

**ОБРАЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ЭЛЕКТРОННОГО  
И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ПОТЕНЦИАЛЬНО  
СОДЕРЖАЩИХ ПОЛИБРОМДИФЕНИЛОВЫЕ ЭФИРЫ, В БЕЛАРУСИ  
И ПРОБЛЕМЫ ИХ РЕГУЛИРОВАНИЯ**

**FORMATION OF ELECTRONIC AND ELECTRICAL EQUIPMENT WASTE,  
POTENTIALLY CONTAINING POLYBROM-DIPHENYL ETHERS, IN BELARUS AND  
PROBLEMS OF THEIR REGULATION**

***Т. И. Кухарчик, В. Д. Чернюк***  
***T. Kukharchyk, V. Chernyuk***

*Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси,  
г. Минск, Республика Беларусь  
chernyuk.vladimir.m@mail.ru  
Institute for Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus,  
Minsk, Republic of Belarus*

Полибромдифениловые эфиры (ПБДЭ) широко использовались как антипирены для производства полимерных материалов для электронного и электротехнического оборудования (ЭЭО). Поэтому отходы ЭЭО представляют основную угрозу распространения опасных веществ в окружающей среде и подлежат регулированию в соответствии с обязательствами по Стокгольмской конвенции о СОЗ. Цель данной работы – оценка объемов образования отходов ЭЭО у населения для последующей оценки запасов ПБДЭ в составе полимерных отходов. Использован метод анкетирования, позволивший дополнить статистические данные и получить детализированную оценку обеспеченности населения различными видами ЭЭО. Всего было опрошено 235 домашних хозяйств. С учетом опубликованных данных о доле полимерных материалов в составе ЭЭО и сроках их службы рассчитаны примерные объемы ежегодного образования отходов ЭЭО – 52,1 тыс. т (по состоянию на 2018 г.), из которых на долю полимерных отходов приходится около 20 %. Объемы образования полимерных отходов ЭЭО, потенциально содержащих ПБДЭ, оцениваются в 2,6 тыс. т.

Polybromodiphenyl ethers (PBDEs) have been widely used as flame retardants for the production of polymeric materials for electronic and electrical equipment (EEE). Therefore, EEE wastes pose a major threat to the spread of hazardous substances in the environment and are subject to regulation in accordance with the obligations under the Stockholm Convention on POPs. The purpose of this work is to estimate the volume of EEE waste generation among the population for the subsequent assessment of PBDE reserves in the composition of polymer waste. Questionnaires were used to supplement statistical data and to obtain a details regarding various types of EEE used by population. A total of 235 households were surveyed. Taking into account the published data on the proportion of polymeric materials in the composition of the EEE and the duration of their life-service, approximate volumes of annual generation of EEE wastes were calculated – 52.1 thousand tons (as of 2018), of which about 20 % is polymeric waste. The volume of formation of polymeric EEE waste, potentially containing PBDE, is estimated at 2.6 thousand tons.

*Ключевые слова:* отходы ЭЭО, полибромдифениловые эфиры, стойкие органические загрязнители, анкетирование, объемы образования отходов.

*Keywords:* EEE waste, polybromodiphenyl ethers, persistent organic pollutants, questionnaires, waste generation.

В последние годы значительно возросло внимание к полимерным отходам, содержащим полибромдифениловые эфиры (ПБДЭ) и подлежащим регулированию в рамках Стокгольмской конвенции о СОЗ [1–3]. Это обусловлено включением в 2017 г. декабромдифенилового эфира (декаБДЭ) в Приложение А Конвенции с конкретными исключениями для его производства и использования. Согласно Конвенции, все запасы декаБДЭ в составе отходов должны быть выявлены и удалены экологически безопасным способом. Вторичная переработка полимерных изделий, содержащих декаБДЭ, запрещена. В 2009 г. в перечень СОЗ были включены также коммерческий пентабромдифениловый эфир (к-пентаБДЭ) и коммерческий октабромдифениловый эфир (к-октаБДЭ).

