

**Охрана окружающей среды и природопользование
Отходы**

**ПРАВИЛА ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ЭЛЕКТРОННОГО
И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ, СОДЕРЖАЩИМИ
ПОЛИБРОМИРОВАННЫЕ ДИФЕНИЛОВЫЕ ЭФИРЫ**

**Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне
Адходы**

**ПРАВИЛЫ АБЫХОДЖАННЯ З АДХОДАМІ ЭЛЕКТРОННАГА І
ЭЛЕКТРАТЭХНІЧНАГА АБСТАЛЯВАННЯ, ЯКІЯ ЗМЯШЧАЮЦЬ
ПОЛІБРАМІРАВАНЫЯ ДЫФЕНІЛАВЫЯ ЭФІРЫ**

Издание официальное

Ключевые слова: полибромированные дифениловые эфиры, бромированные антипирены, пластик, отходы электронного и электротехнического оборудования, методы определения, экологически безопасное удаление

Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению техническим нормированием и стандартизацией в области охраны окружающей среды установлены Законом Республики Беларусь «Об охране окружающей среды».

1 РАЗРАБОТАН Государственным научным учреждением «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси» (Институт природопользования НАН Беларуси).

ВНЕСЕН Главным управлением регулирования обращения с отходами, биологического и ландшафтного разнообразия Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от _____ 202_ г. № _____.

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ.

Настоящий технический кодекс не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.

Содержание

| | |
|--|----|
| 1 Область применения..... | 1 |
| 2 Нормативные ссылки | 2 |
| 3 Термины, определения и сокращения..... | 3 |
| 4 Отходы ЭЭО, содержащие или потенциально содержащие ПБДЭ | 4 |
| 5 Общие требования | 5 |
| 6 Требования к безопасности | 5 |
| 7 Требования к разборке ЭЭО | 6 |
| 8 Требования к выявлению отходов пластика, содержащих или потенциально содержащих ПБДЭ | 7 |
| 9 Требования к разделению отходов пластика..... | 8 |
| 10 Требования к удалению отходов пластика, содержащих или потенциально содержащих ПБДЭ | 9 |
| 11 Учет отходов пластика ЭЭО, содержащих или потенциально содержащих ПБДЭ | 11 |
| Приложение А (справочное) Изделия и детали ЭЭО, в которых выявлено содержание ПБДЭ | 12 |
| | |
| Приложение Б (справочное) Номера кодов, используемые для обозначения типа антипирена на деталях пластика ЭЭО | 13 |
| Приложение В (справочное) Методы разделения отходов пластика ЭЭО..... | 15 |
| Приложение Г (справочное) Методы экологически безопасного обезвреживания отходов, содержащих ПБДЭ | 17 |
| Библиография | 19 |

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ

**Охрана окружающей среды и природопользование
Отходы
ПРАВИЛА ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ЭЛЕКТРОННОГО
И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ, СОДЕРЖАЩИМИ
ПОЛИБРОМИРОВАННЫЕ ДИФЕНИЛОВЫЕ ЭФИРЫ****Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне
Адходы
ПРАВИЛЫ АБЫХОДЖАННЯ З АДХОДАМІ ЭЛЕКТРОННАГА І
ЭЛЕКТРАТЭХНІЧНАГА АБСТАЛЯВАННЯ, ЯКІЯ ЗМЯШЧАЮЦЬ
ПОЛІБРАМІРАВАННЫЯ ДЫФЕНІЛАВЫЯ ЭФІРЫ**

Environmental protection and nature use
Waste

Rules for management of electronic and electrical waste containing
polybrominated diphenyl ethers

Дата введения 20XX-XX-XX

1 Область применения

Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее – технический кодекс) устанавливает правила обращения с отходами пластика электронного и электротехнического оборудования, содержащего полибромированные дифениловые эфиры, относящиеся к стойким органическим загрязнителям и регулируемые Стокгольмской конвенцией о стойких органических загрязнителях.

Примечание – К полибромированным дифениловым эфирам, включенным в Стокгольмскую конвенцию о стойких органических загрязнителях, относятся:

- гексабромдифениловый эфир и гептабромдифениловый эфир; тетрабромдифениловый эфир и пентабромдифениловый эфир (включены в приложение А в 2009 году);
- декабромдифениловый эфир (БДЭ-209), присутствующий в коммерческой смеси декабромдифенилового эфира (№ КАС 1163-19-5) (включен в приложение А в 2017 году).

Технический кодекс применяется при планировании и осуществлении деятельности юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, связанной с обращением с отходами электронного и электротехнического оборудования, и регламентирует требования к разборке оборудования, выявлению, разделению, хранению, обезвреживанию и захоронению отходов пластика электронного и электротехнического оборудования, содержащих полибромированные дифениловые эфиры, и методы их определения.

Технический кодекс базируется на национальном законодательстве в области обращения с отходами и разработан для обеспечения выполнения обязательств по Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях.

Требования настоящего технического кодекса применяют при:

– разработке проектной документации на строительство, реконструкцию, расширение, техническое перевооружение и модернизацию предприятий по сбору и подготовке отходов электронного и электротехнического оборудования к использованию в качестве вторичного сырья;

– осуществлении контроля качества отходов пластика как вторичного сырья;

– государственном, ведомственном, производственном контроле в области обращения с отходами;

– осуществлении иных мероприятий в области обращения с отходами электронного и электротехнического оборудования, предусмотренных законодательством Республики Беларусь.

Требования настоящего технического кодекса не распространяются:

– на электронное и электротехническое оборудование, которое может быть повторно использовано после ремонта и восстановления;

– на ртутьсодержащие устройства и приборы.

