

Выявление приоритетных способов переработки отходов электронной промышленности на основе принципов наилучшей доступной технологии

Л.Н. Коршунова ✉

Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»,
119049, Москва, Ленинский просп., д. 4, стр. 1, Российская Федерация

✉ lnkorshunova76@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрен подход к утилизации отходов электронной промышленности, в основе которого лежит применение наилучших доступных технологий. Проведен анализ содержания понятия «наилучшая доступная технология» в российской научной и правовой литературе, а также анализ аналогичных терминов в нормативно-правовой документации Европейского союза. Выявлено значительное сходство подхода на основе наилучших доступных технологий в странах Европы и Российской Федерации. Проанализированы существующие критерии отнесения технологий к наилучшим доступным технологиям и их иерархия. Также рассмотрен процесс установления наилучших доступных технологий и соответствующих им уровней экологической результативности, порядок их пересмотра в случае появления более прогрессивных технологий. Проведен анализ количества образованных, утилизированных, обезвреженных и захороненных отходов электрического и электронного оборудования, показавший рост объемов образования и утилизации отходов при низкой доле рециклинга. Анализ существующей системы управления электронными отходами показал ее несоответствие рециркуляционной экономике, переход к которой был продекларирован в качестве цели, что подтверждается постоянным ростом количества электронных отходов и незначительной долей их повторного использования и обезвреживания. Для более быстрого и эффективного перехода к экономике замкнутого цикла предложено стимулировать изменение поведения потребителей электронного оборудования в части его утилизации и разработать систему управления отходами, построенную на принципах экономики замкнутого цикла, в основу которой будут положены постоянно обновляющиеся и совершенствующиеся наилучшие доступные технологии.

Ключевые слова: отходы электронной промышленности, электронные отходы, утилизация, наилучшая доступная технология, технические методы, уровни экологической результативности, рециркуляционная экономика, система управления отходами

Для цитирования: Коршунова Л.Н. Выявление приоритетных способов переработки отходов электронной промышленности на основе принципов наилучшей доступной технологии. *Экономика промышленности*. 2023;16(4):410–418. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2023-4-1208>

Identification of priority methods of recycling of electronic industry waste based on the principles of the best available technology

L.N. Korshunova ✉

National University of Science and Technology “MISIS”,
4-1 Leninskiy Ave., Moscow 119049, Russian Federation

✉ lnkorshunova76@gmail.com

Abstract. The article deals with the approach to recycling of electronic industry waste based on the implementation of the best available technology. The author has analyzed the concept of “the best available technology” in Russian scientific and legal literature as well as similar terms in the legal documentation of the European Union. It was revealed that the approach

based on the best available technology in the Russian Federation is significantly similar to that of the European countries. The existing criteria of classification of technologies to the best available technologies and their hierarchy have been analyzed. Also, the author considered the process of establishing the best available technologies and their corresponding levels of environmental performance and analyzed the amount of generated, disposed, neutralized and buried waste of electrical and electronic equipment. The analysis has shown an increase in the volume of waste generation and disposal with a low recycling rate. The analysis of the existing system of electronic waste management has shown its inconsistency with the recycling economy the transition to which was declared as a goal. It is confirmed by the constant increase in the amount of electronic waste and the insignificant rate of its reuse and decontamination. To perform a faster and more efficient transition to a closed-loop economy it has been suggested to facilitate the change of behaviour of consumers of electronic equipment in terms of its disposal and develop a waste management system built on the principles of a close-loop economy which will be based on the constantly updated and improved best available technologies.

Keywords: electronic industry waste, electronic waste, disposal, the best available technology, technical methods, levels of environmental performance, recycling economy, waste management system

For citation: Korshunova L.N. Identification of priority methods of recycling of electronic industry waste based on the principles of the best available technology. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2023;16(4):410–418. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2023-4-1208>