По данным [2], 95 % к-октаБДЭ и 75 % декаБДЭ было использовано в качестве антипиренов при производстве акрилонитрилбутадиенстирола (АБС-пластика) и других полимерных материалов для электронного и электротехнического оборудования (ЭЭО). При первичном производстве полимерных материалов концентрация бромированных антипиренов колеблется от 10 до 15 %, достигая в ряде случаев 20 % [1]. Выполненные к настоящему времени исследования в разных странах свидетельствуют о значительной вариабельности содержания ПБДЭ в готовых изделиях (от миллиграмм до грамм на килограмм массы пластика), что обусловлено вторичной переработкой отходов и возможностью циркуляции опасных веществ [3]. В перечень изделий, которые с наиболь-

шей вероятностью содержат ПБДЭ, попадают телевизоры и мониторы с электронно-лучевыми трубками. Однако считается, что практически любые электробытовые приборы, офисная и канцелярская техника могут содержать полимерные изделия, изготовленные с использованием ПБДЭ.

В этой связи актуальны вопросы выявления и учета отходов, содержащих и/или потенциально содержащих ПБДЭ, для принятия последующих мер в связи с международными обязательствами по Конвенции, Стороной которой является Беларусь. Именно отходы ЭЭО представляют основную угрозу распространения ПБДЭ в окружающей среде.

В Беларуси в настоящее время формой 1-отходы учитываются лишь производственные отходы полимерных материалов, внесенные в классификатор отходов – отходы АБС-пластика, стирола и его сополимеров (Блок V, группа VI). Отходы ЭЭО, образующиеся на предприятиях и у населения, учитываются неполно; по сути учет ведется в отношении того оборудования, которое сдается на пункты переработки.

Предварительная оценка ежегодного образования отходов ЭЭО выполнена в 2017 г. Однако для выделения отходов, потенциально содержащих ПБДЭ, необходима более детализированная информация о видах оборудования и их характеристиках.

Целью данной работы являлось выполнить оценку объемов образования отходов ЭЭО у населения для последующей оценки запасов ПБДЭ в составе пластика.

С целью получения информации о наличии ЭЭО у населения и основных характеристиках оборудования проведено анкетирование с учетом рекомендаций ЮНЕП при проведении инвентаризации ПБДЭ. Анкета включала вопросы, касающиеся использования ЭЭО, их марок и годах производства. Анкета содержала перечень следующих видов оборудования: телевизоры и мониторы (с разделением на жидкокристаллические (ЖК) и с электронно-лучевыми трубками (ЭЛТ)), ноутбуки, портативные компьютеры, копировальное оборудование (принтеры, сканеры, многофункциональные устройства), стиральные и посудомоечные машины, холодильники/морозильники, микроволновые печи и прочую мелкую бытовую технику (пылесос, блендер, кухонный комбайн и др.). Предлагались варианты ответов на обращение с вышедшим из эксплуатации оборудованием.

Всего за период исследований было обследовано 235 домашних хозяйств в различных населенных пунктах Беларуси. Очевидно, что данный опрос не может с точностью характеризовать положение вещей в сфере обращения с отходами ЭЭО в Беларуси, но он позволяет оценить общие тенденции в этой области.

В работе также принимались во внимание данные Национального статистического комитета об обеспеченности домашних хозяйств товарами длительного пользования, а также результаты ранее проведенного исследования [4]. Для оценки объемов образования отходов ЭЭО учитывались опубликованные данные о доле полимерных материалов в различных типах ЭЭО и сроках их эксплуатации.

Согласно полученным данным, на одно хозяйство в Беларуси приходится 0,65 монитора, 1,48 телевизора, 1,2 холодильника/морозильника, 0,98 стиральных машин, 2,54 мелкой бытовой техники (табл. 1).