2 Нормативные ссылки

В настоящем техническом кодексе использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты (далее – ТНПА):

ТР ЕАЭС 037/2016 Технический регламент Евразийского экономического союза «Об ограничении применения опасных веществ в изделиях электроники и радиотехники»

ОКРБ 021-2019. Общегосударственный классификатор Республики Беларусь. Классификатор отходов, образующихся в Республике Беларусь

ТКП 17.02-12-2014 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Порядок ведения учета в области охраны окружающей среды и заполнения форм учетной документации в области охраны окружающей среды

ТКП 17.11-03-2009 (02120/02030) Охрана окружающей среды и природопользование. Отходы. Обращение с коммунальными отходами. Правила эксплуатации объектов обезвреживания коммунальных отходов

ТКП 17.11-08-2020 (33040/33140) Охрана окружающей среды и природопользование. Отходы. Правила обращения с коммунальными отходами

СТБ IEC 62321-2012 Изделия электротехнические. Определение уровня шести регламентированных веществ (свинца, ртути, кадмия, шестивалентного хрома, полибромбифенилов, полибромированных дифениловых эфиров)

СТБ IEC/PAS 62596-2012 Изделия электротехнические. Определение содержания веществ ограниченного применения. Руководство по отбору проб

ГОСТ EN 50581-2016 Техническая документация для оценки электрических и электронных изделий относительно ограничения использования опасных веществ

ГОСТ IEC 62321-1-2016. Определение регламентированных веществ в электротехнических изделиях. Часть 1. Введение и обзор

ГОСТ IEC 62321-2-2016. Определение регламентированных веществ в электротехнических изделиях. Часть 2. Разборка, отсоединение и механическая подготовка образца

ГОСТ IEC 62321-3-1-2016 Определение регламентированных веществ в электротехнических изделиях. Часть 3-1. Скрининг. Анализ свинца, ртути, кадмия, общего хрома и общего брома методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии

ГОСТ IEC 62321-3-2-2016 Определение регламентированных веществ в электротехнических изделиях. Часть 3-2. Скрининг. Определение общего брома в полимерах и электронике методом ионной хроматографии продуктов сгорания

Примечание – При пользовании настоящим техническим кодексом целесообразно проверить действие ссылочных документов на официальном сайте Национального фонда технических нормативных правовых актов в глобальной компьютерной сети Интернет.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящим техническим кодексом следует руководствоваться действующими взамен документами. Если ссылочные документы отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем техническом кодексе применяются термины с соответствующими определениями, установленные в ТР ЕАЭС 037/2016, ТКП 17.11-08-2020 (33040/33140), ГОСТ EN 50581-2016, ГОСТ IEC 62321-1-2016, [1–5], а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 бромированные антипирены: Броморганические соединения, которые предотвращают процессы горения и снижают воспламеняемость продуктов, их содержащих.

3.1.2 бромсодержащий пластик: Пластик, в котором присутствуют бромированные антипирены.

3.1.3 гексабромдифениловый эфир и гептабромдифениловый эфир (коммерческий октабромдифениловый эфир); к-октаБДЭ: Смесь полибромированных эфиров и родственных им соединений, основная масса которой представлена изомерами гептабромдифенилового и октабромдифенилового эфиров.

3.1.4 декабромдифениловый эфир (коммерческий декабромдифениловый эфир); к-декаБДЭ; БДЭ-209: Смесь полибромированных эфиров, основная масса которых представлена изомером БДЭ-209 ($\geq 97\%$).

3.1.5 наилучшие доступные технические методы: Технологические процессы, методы сбора, хранения, перевозки, переработки, обезвреживания, размещения, удаления отходов электронного и электротехнического оборудования, основанные на последних достижениях науки и техники, направленные на снижение негативного воздействия отходов на окружающую среду, жизнь и здоровье граждан и доступные для практического применения с учетом современного уровня технологического и экономического развития.

3.1.6 низкое содержание стойких органических загрязнителей: Содержание стойких органических загрязнителей в отходах, при превышении которого требуются меры экологически безопасного обезвреживания или удаления.

3.1.7 отходы электронного и электротехнического оборудования (отходы ЭЭО): Оборудование, которое утратило свои потребительские свойства, включая компоненты, узлы, которые являются частью оборудования на момент снятия его с эксплуатации.

3.1.8 подготовка отходов электронного и электротехнического оборудования к использованию: Деятельность, связанная с выполнением технологических операций, совершаемых с отходами, для обеспечения их последующего использования в качестве вторичного сырья.

3.1.9 полибромированные дифениловые эфиры (полибромдифениловые эфиры); ПБДЭ: Класс органических химических соединений, содержащих в молекуле от одного до десяти атомов брома; выделяют 209 изомеров; широко применялись как антипирены с 1970-х годов.

3.1.10 разборка оборудования: Процесс демонтажа электротехнического изделия.

3.1.11 стойкие органические загрязнители; СОЗ: Химически прочные органические соединения, содержащие в своей молекуле атомы хлора, брома или фтора, обладающие способностью к биоаккумуляции и переносу на большие расстояния.

3.1.12 электронное и электротехническое оборудование (электрическое и электронное оборудование): Оборудование, которое работает от электрического тока или электромагнитных полей, и оборудование для производства, передачи и измерения таких токов и полей, предназначенных для использования при номинальном напряжении не выше 1 000 вольт для переменного тока и 1 500 вольт для постоянного тока.

3.2 Сокращения

В настоящем техническом кодексе использованы следующие сокращения:

| | |
|-----------|---|
| АБС | Акрилонитрил-бутадиен-стирол |
| ИТ | Информационные технологии |
| к-декаБДЭ | Коммерческий декабромдифениловый эфир |
| к-октаБДЭ | Коммерческий октабромдифениловый эфир |
| МФУ | Многофункциональное устройство |
| ПБДЭ | Полибромдифениловые эфиры |
| ПК | Поликарбонат |
| ПП | Полипропилен |
| ПС | Полистирол |
| СОЗ | Стойкие органические загрязнители |
| УППС | Ударопрочный полистирол |
| ЭЛТ | Электронно-лучевая трубка |
| ЭЭО | Электронное и электротехническое оборудование |

4 Отходы ЭЭО, содержащие или потенциально содержащие ПБДЭ

4.1 К отходам ЭЭО, содержащим ПБДЭ, относится бромсодержащий пластик, при производстве которого использовались антипирены на основе к-октаБДЭ и к-декаБДЭ, что подтверждается маркировкой, технической документацией и/или результатами химико-аналитических испытаний (см. п. 8).

4.2 К отходам ЭЭО, потенциально содержащим ПБДЭ, относится бромсодержащий пластик, при производстве которого могли использоваться антипирены на основе к-октаБДЭ и к-декаБДЭ, что подтверждается косвенными признаками или результатами химико-аналитических испытаний (см. п. 8).