根据最佳可得技术原则确定电子废物回收处理的优先方法

L.N. 科尔舒诺娃 ✉

国立研究型技术大学 MISIS, 119049, 俄罗斯联邦莫斯科列宁斯基大街4号1栋

✉ lnkorshunova76@gmail.com

摘要: 文章探讨了在应用现有最佳技术的基础上回收利用电子行业废弃物的方法。文章分析了俄罗斯科学和法律文献中“最佳可得技术”概念的内容，并对欧盟规范性文件中的类似术语进行了分析。结果表明，欧洲国家和俄罗斯联邦基于最佳可得技术的方法具有显著的相似性。分析了将技术归入最佳可得技术的现有标准及其等级。还考虑了确定最佳可得技术及其相应环境性能水平的过程，以及在出现更先进技术时对其进行修订的程序。对电气和电子设备废物的产生量、回收量、处理量和掩埋量进行了分析，结果表明废物产生量和回收量都在增长，但循环利用率却很低。对现有电子废物管理系统的分析表明，该系统与向循环经济过渡的目标不一致，电子废物数量的持续增长及其再利用和处理比例低证实了这一点。为了更快、更有效地向封闭式循环经济过渡，建议刺激电子设备消费者在处理电子设备方面改变行为，并根据封闭式循环经济原则开发废物管理系统，该系统将以不断更新和改进的最佳可得技术为基础。

关键词: 电子行业废物；电子废物；回收利用；最佳可得技术；技术方法；环境性能水平；循环经济；废物管理系统

Введение

В современном мировом сообществе серьезные опасения вызывает тенденция роста количества электронных отходов. Так, Всемирная организация здравоохранения призывает страны осуществлять более эффективные действия по безопасной утилизации электронных отходов¹. Именно поэтому все большее распространение получает подход, строящийся на применении наилучших доступных технологий (НДТ). Страны,

являющиеся членами Организации экономического сотрудничества и развития (страны ОЭСР), разработали пакет документов, составляющих нормативно-правовую базу контроля промышленных выбросов. Важной частью нормативной документации является руководство по идентификации и определению НДТ, уровней эмиссий, соответствующих НДТ (BAT-AEL) и другим уровням экологической результативности (BAT-AEPL), а также по условиям выдачи разрешений на основе НДТ, включающим предельные показатели эмиссий [1]. Наибольшего успеха в управлении отходами электронной промышленности

¹ Электронные отходы – пришедшее в негодность электронное и электрическое оборудование и его части.

добились некоторые страны Европы. По данным Глобального мониторинга электронных отходов² наиболее высокий процент переработки таких отходов наблюдается у стран Северной Европы – 59 %. В Западной Европе он составляет – 54 %, в Южной Европе – 34 %, а в Восточной Европе – 23 %. При этом в среднем по миру данный показатель составляет около 18 %. Поэтому именно у европейских стран другие страны перенимают опыт построения систем управления отходами [2].

По определению Росстандарта наилучшие доступные технологии представляет собой технологию производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения³.

Также в составе российской нормативной документации применяются утвержденные Правительством России «Правила определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям»⁴, согласно которым Росстандарт утверждает и публикует на официальном сайте (в свободном доступе) информационно-технические справочники по наилучшим доступным технологиям.

Постановлением Правительства РФ от 28 декабря 2016 г. № 1508 ФГАУ⁵ «Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики» определен организацией, осуществляющей функции Бюро наилучших доступных технологий», а профильный техниче-

ский комитет по стандартизации обеспечивает единство подходов к созданию НДТ.

Также в российском правовом поле НДТ упоминаются в ст. 28.1 Федерального закона «Об охране окружающей среды»⁶, в которой указано, что «определение технологии в качестве наилучшей доступной технологии осуществляется уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти, который создает технические рабочие группы, включающие экспертов заинтересованных федеральных органов исполнительной власти, государственных научных организаций, коммерческих и некоммерческих организаций, в том числе государственных корпораций». Кроме того, отмечается, что «Правительство Российской Федерации определяет организацию, осуществляющую функции Бюро наилучших доступных технологий, ее полномочия». На сегодняшний день эту функцию осуществляет ФГАУ «Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики».

В ст. 28.1 этого документа также перечислены критерии достижения целей охраны окружающей среды для определения наилучшей доступной технологии. Анализ перечисленных критериев позволяет сказать, что для признания технологии в качестве НДТ необходимо, во-первых, обосновать минимальный в данных условиях уровень негативного воздействия на окружающую среду; во-вторых, доказать экономическую эффективность внедрения и эксплуатации технологии; в-третьих, обосновать сроки ее внедрения; в-четвертых, показать положительный результат от внедрения технологии на двух и более объектах.