В общем перечне оборудования, которое используется населением, на долю телевизоров приходится 12,4 %, холодильников – 10,0 %, ноутбуков – 9,1 %, стиральных машин – 8,2 %, копировального оборудования – 5,6 %, мониторов – 5,4 %. При этом доля устройств с электронно-лучевыми трубками для телевизоров из общего их числа составила 28,8 %, а для мониторов 5,9 %. При чем большинство мониторов с ЭЛТ (67 %) уже потеряли свои потребительские свойства, но продолжают храниться населением. Для телевизоров доля неиспользуемых устройств с ЭЛТ равна 33 %. Большинство таких устройств сосредоточена в мелких городах, поселках городского типа и сельских населенных пунктах, что может объясняться тем, что система сбора отходов ЭЭО у населения лучше налажена в крупных городах, нежели в мелких населенных пунктах.

Таблица 1 – Обеспеченность домашних хозяйств и населения ЭЭО

Тип оборудования	Результаты обследования		По статистическим данным	Данные оценки 2014, [4]	
	Единиц/хозяйство	Единиц/человека	Единиц/хозяйство	Единиц/хозяйство	Единиц/человека
Мониторы, всего	0,65	0,19	0,96	0,76	0,23
в т. ч. с электронно-лучевой трубкой	0,04	0,01	Н. д.	0,17	0,05
Телевизоры, всего	1,48	0,43	1,60	1,51	0,45
в т. ч. с электронно-лучевой трубкой	0,43	0,12	Н. д.	0,97	0,29
Ноутбук	1,09	0,32	Н. д.	Н. д.	Н. д.
Копировальное оборудование <sup>1</sup>	0,67	0,20	Н. д.	Н. д.	Н. д.
Холодильник/морозильник	1,20	0,35	1,44	Н. д.	Н. д.
Стиральная машина	0,98	0,28	0,88	Н. д.	Н. д.
Микроволновая печь	0,77	0,22	0,74	Н. д.	Н. д.
Крупная бытовая техника <sup>2</sup>	0,08	0,02	Н. д.	Н. д.	Н. д.
Мелкая бытовая техника <sup>3</sup>	2,54	0,74	Н. д.	Н. д.	Н. д.
Мелкая компьютерная техника <sup>4</sup>	2,59	0,75	Н. д.	Н. д.	Н. д.

**Примечание:** <sup>1</sup>принтеры, сканеры и многофункциональные устройства; <sup>2</sup>посудомоечные машины; <sup>3</sup>блендер, кухонный комбайн, мультиварка/пароварка, пылесос, соковыжималка, хлебопечка, электрический чайник; <sup>4</sup>акустическая система, блок бесперебойного питания, модем/роутер, планшет, системный блок (ПК), телефон стационарный.

Итак, полученные данные согласуются с данными статистики, а также с выполненными ранее исследованиями. Что касается телевизоров и мониторов с электронно-лучевыми трубками, то их количество у населения за последние годы уменьшилось примерно на 20 %.

Следует отметить, что проведенное анкетирование позволило получить более детальное представление об обеспеченности населения ЭЭО по сравнению со статистическими данными.

Если рассматривать распределение оборудования по годам производства, то наибольшее его количество приходится на последнее десятилетие.

На рис. представлены данные распределения 95 % ЭЭО (кроме оборудования, где не был указан год производства). По данным анкетирования, на старое оборудование (1980–2000 гг.) приходится всего около 4 % всех устройств, находящихся у населения. Увеличение объемов ЭЭО началось с начала 2000-х гг. Из приведенных данных видно, что наибольшая доля оборудования (около 65 %) приходится на период с начала 2010-х гг. Количество ЭЭО у населения увеличивается и в настоящее время, что согласуется с общемировыми тенденциями.