Примечание – Основные объемы к-октаБДЭ (около 70 %) и к-декаБДЭ (более 90 %) в глобальном масштабе использовались в качестве антипиренов при производстве пластика для ЭЭО [6]. К-октаБДЭ и к-декаБДЭ применялись для производства АБС-пластика, УППС, ПП, эпоксидной смолы и других видов полимерных материалов. Содержание ПБДЭ в пластике при первичном его производстве может варьироваться от 3 до 25 % по весу [7].

4.3 ПБДЭ могут содержаться в пластике различных деталей (компонентов) практически любых электробытовых приборов, офисной и канцелярской техники. Наиболее часто ПБДЭ содержатся в пластике телевизоров и мониторов с электронно-лучевыми трубками, принтерах, малом ИТ оборудовании, малой бытовой технике, а также в деталях других видов ЭЭО, к которым предъявляются повышенные требования к пожарной безопасности (разъемы, коннекторы, платы, соединительные провода, розетки и другие). Неисчерпывающий перечень ЭЭО, в котором выявлены ПБДЭ по результатам исследований в разных странах, приведен в Приложении А.

4.4 ПБДЭ или другие бромированные антипирены, как правило, содержатся в АБС-пластике и УППС, реже – в других видах пластика: ПП, ПС, ПК, эпоксидной смоле и других.

5 Общие требования

5.1 Обращение с отходами ЭЭО, содержащими ПБДЭ, осуществляется в соответствии с требованиями национального законодательства в области обращения с отходами [8–11], с учетом соглашения стран-участников СНГ [6], международных обязательств, принятых по Стокгольмской конвенции о СОЗ и Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением [4, 6, 12–14].

5.2 Обращение с отходами ЭЭО, содержащими ПБДЭ, осуществляется с учетом их сложного состава, содержания ценных материалов, пригодных для последующего использования в качестве вторичного сырья, а также возможного содержания других опасных веществ и компонентов, включая озоноразрушающие вещества, ртуть, свинец, асбест, батареи, аккумуляторы и другие.

5.3 С целью предотвращения негативного воздействия ПБДЭ и других опасных веществ на здоровье человека, их поступления в окружающую среду, а также во избежание циркуляции ПБДЭ в новых изделиях, изготовленных из загрязненного пластика, необходимо соблюдение следующих требований на всех этапах обращения с отходами ЭЭО:

- безопасное обращение с отходами ЭЭО, исключающее нанесение вреда здоровью и жизни людей;
- предотвращение поступления отходов ЭЭО и содержащихся в них опасных веществ в окружающую среду;
- максимально возможное возвращение для использования вторичных материальных ресурсов, в том числе пластика, не содержащего ПБДЭ;
- выявление пластика, содержащего ПБДЭ и другие бромированные антипирены, и его извлечение из общего объема отходов ЭЭО во избежание появления опасных веществ в новых изделиях;
- применение методов экологически безопасного обезвреживания отходов пластика ЭЭО при содержании в них ПБДЭ > 1000 мг/кг (сумма ПБДЭ) или брома > 2000 мг/кг;
- применение наилучших доступных технических методов;
- обучение персонала разборке ЭЭО и использованию нанесенной на детали ЭЭО маркировки;
- раздельное хранение и размещение отходов пластика, содержащих и потенциально содержащих ПБДЭ;
- маркировка контейнеров и мест хранения отходов пластика, содержащих и потенциально содержащих ПБДЭ.

5.4 Не допускается смешивание отходов пластика, содержащих ПБДЭ в количествах, превышающих установленное низкое содержание ПБДЭ, с другими материалами с целью снижения содержания ПБДЭ (за исключением случаев, когда смешивание отходов требуется в качестве подготовки для обеспечения их обезвреживания).

6 Требования к безопасности

6.1 Обращение с отходами ЭЭО, содержащими или потенциально содержащими ПБДЭ, на всех этапах осуществляется с соблюдением требований безопасности, исключающих нанесение вреда здоровью и жизни людей, в том числе:

- при работе с крупногабаритным ЭЭО;
- при работе с режущим инструментом и стеклом;
- при использовании машин/оборудования для разборки, измельчения, компактирования, пакетирования, перевозки, погрузки и других операций с отходами ЭЭО;

ТКП 17.11-11-20XX

- при извлечении деталей/компонентов, содержащих опасные вещества, и последующем обращении с ними;
- при организации хранения отходов пластика, содержащих или потенциально содержащих ПБДЭ;
- при организации хранения отходов ЭЭО в штабелях с соблюдением их устойчивости;
- при организации хранения взрыво- и пожароопасных деталей/компонентов ЭЭО.

6.2 Для соблюдения требований безопасности применяются средства индивидуальной защиты в соответствии с [15–16].

6.3 Специалисты, ответственные за соблюдение требований безопасности проходят периодическую аттестацию. Аттестация и повышение квалификации специалистов, ответственных за соблюдение требований п. 6.1, осуществляется в рамках действующего национального законодательства.

7 Требования к разборке ЭЭО

7.1 Разборка ЭЭО, утратившего потребительские свойства, осуществляется с учетом необходимости использования ценных материальных ресурсов.

7.2 Разборка ЭЭО проводится на крытых площадках или в помещениях, обладающих изолирующим покрытием, обеспечивающим сбор/счет рассыпавшихся частиц пластика и/или других фрагментов ЭЭО.

7.3 Работники, занятые на разборке ЭЭО, должны быть ознакомлены с рисками, которые могут возникнуть в связи с их сложным составом и содержащимися опасными веществами/компонентами, а также с применяемыми символами для маркировки пластика, на основании которой производится идентификация и разделение пластика при ручной разборке ЭЭО.

7.4 Разборка ЭЭО, включающая выделение пластмассовых деталей (компонентов), осуществляется вручную или механическим способом. Методы разборки определяются типом оборудования, его габаритами, содержащимися в нем ценными материалами и/или опасными веществами.

7.5 Ручной способ разборки ЭЭО позволяет наиболее полно извлечь материалы, предназначенные для использования в качестве вторичного сырья, и выделить опасные вещества и компоненты, подлежащие экологически безопасному обезвреживанию.