В нормативно-правовой документации Европейского Союза применяется термин «наилучшие доступные технические методы» (НДТМ). Определение приведено в Директиве 2010/75/ЕС (Директиве IED)⁷. Согласно этому определению НДТМ – это наиболее эффективная и передовая стадия развития видов деятельности и мето-

² Global E-waste Monitor 2020. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Environment/Pages/Spotlight/Global-Ewaste-Monitor-2020.aspx> (дата обращения: 28.07.2023).

³ Официальный сайт Росстандарта. URL: <https://www.gost.ru/portal/gost/home/activity/NDT> (дата обращения: 28.07.2023).

⁴ Постановление Правительства РФ от 23.12.2014 № 1458 (ред. от 03.03.2021) «О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям» (вместе с «Правилами определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям»). URL: <https://base.garant.ru/70829288/> (дата обращения: 02.12.2023).

⁵ Постановление Правительства РФ от 28.12.2016 № 1508 (ред. от 03.03.2021) «О некоторых вопросах деятельности Бюро наилучших доступных технологий». URL: <https://base.garant.ru/71579116/> (дата обращения: 02.12.2023).

⁶ Статья 28.1. Наилучшие доступные технологии (введ. Федеральным законом от 21.07.2014 № 219-ФЗ). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/5b5677b304ec83610cb849eb108fadf413b1ea5a/ (дата обращения: 02.12.2023).

⁷ Директива № 2010/75/ЕС Европейского парламента и Совета Европейского Союза «О промышленных выбросах (о комплексном предотвращении загрязнения и контроле над ним) (новая редакция)». Страсбург, 24 ноября 2010 г. URL: <https://wecoop.eu/wp-content/uploads/2020/04/%D0%94%D0%98%D0%A0%D0%95%D0%9A%D0%A2%D0%98%D0%92%D0%90-%E2%84%96201075%D0%95%D0%A1.pdf> (дата обращения: 29.07.2023).

дов их осуществления, которая свидетельствует о практической пригодности определенных технологий для соблюдения пороговых значений эмиссий и иных условий разрешений, направленных на предотвращение или, в случае если это неосуществимо, снижение выбросов и влияния на окружающую среду в целом.

Документ также дает определение каждого термина в аббревиатуре НДТМ.

Технические методы предполагают не только собственно используемые данным объектом технологии, но и методы проектирования, строительства и эксплуатации объекта, а также методы вывода его из эксплуатации при завершении полезного использования.

Доступные методы означают возможность их внедрения в рассматриваемой отрасли промышленности с учетом не только технической возможности, но и экономической эффективности их применения, принимая во внимание все предполагаемые затраты. Кроме того, соответствующему субъекту должен быть обеспечен доступ к данной технологии, независимо от места ее разработки.

Наилучшие методы означают самый высокий на данном уровне развития уровень защиты окружающей среды.

Очевидно, что понимание терминов НДТ в российском законодательстве и НДТМ в европейском не имеет принципиальных отличий. Технология признается наилучшей, доступной в случае сочетания максимально высокого уровня защиты окружающей среды, технической доступности, осуществимости и экономической эффективности.

Целью данной работы является обоснование целесообразности выявления приоритетных способов переработки отходов электронной промышленности на основе принципов наилучших доступных технологий.

Задачами исследования являются:

- сравнительный анализ подхода к утилизации отходов электронной промышленности, основанного на применении НДТ, в странах Европы и в Российской Федерации;
- выявление и оценка критериев отнесения той или иной технологии к НДТ, наличие иерархии этих критериев;
- анализ процесса установления НДТ и соответствующих им уровней экологической результативности и процесса их пересмотра в соответствующих органах;
- анализ эффективности существующей системы управления электронными отходами и необходимости ее совершенствования.

Результаты и их обсуждение

На отходы электронной промышленности приходится значительное опасное воздействие на окружающую среду. Они содержат большое количество различных по химическому составу материалов, выделяющих загрязняющие вещества в воздух, воду и почву, а их обработка и утилизация требуют значительного расхода энергии и воды.

Степень воздействия на окружающую среду определяется видом отходов и используемых способов утилизации на конкретной площадке. По степени воздействия на окружающую среду электронные отходы близки к отходам автомобильной отрасли, в которой уже накоплен достаточный опыт решения проблем утилизации, хотя и в этой отрасли проблемы экологически безопасного удаления отработавших автомобильных компонентов не являются решенными [3]. Учитывая, что электронные отходы являются многокомпонентными, полезным может быть опыт создания рециклинговых моделей в других отраслях, например, текстильной [4]. Все это говорит о необходимости регулирования процесса утилизации с разработкой требований, учитывающих специфику как самих отходов, так и каждой площадки.