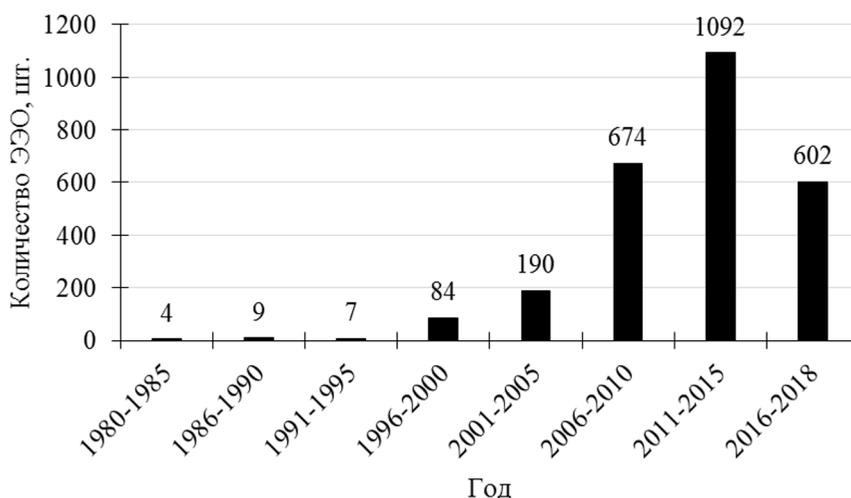


Рисунок – Распределение ЭЭО по годам производства

Исходя из полученных данных выполнена оценка ежегодного образования отходов ЭЭО, которая составляет примерно 52,1 тыс. т. Учитывая данные о доле содержания полимерных материалов в различных типах ЭЭО, представленные в техническом отчете Швейцарии за 2018 г. и годовом отчете во Франции, получено, что в Беларуси по состоянию на 2018 г. могло образоваться примерно 10,5 тыс. т полимерных отходов, что составляет около 20 % от общего объема отходов ЭЭО за год. Наибольшая доля полимерных отходов приходится на холодильники/морозильники (17,6 %), копировальное оборудование (13,2 %), стиральные машины (9,7 %), микроволновые печи (6,2 %). На долю телевизоров и мониторов приходится 10,8 % и 1,1 % от общего количества полимерных отходов за год соответственно. Из них 0,3 % полимерных отходов приходится на мониторы и 7,2 % на телевизоры с ЭЛТ.

По данным [5], пластик, содержащий бромированные антипирены, составляет около 5,5 % от массы всех отходов ЭЭО, или 25 % от всего пластика, используемого в ЭЭО. Это означает, что в Беларуси ежегодное образование полимерных отходов, потенциально содержащих ПБДЭ, может составлять около 2,6 тыс. т.

Результаты исследований показали, что количество отходов ЭЭО, образующихся в Беларуси, значительно выше, чем количество отходов ЭЭО, поступающих на переработку. Согласно данным Оператора вторичных материальных ресурсов, размещенным на сайте, в 2017 г. в стране собрано около 6,2 тыс. т отходов ЭЭО (общая масса, без выделения полимерных отходов). Технологический процесс вторичной переработки ЭЭО пока ограничивается разборкой техники, выделением стекла, металла, пластика. Сортировка пластика с выделением бромсодержащего не предусмотрена.

В этой связи важно продолжение исследований с определением основных категорий оборудования, потенциально содержащего ПБДЭ. Вышесказанное и также полученные объемы образования отходов ЭЭО свидетельствуют о необходимости совершенствования нормативной технической базы регулирования обращения с отходами, содержащими или потенциально содержащими ПБДЭ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Analysis of the information received by the Basel Convention related to c-decaBDE as called for in decision BC-12/3. Meeting of the Small Intersessional Working Group (SIWG) on Persistent Organic Pollutants (POPs). BIPRO, 20–22 February 2017.
2. Guidance on best available techniques and best environmental practices for the recycling and disposal of wastes containing polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) listed under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Updated 2017. UNEP, Stockholm convention, 2017.
3. Martin Strååt och. Decabromodiphenyl ether and other flame retardants in plastic waste destined for recycling / Martin Strååt och, Camilla Nilsson // Swerea IVF. Project Report. M-973, 2018.