Ручная разборка ЭЭО является предпочтительной в отношении телевизоров, мониторов, холодильников, морозильников, стиральных машин, системных блоков, принтеров, МФУ и других видов ЭЭО.

7.6 При разборке ЭЭО осуществляется извлечение:

- опасных веществ и компонентов (озоноразрушающих, ртути, свинца, асбеста, батарей, аккумуляторов и других) – в соответствии с действующим национальным законодательством и ТНПА [17–18] и рекомендациями [19–21];
- лома и отходов драгоценных металлов – в соответствии с [22–23].

7.7 Все операции по извлечению опасных веществ/компонентов осуществляются таким образом, чтобы избежать их попадания в окружающую среду и предотвратить загрязнение отходов ЭЭО, включая пластик, предназначенных для использования в качестве вторичного сырья.

7.8 При ручной разборке проверяется наличие маркировки на деталях пластика ЭЭО и осуществляется его идентификация согласно п. 8 и разделение согласно п. 9.

7.9 Для малой бытовой и вычислительной техники, других видов ЭЭО, проводов, кабелей, соединительных устройств и других узлов (компонентов), для которых ручная разборка экономически не оправдана и технически затруднена, применяется механический способ измельчения. Измельченный пластик подлежит химико-аналитическим испытаниям и последующему разделению в соответствии с п. 9.

7.10 Перед механическим измельчением для предотвращения загрязнения измельченных отходов из оборудования извлекаются батареи, аккумуляторы, ртутные лампы и другие опасные компоненты.

8 Требования к выявлению отходов пластика, содержащих или потенциально содержащих ПБДЭ

8.1 Выявление отходов пластика, содержащих или потенциально содержащих ПБДЭ, является необходимым элементом для принятия последующих мер по экологически безопасному обращению с ними и осуществляется по истечении срока службы оборудования.

8.2 Выявление отходов пластика, содержащих или потенциально содержащих ПБДЭ, осуществляется одним из следующих способов или их сочетанием:

- по нанесенной на пластик маркировке;
- на основании результатов химико-аналитических испытаний.

8.3 Выявление с использованием маркировки

8.3.1 Использование маркировки для идентификации пластика может осуществляться на этапе разборки ЭЭО или на специальных этапах разделения пластика. Применение данного метода не требует инвестиционных затрат; необходимым условием является знание специалистами применяемых символов.

8.3.2 Наличие маркировки на пластике позволяет дифференцировать его на следующие категории:

- пластик, содержащий ПБДЭ;
- бромсодержащий пластик;
- пластик, не содержащий бром и ПБДЭ;
- пластик без маркировки (неидентифицированный).

8.3.3 К пластику, содержащему ПБДЭ, в соответствии с [24], относится пластик при наличии нанесенных символов FR18, FR19; к бромсодержащему пластику – при наличии символов FR14, FR15, FR16, FR17, FR20, FR21, FR23, FR24. Наличие других кодов антипиренов, полный перечень которых приведен в Приложении Б, позволяет отнести пластик к не содержащему бром и ПБДЭ.

Примечание – Пластик с символами FR20, FR21 (содержащий полибромированные бифенилы) и с символами FR23, FR24 (содержащий гексабромциклододекан) подлежит обращению как бромсодержащий, поскольку указанные вещества относятся к СОЗ и включены в Стокгольмскую конвенцию о СОЗ.

8.3.4 К пластику, не содержащему ПБДЭ, относится также пластик, имеющий маркировку «СЕ», которая в соответствии с Директивой ЕС об ограничении применения опасных веществ в электронном и электротехническом оборудовании [25] означает, что содержание ПБДЭ в пластике не превышает 0,1 % массы однородного материала (1000 мг/кг).

8.3.5 При отсутствии маркировки пластик относится к неидентифицированному.

8.4 Выявление с использованием химико-аналитических методов

8.4.1 Химико-аналитические методы применяются для неидентифицированного пластика при ручной разборке ЭЭО и для измельченного пластика при механическом дроблении ЭЭО.

Химико-аналитические испытания включают:

- определение содержания брома;
- определение содержания ПБДЭ.

8.4.2 Практика определения содержания брома в отходах пластика ЭЭО признана экологически и экономически оправданной на международном уровне [6, 13]. Наилучшими доступными техническими методами для выявления содержания брома в отходах пластика являются методы скрининга, позволяющие выявить присутствие брома как индикатора бромированных антипиренов, в том числе ПБДЭ.

8.4.3 К методам определения содержания брома в пластике ЭЭО относятся:

- ГОСТ IEC 62321-3-1-2016 Определение регламентированных веществ в электротехнических изделиях. Часть 3-1. Скрининг. Анализ свинца, ртути, кадмия, общего хрома и общего брома методом рентгенофлуоресцентной спектрометрии.

- ГОСТ IEC 62321-3-2-2016 Определение регламентированных веществ в электротехнических изделиях. Часть 3-2. Скрининг. Определение общего брома в полимерах и электронике методом ионной хроматографии продуктов сгорания;

- другие аттестованные методы.

8.4.4 Для определения содержания брома осуществляется отбор проб пластика и подготовка образцов в соответствии:

- ГОСТ IEC 62321-1-2016 «Определение регламентированных веществ в электротехнических изделиях. Часть 1. Введение и обзор».

- ГОСТ IEC 62321-2-2016 «Определение регламентированных веществ в электротехнических изделиях. Часть 2. Разборка, отсоединение и механическая подготовка образца».

8.4.5 При отборе проб пластика отходов ЭЭО должны учитываться следующие требования:

- пробы должны быть представительными и характеризовать определенный объем отходов пластика (особенно измельченного);

- пробы должны быть отобраны для основных категорий ЭЭО;

- пробы должны быть отобраны для тех категорий и видов ЭЭО, где возможны особо высокие уровни ПБДЭ (ЭЛТ, детали повышенной пожароопасности).

8.4.6 Определение содержания брома проводится в лабораторных условиях или портативными рентгенофлуоресцентными приборами.