Во многих странах мира, в первую очередь в Европейском Союзе, задача регулирования решается путем разработки справочных документов по НДТ. Применительно к утилизации электронных отходов схема регулирования воздействия отходов электронной промышленности на окружающую среду выглядит следующим образом (**рис. 1**).

Важно отметить, что при использовании концепции НДТ в качестве критериев отнесения технологий к НДТ в Директиве IED рекомендуются следующие:

- соответствующие НДТ уровни выбросов (BAT-AELs – BAT-Associated Emission Levels and / or Environmental Performance Levels) – учитывается характер, отрицательное воздействие и объем выбросов;
- соответствующие НДТ уровни экологической результативности (BAT-AEPL – BAT-Associated Environmental Performance Levels) – использование менее опасных веществ в качестве сырья, развитие рециклинга, энерго- и ресурсосбережение;
- иные показатели экологической результативности.

Директива IED определяет соответствующие НДТ уровни выбросов как «диапазон уровней выбросов, полученный при нормальных условиях

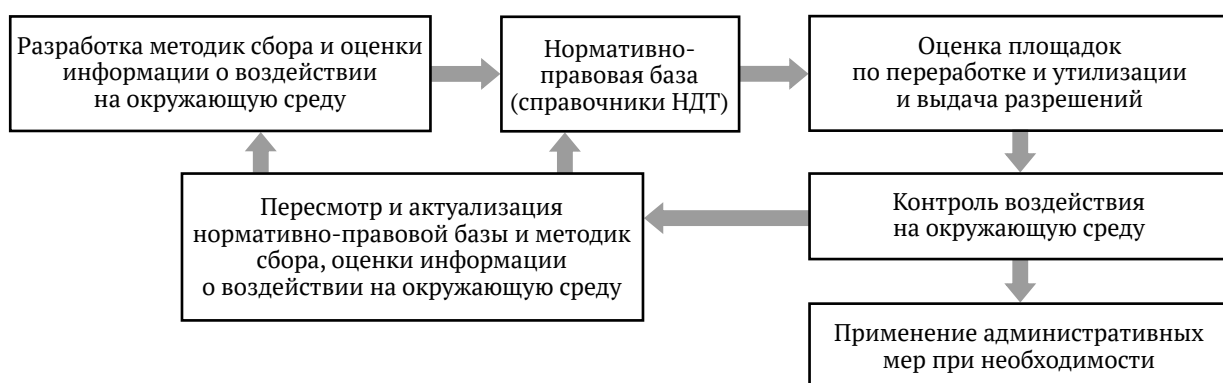


Рис. 1. Схема нормативно-правового регулирования воздействия отходов электронной промышленности на окружающую среду

Fig. 1. Regulatory scheme for the environmental impact of electronic industry waste

функционирования с использованием наилучших доступных технологий или сочетания наилучших доступных технологий, как описано в заключениях ВАТ, выраженный как среднее значение за определенный период времени при заданных условиях» (ст. 3, п. 13). Это говорит о том, что рассматриваемый подход не выделяет в качестве критерия целевые показатели эмиссии. При этом, безусловно, устанавливаются пороговые значения выбросов, которые нельзя превышать (ст. 15, п. 3), однако применение той или иной конкретной технологии не предписывается (ст. 17, п. 2), что предотвращает консервирование одних технологий и обеспечивает возможность появления других, более эффективных.

Рассмотрим этапы процесса установления НДТ.

Этапы процесса установления НДТ

На предварительном этапе определяют НДТ в национальном законодательстве и формируют компетентный орган – бюро НДТ, который призван заниматься координацией деятельности технических рабочих групп по разработке информационно-технических справочников (ИТС) по наилучшим доступным технологиям. Затем для каждой отрасли создают технические рабочие группы (ТРГ), которые состоят из экспертов в соответствующей отрасли и формируется из лиц, работающих в федеральных органах исполнительной власти, государственных научных организациях, некоммерческих организациях и в бизнесе⁸. Задачей ТРГ является согласование мнений экспертов и формирование единого подхода в отношении экологических аспектов НДТ.

