеме гармонизации межведомственных подходов к определению класса опасности отходов в Российской Федерации. В кн.: *Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: VIII Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием*. Пермь, 2018; 113–8.

11. Степаненко В.С. Экологическая политика в области обращения с отходами в ЕС и в России. *НВ: Национальная безопасность*. 2012; 2: 48–102.

12. Бортников Н.С., Гурбанов А.Г., Богатиков О.А., Карамурзов Б.С., Докучаев А.Я., Лексин А.Б., Газеев В.М., Шевченко А.В. Оценка воздействия захороненных промышленных отходов Тирнаузского вольфрамомолибденового комбината на экологическую обстановку (почвенно-растительный слой) прилегающих территорий Приэльбрусья (Кабардино-Балкарская республика, Россия). *Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология*. 2013; 5: 405–16.

13. Касимов А.М. Опасные отходы: общая ситуация и новые решения в сфере обращения с опасными и токсичными отходами в промышленности Украины. *Экологический вестник Северного Кавказа*. 2014; 10(1): 51–7.

14. Киселева А.М. Опасные свойства отходов отменяются, а опасность остается. *Климат и природа*. 2014; 2(11): 14–21.

REFERENCES

- Dudnikova A.G. Classification of hazardous waste: two views on one issue. *Spravochnikekologa: elektronnyy nauchnyy zhurnal*. 2017; 11. Available at: https://www.profiz.ru/eco/11_2017/san_klassy_opasnosti/ (in Russian).
- Determination of waste hazard class. *Otkhody.Ru: otraslevoy portal*. Available at: <http://vtorothodi.ru/vse-ob-otxodax/vidy-otxodov-i-ix-klassifikaciya/> (in Russian).
- Poddubnyy I.S., Kayrgaliev D.V. Comparative analysis of the criteria for classifying production and consumption waste into hazard classes. *Ekologicheskiy vestnik Rossii*. 2015; (5): 28–34. (in Russian).
- Ostrovskiy N.V. On the classification of toxic waste. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2009; (8): 9 (in Russian).
- The principle of waste classification. *Vtorothodi.ru: otraslevoy portal*. Available at: <http://vtorothodi.ru/vse-ob-otxodax/vidy-otxodov-i-ix-klassifikaciya/> (in Russian).
- The problem of double classification of waste requires a solution. *Tverdye bytovye otkhody: otraslevoy portal*. Available at: <http://www.solidwaste.ru/news/view/23592.html> (in Russian).
- Samutin N.M., Zholdakova Z.I., Butorina N.N., Ustinov A.K. Comparative evaluation of procedures of Russian hygienic and environmental normative-methodical documents on the definition on the hazardous waste class. *Gigiena i sanitariya*. 2017; 96 (6): 523–7 (in Russian).
- Basov A.V., Belonogova Yu.O., Oshchepkova A.Z. The role of the FCCW in the organization of the waste management system. *Tverdye bytovye otkhody*. 2018; 1: 52–4 (in Russian).
- Popova E.V., Maksimova E.V., Andrishunas A.M., Andrishunas G.M. On the problem of harmonization of interdepartmental approaches to the definition of the class of danger of waste in the Russian Federation. *Aktual'nye voprosy analiza riska pri obespechenii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya i zashchity prav potrebiteley: VIII Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya*

konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiem. Perm; 2018; 113–8 (in Russian).

10. *Waste Classification. Guidance on the classification and assessment of waste*. 2015. Available at: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/541392/DRAFT_Technical_Guidance_WM3.pdf

11. Stepanenko V.S. Environmental policy in the field of waste management in the EU and in Russia. *NB: Natsional'naya bezopasnost'*. 2012; 2: 48–102. (in Russian).

12. Bortnikov N.S., Gurbanov A.G., Bogatkov O.A., Karamur-zov B.S., Dokuchaev A. Ya., Leksin A.B., Gazeev V.M., Shevchenko A.V. Influence of buried industrial waste from Tyrnyauz tungsten-molybdenum mining complex on the ecological conditions (soil-plant layer) in Elbrus area (Kabardino-Balkar Republic). *Geokologiya, inzhenernaya geologiya, gidrogeologiya, geokriologiya*. 2013; 5: 405–16. (in Russian).

13. Kassimov A.M. Dangerous wastes: general situation and new solutions in the handling of dangerous and toxic waste in the industry of Ukraine. *Ekologicheskii vestnik Severnogo Kavkaza*. 2014; 10(1): 51–7. (in Russian).

14. Kiseleva L.M. Hazardous wastes properties canceled and hazard remains. *Klimat i priroda*. 2014; 2(11): 14–21 (in Russian).