8.4.7 При уровнях содержания брома >2000 мг/кг пластик относится к потенциально содержащему ПБДЭ, в отношении которого могут проводиться дальнейшие химико-аналитические испытания. При отсутствии возможностей проведения дальнейших испытаний с определением содержания ПБДЭ или экономической нецелесообразности таких испытаний пластик, потенциально содержащий ПБДЭ, подлежит экологически безопасному обезвреживанию или размещению [6, 13].

8.4.8 Для определения содержания ПБДЭ используется газовая хроматография с масс-спектрометрическим детектированием (ГХ/МС) в соответствии с СТБ IEC 62321-2012 или другие аттестованные методы.

8.4.9 Выполнение химико-аналитических исследований по определению содержания ПБДЭ проводится в аккредитованных лабораториях.

8.4.10 При уровнях содержания ПБДЭ >1000 мг/кг пластик относится к содержащему ПБДЭ и подлежит экологически безопасному обезвреживанию или размещению [6, 13].

9 Требования к разделению отходов пластика

9.1 Разделение отходов пластика ЭЭО осуществляется с целью сортировки пластика, пригодного для использования в качестве вторичного сырья, и пластика, содержащего или потенциально содержащего ПБДЭ, который должен быть обезврежен или перемещен на полигоны в соответствии с международными обязательствами и согласно международным руководствам [6, 13].

9.2 Разделение отходов необходимо, чтобы избежать неконтролируемого рассеивания опасных веществ, включая ПБДЭ, в изделиях, изготовленных из вторичных материальных ресурсов.

9.3 При условии демонтажа ЭЭО вручную и использования маркировки отходы пластика разделяются непосредственно на месте демонтажа или в другом месте, пригодном для осмотра каждого отдельного пластикового фрагмента. Дифференцированный в соответствии с п.8.3.2 пластик собирается в четко

маркированные емкости/контейнеры для принятия дальнейших мер по его удалению (см. п. 10).

9.4 При механическом измельчении ЭЭО разделение пластика осуществляется по результатам химико-аналитических испытаний, выполняемых в соответствии с п. 8.4.

9.5 В зависимости от планируемого последующего использования пластика и для повышения эффективности его использования, может выполняться его разделение по цвету и типам полимеров (АБС-пластик, УППС, ПК и другие).

Краткая характеристика методов разделения пластика приведена в Приложении В.

10 Требования к удалению отходов пластика, содержащих или потенциально содержащих ПБДЭ

10.1 Хранение

10.1.1 Хранение отходов пластика ЭЭО, содержащих или потенциально содержащих ПБДЭ, выявленных в ходе разборки оборудования или разделения отходов механическим способом, осуществляется отдельно от других отходов пластика для предотвращения их смешивания и загрязнения.

10.1.2 Места хранения большого количества отходов пластика ЭЭО, содержащих или потенциально содержащих ПБДЭ, должны быть пожаробезопасными.

10.1.3 С внешней стороны площадка хранения должна быть обозначена как объект для хранения отходов.

10.1.4 Отходы пластика крупно- и среднегабаритного ЭЭО, содержащие или потенциально содержащие ПБДЭ, подлежат пакетированию. Для их хранения на площадке могут применяться деревянные поддоны с целью их защиты от воздействия влаги.

10.1.5 Хранение отходов измельченного пластика, а также неразделенных деталей/компонентов, содержащих или потенциально содержащих ПБДЭ, осуществляется в контейнерах, биг-бэгах и других емкостях, предотвращающих рассеяние твердых частиц и их поступление в окружающую среду.

10.1.6 Каждая кипа пакетированного пластика и емкость, в которой находятся отходы, содержащие или потенциально содержащие ПБДЭ, должна быть промаркирована с указанием ПБДЭ на этикетке. Также должны быть указаны сведения о типе отходов, их масса и/или объем, дата упаковки. Этикетка должна быть нестираемой, четкой и помещенной на соответствующем видимом месте.

10.1.7 В местах хранения отходов пластика, содержащих или потенциально содержащих ПБДЭ, осуществляется контроль за их состоянием и принимаются надлежащие меры для предотвращения рассеяния и возможного выщелачивания опасных веществ.

10.2 Использование отходов пластика в качестве вторичного сырья

10.2.1 Пластик ЭЭО, содержащий ПБДЭ выше установленных значений (>1000 мг/кг) или бром (>2000 мг/кг), а также неидентифицированный пластик не подлежит использованию в качестве вторичного сырья.

10.2.2 Пластик, содержащий ПБДЭ или бром, концентрации которых не превышают установленных значений, может использоваться в качестве вторичного сырья для различных целей за исключением производства детских игрушек или хозяйственно-бытовых изделий, контактирующих с пищевыми продуктами.

10.2.3 Пластик, не содержащий ПБДЭ или бром, может использоваться в качестве вторичного сырья без ограничений.

10.2.4 При использовании отходов пластика ЭЭО целесообразно осуществление контроля за содержанием брома, концентрация которого не должна превышать 100 мг/кг в готовых изделиях.

10.3 Обезвреживание отходов

10.3.1 Отходы, содержащие или потенциально содержащие ПБДЭ, включая отходы пластика ЭЭО, подлежат обезвреживанию в соответствии с требованиями международных конвенций, Стороной которых является Республика Беларусь [4–5].

10.3.2 В соответствии со статьей 6 Стокгольмской конвенции о СОЗ в процессе обезвреживания содержащиеся в отходах СОЗ должны уничтожаться или необратимо преобразовываться и не проявлять свойств СОЗ.

10.3.3 На обезвреживание поступают отходы пластика ЭЭО:

- с уровнем содержания ПБДЭ, превышающим 1000 мг/кг в сумме;
- с уровнем содержания брома, превышающим 2000 мг/кг.

10.3.4 Обезвреживание отходов пластика, содержащих или потенциально содержащих ПБДЭ, должно осуществляться на объектах по обезвреживанию отходов в соответствии с [1–2], имеющих соответствующую лицензию и включенных в реестр объектов обезвреживания отходов [26].