Технические рабочие группы изучают опыт работы функционирующих предприятий, собирают и анализируют данные о применяемых методах предотвращения негативного воздействия на окружающую среду, параметрах эмиссий, потреблении энергии и ресурсов и другую необходимую для мониторинга информацию, которая служит базой для создания справочников НДТ в различных отраслях. Функцией ТРГ также является установление вышеупомянутых уровней экологической результативности. При исследовании процесса утилизации электронных отходов следует рассматривать ИТС 15-2016⁹ и актуализированный справочник ИТС 15-2021¹⁰. В последнем документе рассмотрены технологии утилизации и обезвреживания для целого ряда групп отходов, в том числе отходов электрического и электронного оборудования, утратившего потребительские свойства. Помимо компьютеров и периферийного оборудования, утративших потребительские свойства, к такого рода отходам отнесены любая электронная бытовая техника, коммуникационное оборудование, оптическое и фотооборудование, холодильное и вентиляционное оборудование.

Справочник ИТС 15-2021 состоит из 21 раздела. Раздел 1 содержит общую информацию о деятельности по утилизации и обезвреживанию отходов. В разделах 2-18 описаны технологиче-

⁹ ИТС 15-2016 Утилизация и обезвреживание отходов (кроме обезвреживания термическим способом (сжигание отходов). Введ.: 1 июля 2017. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200143229?ysclid=lpr49zhnh3858420648> (дата обращения: 29.07.2023).

¹⁰ ИТС 15-2021 Утилизация и обезвреживание отходов (кроме термических способов). Введ.: 1 июня 2022. URL: <https://docs.cntd.ru/document/728318728?ysclid=lpr4b8fvlvg76713851> (дата обращения: 29.07.2023).

⁸ Бюро наилучших доступных технологий. URL: <http://burondt.ru/index/o-nas.html> (дата обращения: 01.12.2023).

ские процессы, используемые в области утилизации и обезвреживания отходов как в России, так и за рубежом, а также текущие уровни эмиссии в окружающую среду. В частности, раздел 7 описывает применяемые технологические процессы в области утилизации и обезвреживания электрического и электронного оборудования, утратившего потребительские свойства. В разделе 19 приведены принципы определения технологии утилизации и обезвреживания отходов в качестве НДТ, а также указаны методы пошагового рассмотрения нескольких технологий для выбора наилучшей. В качестве принципов определения НДТ выступают критерии достижения целей охраны окружающей среды, приведенные в **табл. 1**. При этом рассмотрение критериев производится в последовательности, указанной в соответствующем столбце.

В разделе 20 рассматриваются существующие на настоящий момент НДТ. Подраздел 20.7 описывает НДТ, применяемые при утилизации электрического и электронного оборудования, утратив-

шего потребительские свойства; осветительного электрического оборудования, утратившего потребительские свойства; отходов оборудования, содержащего озоноразрушающие вещества.

Понятие перспективных технологий в области утилизации и обезвреживания отходов дано в разделе 21 Справочника, где указано, что перспективными являются технологии, находящиеся на момент рассмотрения на стадии НИОКР или промышленного внедрения, т.е. отвечающие требованиям критериев 1–4 (см. табл. 1), но пока не отвечающие критерию 5, поскольку не получили достаточно широкого распространения.

Структура описания технологии в справочнике НДТ имеет обычно ряд элементов (**табл. 2**).

Необходимо отметить, что количество обрабатываемых отходов электронной промышленности трудно оценить. Однако обязательным шагом при построении системы управления электронными отходами должна стать оценка объемов их образования [5]. Исследования, проводимые в разных странах, дали очень разные результаты.

Таблица 1 / Table 1

**Критерии достижения целей охраны окружающей среды
для определения наилучшей доступной технологии**

Criteria for achieving environmental protection to determine the best available technology

Критерий	Описание	Последовательность рассмотрения
1-й	Наименьший уровень негативного воздействия технологии на окружающую среду в расчете на единицу времени или объем выполняемой работы либо другие предусмотренные международными договорами Российской Федерации показатели	5-й
2-й	Экономическая эффективность внедрения и эксплуатации НДТ	1-й
3-й	Применение ресурсо- и энергосберегающих методов	3-й
4-й	Период внедрения НДТ	4-й
5-й	Промышленное внедрение этой технологии на двух и более объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду	2-й
Принятие членами ТРГ решения об отнесении технологии к НДТ		