15. Thakur P., Ganguly R., Dhulia A. Occupational Health Hazard Exposure among municipal solid waste workers in Himachal Pradesh, India. *Waste Management*. 2018; 78: 483–9.

16. Ma W., Tai L., Qiao Z., Fu K., Chen G. Contamination source apportionment and health risk assessment of heavy metals in soil around municipal solid waste incinerator: A case study

in North China. *Science of the Total Environment*. 2018; 631–632: 348–57 [DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.03.011].

Поступила 06.08.2018

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Андрисиунас Алена Мухаматовна (Alyona M. Andrishunas), мл. науч. сотр. лаб. комплексного сан.-гигиенич. анализа и экспертиз ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН». E-mail: ama@fcrisk.ru.

<https://orcid.org/0000-0002-0072-5787>

Андрисиунас Георгий Михайлович (Georgii M. Andrishunas), инженер 1 кат. отд. охраны окружающей среды АО «ОДК-Пермские моторы». E-mail: andrishunas-GM@pmz.ru. <https://orcid.org/0000-0001-6180-7703>

Максимова Екатерина Вадимовна (Ekaterina V. Maksimova), инж. лаб. методов оценки соответствия и потребительских экспертиз ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН». E-mail: maksimova@fcrisk.ru.

<https://orcid.org/0000-0001-5714-9955>

Костюсова Татьяна Валерьевна (Tatyana V. Kostousova), нач. отд. охраны окружающей среды АО «ОДК-Пермские моторы». E-mail: kostousova-TV@pmz.ru.

Май Ирина Владиславовна (Irina V. May), зам. дир. по науч. раб. ФБУН «ФНЦ МПТ УРЗН», д-р биол. наук, проф. E-mail: may@fcrisk.ru. <http://orcid.org/0000-0003-0976-7016>

УДК 543.51

Уланова Т.С.^{1,2}, Волкова М.В.¹, Стенно Е.В.¹, Недошитова А.В.¹, Вейхман Г.А.¹

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В АЭРОЗОЛЯХ ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ МЕТОДОМ ИСП-МС

¹ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 82, ул. Монастырская, Пермь, Россия, 614045;

²ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» 29, Комсомольский пр-т, Пермь, Россия, 614990

Разработана новая методика определения 15 редкоземельных элементов (РЗЭ) из одной пробы воздуха рабочей зоны методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. В работе приведены условия отбора проб воздуха рабочей зоны и параметры настройки масс-спектрометра Agilent 7500_{cx} (США) для количественного определения 15 РЗЭ в широком диапазоне концентраций. Осуществлен подбор концентраций для построения градуировочных графиков, обоснован выбор и применение внутреннего стандарта для учета матричного эффекта, транспортных помех и повышения точности анализа. Экспериментально определен необходимый оптимальный объем пробы воздуха, а также допустимая скорость отбора. Обоснован выбор аэрозольных фильтров; изучено влияние матрицы на точность анализа методом «введено — найдено», приведены условия пробоподготовки аэрозольных фильтров марок АФА-ХА, АФА-ХП с использованием микроволновой системы, муфельной печи и кислотного растворения в термоблоке. Высокая чувствительность разработанной методики измерений массовых концентраций 15 элементов в воздухе рабочей зоны при отборе 0,1 м³ воздуха методом ИСП-МС с использованием реакционно/столкновительной ячейки с гелием позволяет определять лантан в диапазоне 0,001–25 мг/м³, церий 0,001–10 мг/м³, празеодим 0,0005–10 мг/м³, неодим 0,001–100 мг/м³, самарий 0,0005–100 мг/м³, европий 0,001–50 мг/м³ с погрешностью 21%; иттрий 0,0005–25 мг/м³, гадолиний 0,0001–100 мг/м³, тербий 0,0001–10 мг/м³, диспрозий, гольмий, эрбий 0,0005–50 мг/м³, тулий 0,0005–10 мг/м³, иттербий 0,0005–100 мг/м³, лютеций 0,0001–25 мг/м³ с погрешностью 20–21%.

Определено содержание РЗЭ в воздухе рабочей зоны металлургического предприятия на рабочих местах, мг/м³: лантан — 0,003–0,0019, церий — 0,00065–0,0036, празеодим — 0,00006–0,00034, неодим — 0,00002–0,0009, самарий — 0,00001–0,00006, европий — 0,000008–0,00001, гадолиний — 0,00002–0,000034, иттрий — менее 0,00001; тербий, диспрозий, гольмий, эрбий, тулий, иттербий, лютеций менее — 0,000007.

Ключевые слова: масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS); редкоземельные элементы; воздух рабочей зоны; металлургическое предприятие.