10.3.5 Методы экологически безопасного обезвреживания в соответствии с общими техническими руководящими принципами [6, 13] включают:

- сверхкритическое водяное окисление и подкритическое водяное окисление;
- химическое восстановление в газовой фазе;
- усовершенствованное сжигание твердых отходов на высоком техническом уровне;
- высокотемпературное сжигание опасных отходов;
- совместное сжигание отходов в цементных печах в качестве дополнительного топлива.

При сжигании отходов, содержащих ПБДЭ или другие бромированные антипирены, должна быть учтена высокая коррозионная способность брома, в связи с чем потребуются дополнительные затраты на ремонт оборудования.

10.3.6 Справочная информация о методах экологически безопасного обезвреживания отходов, содержащих или потенциально содержащих ПБДЭ, приведена в Приложении Г.

10.4 Захоронение

10.4.1 Захоронению подлежат отходы пластика ЭЭО, содержащие или потенциально содержащие ПБДЭ, в случае, если отсутствуют технологии и наилучшие доступные технические методы их обезвреживания в соответствии с [12–13].

Захоронение должно осуществляться с соблюдением национального законодательства и действующих ТНПА. Решение о захоронении принимается с учетом содержания в отходах ЭЭО других опасных веществ.

10.4.2 Для захоронения отходов пластика, содержащих или потенциально содержащих ПБДЭ, используются полигоны, предназначенные для захоронения опасных отходов в соответствии с Законом об отходах и иными актами законодательства об обращении с отходами, имеющие:

- соответствующую инфраструктуру по предотвращению инфильтрации загрязняющих веществ в подземные воды;
- ограждение;
- возможность ведения и хранения документации.

10.4.3 Перед захоронением отходы пластика, содержащие или потенциально содержащие ПБДЭ, должны быть спрессованы или упакованы в специальные мешки (биг-бэги) для предотвращения их рассеяния по полигону или за его пределы.

10.4.4 При захоронении отходы пластика, содержащие или потенциально содержащие ПБДЭ, смешиваются с другими негорючими отходами для снижения риска образования больших количеств летучих и токсичных галогенизированных соединений в случае пожаров, а также перекрываются инертным материалом или грунтом.

11 Учет отходов пластика ЭЭО, содержащих или потенциально содержащих ПБДЭ

11.1 Все операции по обращению с отходами ЭЭО, содержащими или потенциально содержащими ПБДЭ, подлежат учету в соответствии с ТКП 17.02-12-2014 (02120) и [1–2, 11, 27].

11.2 Первичный учет отходов пластика ЭЭО, содержащих или потенциально содержащих ПБДЭ, проводится на основе фактического объема образовавшихся отходов после проведения их идентификации в соответствии с п.8. Фактическая масса образовавшихся отходов определяется путем взвешивания.

11.3 При разработке Инструкции по обращению с отходами учитываются положения настоящего технического кодекса.

Приложение А
(справочное)
Изделия и детали ЭЭО, в которых выявлено содержание ПБДЭ

Таблица А.1

| Категория оборудования | Тип оборудования | Часть (деталь) оборудования |
|--|--|--|
| Крупная бытовая техника | Холодильник / морозильник | Мелкие компоненты устройства |
| | | Крышка компрессора |
| | | Блок управления |
| | | Изоляция проводов |
| | | Кабельная муфта |
| | | Соединительная муфта (тройник) |
| | | Труба |
| | | Внутренняя обшивка |
| | Внутренний шкаф | |
| | Кухонная плита | Блок управления |
| | Посудомоечная машина | Крышка выключателя |
| Конденсатор | | |
| Стиральная машина | Корпус модуля управления | |
| | Корпуса индукционных катушек | |
| Микроволновая печь | – | |
| Оборудование для теплообмена | – | |
| ИТ и телекоммуникационное оборудование | Мониторы и телевизоры с электронно-лучевыми трубками | Корпус |
| | Мониторы и телевизоры с плоским экраном | Корпус |
| | Видеомагнитофоны | Корпус |
| | Персональный компьютер | Корпус системного блока, лоток DVD привода, кулер, материнская плата; клавиатура, мышь |
| | Блок бесперебойного питания | Корпус |
| | Принтер | Корпус, картридж |
| | Сканер | Корпус |
| | Адаптер питания | Корпус |
| Внутренние провода | Оплетка | |
| Мелкая бытовая техника | Швейная машина | Корпус основания |
| | Пылесос | Внутренняя бобина |
| | Выпрямитель для волос (утюжок) | Корпус ручки |
| | Фен | Корпус ручки |
| | Блендер | Корпус |
| | Чайник | Соединитель (нагревательный элемент) |
| | Тостер | – |
| Рисоварки, мультиварки | – | |

Приложение Б

(справочное)

Номера кодов, используемые для обозначения типа антипирена на деталях пластика ЭЭО

Таблица Б.1 Кодовые номера (коды)* антипиренов в соответствии с ISO 1043-4:2021(E) Plastics - Symbols and abbreviated terms - Part 4: Flame retardants (неофициальный перевод)

| Код | Наименование антипирена |
|------------------------------------|--|
| <i>Галогенированные соединения</i> | |
| 10 | Алифатические/алициклические хлорированные соединения |
| 11 | Алифатические/алициклические хлорированные соединения в сочетании с соединениями сурьмы |
| 12 | Ароматические хлорированные соединения |
| 13 | Ароматические хлорированные соединения в сочетании с соединениями сурьмы |
| 14 | Алифатические/алициклические бромированные соединения (исключая гексабромциклододекан) |
| 15 | Алифатические/алициклические бромированные соединения (исключая гексабромциклододекан) в сочетании с соединениями сурьмы |
| 16 | Ароматические бромированные соединения (исключая бромированные дифениловые эфиры и бифенилы) |
| 17 | Ароматические бромированные соединения (исключая бромированные дифениловые эфиры и бифенилы) в сочетании с соединениями сурьмы |
| 18 | Полибромированные дифениловые эфиры |
| 19 | Полибромированные дифениловые эфиры в сочетании с соединениями сурьмы |
| 20 | Полибромированные бифенилы |
| 21 | Полибромированные бифенилы в сочетании с соединениями сурьмы |
| 22 | Алифатические/алициклические хлорированные и бромированные соединения |
| 23 | Гексабромциклододекан (ГБЦД) |
| 24 | Гексабромциклододекан (ГБЦД) с соединениями сурьмы |
| 25 | Алифатические фторированные соединения |
| 26 | Алифатически бромированный блок-сополимер или блок-сополимер, содержащий соединения сурьмы |
| 27 | Бромированный бисфенольный алкиловый эфир или эфир, содержащий соединения сурьмы |
| с 28 по 29 | не определены |
| <i>Соединения азота</i> | |
| 30 | Соединения азота (ограниченные меламинам, циануратом меламина, мочевиной) |
| с 31 по 39 | Не выделено |