4. Кухарчик, Т. И. Новые стойкие органические загрязнители в Беларуси: методические аспекты оценки запасов полибромдифениловых эфиров / Т. И. Кухарчик, С. В. Какарека, Т. Л. Лапко // Природные ресурсы. – 2014. – №. 2 – С. 119–125.

5. Priti Mahesh. WEEE plastic and brominated flame retardants. A report on WEEE plastic recycling / Priti Mahesh, Ankita Jena, Vinod Kumar, Michael Gasser // Toxics Linc, EMPA, Schweizerische Eidgenossenschaft, World resources forum (WRF), Sustainable recycling industries. 2016. – P. 54.

## **ПУТИ ИНТЕГРАЦИИ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА ПРИМИНИТЕЛЬНО К ВЫСШИМ УЧЕБНЫМ ЗАВЕДЕНИЯМ**

### **WAYS OF INTEGRATION OF MANAGEMENT SYSTEMS APPLICABLE TO HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS**

***С. Мамедова, К. М. Мукина***

***S. Mamedova, C. Mukina***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
sabina.mamadovaa@gmail.com  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Настоящая работа содержит рекомендации по созданию в вузах интегрированных систем менеджмента, включающих системы менеджмента качества (ISO 9001-2015), системы управления окружающей среды (ISO 14001-2015), системы менеджмента охраны здоровья и обеспечения безопасности труда (ISO 45001-2018), системы энергетического менеджмента (ISO 50001-2018) внедряемые в организациях в соответствии с требованиями соответствующих международных стандартов. Структуры документированной информации и Руководства интегрированной системы менеджмента, разработанные в данной работе, предлагаются для создания интегрированной системы менеджмента для высших учебных заведений. В работе проведен анализ документов рассматриваемых систем, определяющих основы интеграции систем менеджмента, рассмотрен и предложен перечень необходимой документированной информации интегрированной системы менеджмента.

This work contains recommendations on the creation of integrated management systems at universities, including quality management systems (ISO 9001-2015), environmental management systems (ISO 14001-2015), health and safety management systems (ISO 45001-2018), systems energy management (ISO 50001-2018) implemented in organizations in accordance with the requirements of relevant international standards. The structures of the documented information and the management of the integrated management system developed in this work are proposed to create an integrated management system for higher educational institutions. In the work, an analysis of the documents of the considered systems, determining the basis for the integration of management systems. Was made a list of the necessary documented information of the integrated management system was also reviewed and proposed.

*Ключевые слова:* анализ структур и требований, международные стандарты ISO, интегрированная система менеджмента, документированная информация.

*Keywords:* analysis of structures and requirements, international ISO standards, integrated system of management, documented information.

В связи с внедрением новых стандартов ISO 9001-2015, ISO 14001-2017, ISO 45001-2018 и ISO 50001-2018 является актуальным рассмотрение возможности создания интегрированной системы менеджмента, включающей системы менеджмента качества, экологического менеджмента, менеджмента охраны здоровья и обеспечения безопасности труда и энергетического менеджмента. Принципиальным отличием новых версий стандартов является изменение структуры стандартов, увеличение разделов до десяти, что позволяет обеспечить совместимость стандартов систем менеджмента и разработки интегрированных систем. Эффективность и преимущество создания интегрированной системы менеджмента определило выбор темы работы.

Еще одной важной особенностью новых версий стандартов является акцент на управление рисками основанное на подходе риск-ориентированного мышления. Организации должны будут выявить все риски, определить наиболее значимые и с их учетом разработать системы менеджмента. В соответствие с требованиями стандартов выделена роль лидерства высшего руководства по отношению к системе менеджмента, принятия ответственности за ее результативность, обеспечение согласованности политики и цели интегрируемых систем со стратегическими направлениями и контекстом организации а также, обеспечения интеграции требованиям интегрируемых систем менеджмента в бизнес-процессы организации. Документация и записи объединены в понятие документированная информация. Отменены обязательные документированные процедуры на каждый элемент системы. Организация