Таблица 2/ Table 2

Схема изложения наилучшей доступной технологии

Best available technique outline

Элемент	Описание
Область применения	Приводятся группы и виды отходов, для утилизации которых пригодна данная технология
Краткое описание	Приводятся характеристики соответствующих процессов, применение которых позволяет отнести данную технологию к НДТ
Преимущества технологии	Технические характеристики, связанные с уровнями эмиссии/отходами и затратами всех видов ресурсов. Информация о том, как работает, обслуживается и контролируется технология, включая аспекты безопасности и экономичности

Источник: составлено автором по ИТС 15-2021. URL: https://burondt.ru/NDT/NDTDocsDetail.php?UrlId=1667&etkstructure_id=1872 (дата обращения: 01.12.2023).

Source: compiled by the authors based on ИТС 15-2021. URL: https://burondt.ru/NDT/NDTDocsDetail.php?UrlId=1667&etkstructure_id=1872 (accessed on 01.12.2023).

Таблица 3 / Table 3

Объемы образования, утилизации, обезвреживания и захоронения отходов электрического и электронного оборудования за 2019–2022 гг.

Volumes of generation, use and neutralization of waste electrical and electronic equipment in 2019–2022

Год	Образование отходов, т	Утилизировано отходов, т			Обезврежено отходов, т	Захоронено отходов, т
		всего	для повторного применения (рециклинг)	предварительно прошедших обработку		
2019	87 832	109 411	25 218	77 779	1920	9341
2020	102 553	359 735	34 670	174 941	935	5954
2021	116 668	396 140	68 635	192 824	4135	2862
2022	113 372	399 330	116 990	196 816	1503	2095

Источник: составлено автором по Информации об образовании, обработке, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления. URL: <https://rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/production-consumption-waste/> (дата обращения: 12.08.2023).

Source: compiled by the authors based URL: <https://rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/production-consumption-waste/> (accessed on 01.12.2023).

В отчете Глобального мониторинга электронных отходов ООН за 2019 г.¹¹ говорится, что объем электронных отходов достиг 53,6 млн т, что эквивалентно 7,3 кг выброшенной техники на каждого жителя планеты. При этом наибольшее количество отходов произведено в Азии (24,9 млн т), далее следуют Северная и Южная Америка (13,1 млн т) и Европа (12 млн т). Значительно меньше показатели у Африки и Океании (2,9 и 0,7 млн т соответственно). При пересчете количества образованных отходов на душу населения на первое место выходит Европа (16,2 кг), а на второе – Океания (16,1 кг). Еще сложнее оценить объемы использования и обезвреживания отходов. В Глобальном мониторинге говорится, что по официальным данным в 2019 г. собрано и переработано электронных отходов примерно 17,4 % от общего объема всех произведенных. Судьба 82,6 % (44,3 млн т) электронных отходов, произведенных в 2019 г., остается неясной. Наблюдающиеся во всем мире процессы урбанизации, рост численности населения будут лишь способствовать росту количества отходов [6], а электронные отходы являются одной из самых быстрорастущих категорий [7–10].

В России в 2019–2022 гг. определены объемы образования, использования и обезвреживания рассматриваемых групп отходов (табл. 3).

Из данных табл. 3 следует, что количество образованных отходов выросло с 87 832 т в 2019 г. до 113 372 т в 2022 г. Количество утилизируемых отходов увеличилось за этот же период в 3,6 раза. Однако из утилизированных отходов лишь около четверти (от 23 % в 2019 г. до 29 % в 2022 г.)

использовано для повторного применения (рециклинга). Большая часть отходов подвергается так называемой термической утилизации, т.е. сжигается. Количество обезвреженных отходов меняется неравномерно. Положительным моментом можно признать неуклонное снижение количества отходов, отправленных на захоронение. При этом в Приказе Минприроды России от 11.06.2021 № 399 «Об утверждении требований при обращении с группами однородных отходов I–V классов опасности»¹² сказано, что отходы электронного оборудования подлежат сбору, накоплению, хранению, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, условия и способы которых должны обеспечивать безопасность окружающей среды и здоровья человека. Этот же приказ обязывает индивидуальных предпринимателей и юридические лица передать эти отходы юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям, осуществляющим на законных основаниях деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию и хранению видов отходов, отнесенных к группе однородных отходов «Отходы электронного оборудования», в течение 11 месяцев со дня образования отходов электронного оборудования. Также указано, что обработка отходов электронного оборудования перед их утилизацией является обязательной в случае, если они содержат драгоценные металлы, химические источники тока, детали, содержащие ртуть, свинец.