Окончание таблицы Б.1

| Код | Наименование антипирена |
|--|---|
| <i>Органические соединения фосфора</i> | |
| 40 | Не содержащие галогенов органические соединения фосфора |
| 41 | Хлорированные органические соединения фосфора |
| 42 | Бромированные органические соединения фосфора |
| с 43 по 49 | Не определены |
| <i>Неорганические соединения фосфора</i> | |
| 50 | Ортофосфат аммония |
| 51 | Полифосфат аммония |
| 52 | Красный фосфор |
| 53 | Гипофосфиты |
| 54 | Органический фосфат аммония |
| 55 | Органический полифосфат аммония |
| с 56 по 59 | Не выделено |
| <i>Оксиды металлов, гидроксиды металлов, соли металлов</i> | |
| 60 | Гидроксид алюминия |
| 61 | Гидроксид магния |
| 62 | Оксид сурьмы (III) |
| 63 | Антимонат щелочного металла |
| 64 | Гидрат карбоната магния/кальция |
| с 65 по 69 | Не определены |
| <i>Соединения бора и цинка</i> | |
| 70 | Неорганические соединения бора |
| 71 | Органические соединения бора |
| 72 | Борат цинка |
| 73 | Органическое соединение цинка |
| 74 | Не определены |
| <i>Соединения кремнезема (кремния)</i> | |
| 75 | Неорганическое соединение кремния |
| 76 | Органические соединения кремния (силиконы) |
| с 77 по 79 | Не определены |
| 80 | Графит |
| с 81 по 89 | Не определены |
| с 90 по 99 | Не определены |

*Примечание: Коды антипиренов используются в случаях, когда их массовая доля превышает 0,1 % (1000 мг/кг).

Приложение В
(справочное)

Методы разделения отходов пластика ЭЭО

По данным [28], для основных категорий ЭЭО в европейских странах применяются следующие методы разделения пластиковых деталей от непластиковых элементов оборудования и приборов:

– *телевизоры и мониторы*: пластиковые детали демонтируются вручную специализированными предприятиями по обращению с оборудованием с ЭЛТ и впоследствии продаются для дальнейшей переработки;

– *холодильники и морозильное оборудование*: пластик отделяется на специализированных линиях по переработке холодильного и морозильного оборудования, полученные пластиковые фракции продаются для дальнейшей переработки;

– *бытовые товары (стиральные машины, сушилки, печи и т.д.)*: часто обрабатываются в больших измельчителях (часто используемых также для переработки транспортных средств, выведенных из эксплуатации);

– *мелкая бытовая техника*: большинство мелких бытовых приборов измельчаются на специализированных линиях по переработке отходов ЭЭО. После измельчения и разделения металлических и неметаллических деталей специализированными предприятиями выполняется извлечение пластика из измельченных отходов ЭЭО;

– *офисное и телекоммуникационное оборудование*: большая часть оборудования отдается/возвращается специализированным логистическим операторам, которые занимаются ручным демонтажем оборудования, пластик в дальнейшем может быть применен для повторного внутреннего использования в новом оборудовании или отправлен на вторичную переработку в сторонние компании. Часть оборудования перерабатывается тем же путем, что и мелкая бытовая техника (измельчение и разделение).

Согласно [12] на предприятиях по переработке полимерных отходов ЭЭО в качестве наилучших доступных технических методов могут быть использованы следующие:

- ручная разборка или измельчение;
- технологии разделения объемных элементов и измельченного пластика;
- комбинации технологий для оптимизации процесса разделения;
- введение технологий/установок полного цикла для разделения отходов ЭЭО и пластика, содержащего СОЗ, в том числе ПБДЭ.

Для контроля качества ручного разделения отходов рекомендуется проведение последующих измерений содержания брома в пластике методом рентгенофлуоресцентного анализа с помощью портативных приборов.

Для различных типов полимерных отходов могут использоваться комбинации методов, включающие несколько стадий контроля (таблица В.1).

Таблица В.1 Примеры комбинаций методов разделения отходов из пластмасс

| Комбинация методов | Вид отходов | Продукты, не содержащие бромированные антипирены |
|--|--|---|
| Разборка – ИК-спектроскопия ближнего диапазона – разделение по плотности в жидких средах или электростатическое разделение | Пластик из разобранного ЭЭО | АБС, ПС |
| Разборка – разделение по плотности в жидких средах или электростатическое разделение | Корпуса телевизоров | УППС |
| Измельчение – разделение по плотности в жидких средах или электростатическое разделение | Смешанные отходы ЭЭО (малой бытовой техники) | АБС, ПС, ПП |
| Измельчение – рентгеновская трансмиссия ХРТ – спектроскопия | Смешанные отходы ЭЭО | Смесь пластмасс, не содержащая бромированные антипирены и ПВХ |

Приложение Г
(справочное)

**Методы экологически безопасного обезвреживания отходов,
содержащих ПБДЭ**

Таблица Г.1

| Метод | Требования | Условия использования, ограничения |
|---|--|--|
| <i>Химические методы</i> | | |
| Сверхкритическое водяное окисление и подкритическое водяное окисление | Обработка отходов в замкнутой системе с использованием окислителя (кислорода, перекиси водорода, нитритов, нитратов и т. д.) в водной среде при температурах и давлениях, превышающих критическую точку для воды (374°C, 218 атмосфер), а также при подкритических условиях (370°C, 262 атмосферы). Необходимо измельчение твердых отходов до частиц диаметром менее 200 мкм | Приемлемые виды отходов: растворенные в воде отходы, масла, растворители и твердые вещества диаметром менее 200 мкм. Содержание в отходах органических соединений не должно превышать 20 процентов по массе. Доказанная эффективность в разложении пластика из ударопрочного полистирола, содержащего дека-БДЭ |
| Химическое восстановление в газовой фазе | Термохимическое восстановление органических соединений осуществляется при температуре свыше 850°C и низком давлении. Требуется предварительная подготовка отходов | Отсутствуют данные об эффективности использования для бромированных соединений |
| <i>Термические методы</i> | | |
| Усовершенствованное сжигание твердых отходов | Сжигание в усовершенствованных установках для сжигания твердых коммунальных отходов проводится при высокой температуре. Минимальная поддерживаемая температура сжигания в камере(ах) 850°C с периодом газовой фазы как минимум 2 сек. В случае сжигания или совместного сжигания опасных отходов с содержанием более чем 1 процента галогенированных | Выбросы могут содержать полибромированный дибензодиоксин/ полибромированный дибензофуран |

| | | |
|--|---|--|
| | органических веществ, требуется температура как минимум в 1100 °С | |
|--|---|--|

Окончание таблицы

| Метод | Требования | Условия использования, ограничения |
|----------------------------|--|--|
| Сжигание опасных отходов | Процесс обработки связан с нагреванием до температуры выше 850°C, либо, при концентрациях галогенированных органических веществ, выраженных в виде хлора, свыше 1 процента - до температуры выше 1100 °C, причем продолжительность термовоздействия превышает 2 сек. и осуществляется в условиях, обеспечивающих надлежащее смешивание | В зависимости от конфигурации установки необходимая предварительная обработка может включать смешивание и измельчение отходов |
| Сжигание в цементных печах | Для обработки отходов в печах для обжига цемента конструкция последних может нуждаться в изменениях. Длина печи должна обеспечивать достаточное время обработки отходящих газов при высоких температурах: около 8 сек. при температурах выше 1200°C | Использование цементных печей для переработки отходов, содержащих органические вещества, не всегда возможно. Для переработки органических отходов требуется высокая температура и длительное время удержания, а также наличие достаточного количества кислорода, обеспечение надлежащей подачи в печь органических веществ, предназначенных для переработки и надлежащее перемешивание этих веществ с кислородом |

Библиография

- [1] Закон Республики Беларусь «Об обращении с отходами» от 20 июля 2007 г. № 271-З
- [2] Закон Республики Беларусь «Об изменении Закона Республики Беларусь «Об обращении с отходами» от 10 мая 2019 г. № 186-З
- [3] Соглашение о сотрудничестве государств-участников СНГ в области обращения с отходами электронного и электротехнического оборудования от 1 июня 2018 г. Душанбе, Таджикистан
- [4] Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях с поправками, внесенными в 2019 году. Текст и приложения
- [5] Базельская конвенция о контроле за трансграничным перемещением опасных отходов и их удалением с поправками, внесенными в 2019 году. Текст и приложения
- [6] Технические руководящие принципы экологически обоснованного регулирования отходов, состоящих из гексабромдифенилового эфира и гептабромдифенилового эфира или тетрабромдифенилового эфира и пентабромдифенилового эфира или декабромдифенилового эфира, содержащих их или загрязненных ими. UNEP/CHW.14/7/Add.3, 2019
- [7] Hazardous substances in plastics. Survey of chemical substances in consumer products / E. Hansen, N. Nillson, K.S.R. Vium // The Danish Environmental Protection Agency. – Denmark, 2014. N 132, 182 p. (Опасные вещества в пластике. Обзор химических веществ в потребительских продуктах / Е. Хансен, Н. Ниллсон, К.С.Р. Виум // Агентство по охране окружающей среды Дании. – Дания, 2014. № 132, 182 с.)
- [8] О некоторых вопросах обращения с отходами потребления
Указ Президента Республики Беларусь от 11 июля 2012 г. № 313 (в ред. Указов Президента Республики Беларусь от 11.07.2012 N 313, от 28.07.2014 N 381, от 08.07.2015 N 314, от 03.06.2016 N 188, от 28.09.2016 N 350, от 14.09.2017 N 326)
- [9] О совершенствовании порядка обращения с отходами товаров и упаковки
Указ Президента Республики Беларусь от 17 января 2020 г. № 16
- [10] О реализации Указа Президента Республики Беларусь от 17 января 2020 г. № 16
Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 20.07.2020 №388
- [11] Инструкция о порядке разработки и утверждения инструкции по обращению с отходами производства
Утверждена постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 22.10.2010 г. № 45 (в ред. постановлений Минприроды от 01.10.2012 N 44, от 28.02.2018 N 2, от 29.11.2019 г. № 42, от 24.11. 2020 г. № 27)
- [12] 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. UNEP, Stockholm convention, 2021 (Руководство по применению наилучших доступных технологий и наилучших видов природоохранной деятельности для рециклинга и размещения отходов, содержащих полибромдифениловые эфиры, включенные в список Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях. Обновленная версия. ЮНЕП, Стокгольмская конвенция, 2021)

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 22 января 2020 г. № 36

- [28] Literature Study – DecaBDE in waste streams. Final Report // Norwegian Environment Agency, 2015, 160 p. (Литературное исследование – декаБДЭ в потоках отходов. Заключительный отчет // Норвежское агентство по охране окружающей среды, 2015, 160 с.)

Директор Государственного научного учреждения «Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси»,
д-р физ.-мат. наук

С.А. Лысенко

ИСПОЛНИТЕЛИ

Главный научный сотрудник лаборатории трансграничного загрязнения Института природопользования НАН Беларуси, д-р геогр. наук

Т.И. Кухарчик

Зав. лабораторией трансграничного загрязнения Института природопользования НАН Беларуси, д-р техн. наук

С.В. Какарека

Старший научный сотрудник лаборатории трансграничного загрязнения Института природопользования НАН Беларуси, канд. геогр. наук

М.И. Козыренко

Научный сотрудник лаборатории трансграничного загрязнения Института природопользования НАН Беларуси

В.Д. Чернюк

СОГЛАСОВАНО

Заместитель начальника главного управления регулирования обращения с отходами, биологического и ландшафтного разнообразия Минприроды, начальник управления регулирования обращения с отходами Минприроды

М.А. Тарасов