¹¹ Global E-waste Monitor 2020. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Environment/Pages/Spotlight/Global-Ewaste-Monitor-2020.aspx> (дата обращения: 28.07.2023).

¹² Приказ Минприроды России от 11.06.2021 № 399 «Об утверждении требований при обращении с группами однородных отходов I–V классов опасности». Минюсте России 30.11.2021 № 6609. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_402074/ (дата обращения: 12.08.2023).

В ИТС 15-2021 отмечается, что количество поступающего на рынок России электронного и электрического оборудования составляет около 70 млн ед., а общее количество электронного лома может вскоре превысить 1 млн т. Указанные факты свидетельствуют о том, что, несмотря на большую проделанную работу в рамках выявления и внедрения НДТ в области утилизации отходов, пока рано говорить о наличии работающей системы управления отходами. Такую систему необходимо выстраивать, основываясь на принципах рециркуляционной экономики [11], с обязательным внедрением. Важным шагом также должно стать изменение поведения потребителей электронного оборудования в части его утилизации [12–15]. В настоящее время так называемая мусорная реформа (внесенные Государственной Думой изменения в закон «Об отходах производства и потребления», вступившие в силу 1 янв. 2019 г.¹³) не привела к декларируемым в ней целям: значительному снижению объемов отходов, отправляемых на полигоны, и переходу на экономику замкнутого цикла. В текущих планах регионов до 2030 г., касающихся управления отходами, в первую очередь речь идет о полигонном захоронении и развитии инфраструктуры для мусоросжигания [16], что отнюдь не означает перехода к экономике замкнутого цикла.

¹³ Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 № 89-ФЗ (посл. ред.). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (дата обращения: 12.08.2023).

Заключение

Таким образом, проблема поиска НДТ для обезвреживания отходов электрического и электронного оборудования остается нерешенной и крайне актуальной как в России, так и во всем мире.

Подходы к определению НДТ для утилизации и обезвреживания электронных отходов не имеют принципиальных отличий для стран ЕС и России. Технология признается наилучшей доступной в том случае, если сочетает в себе максимально высокий уровень защиты окружающей среды, техническую доступность и осуществимость, экономическую эффективность, приемлемость по срокам внедрения и наличие положительного опыта внедрения технологии на двух и более объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

В России определением уровней экологической результативности занимаются ТРГ. Собранные ими информация служит основой для создания справочников НДТ. В них описание НДТ производится по определенной схеме, в соответствии с принятыми критериями отнесения технологии к наилучшей доступной. Тем не менее при этом не предписывается применение той или иной технологии, так как происходит их постоянное развитие и улучшение.

Нерешенность проблемы утилизации электронного оборудования предопределяет необходимость разработки системы управления отходами, построенной на принципах экономики замкнутого цикла, в основу которой будут положены постоянно обновляющиеся и совершенствующиеся НДТ.

Список литературы / References

1. OECD (2020), *Best Available Techniques (BAT) for Preventing and Controlling Industrial Pollution, Activity 4: Guidance Document on Determining BAT, BAT Associated Environmental Performance Levels and BAT-Based Permit Conditions*, OECD. 94 p. URL: <https://eipc.center/wp-content/themes/fgau/publics/guidance-document-on-determining-bat-eng.pdf?ysclid=lnx0zsmn3f295033169>
2. Chaudhary K., Vrat P. Case study analysis of e-waste management systems in Germany, Switzerland, Japan and India: A RADAR chart approach. *Benchmarking: An International Journal*. 2018;25(9):3519–3540. <https://doi.org/10.1108/BIJ-07-2017-0168>
3. Савон Д.Ю., Колотырин К.П., Сахно Э.С. Управление проектами авторециклинга на основе государственно-частного партнерства. *Экономика промышленности*. 2021;14(2):203–213. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2021-2-203-213>
4. Долгушин А.Б., Цуканов А.А., Петров А.Д. Перспективы перехода текстильной промышленности России на экономику замкнутого цикла. *Экономика промышленности*. 2021;14(4):418–424. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2021-4-418-424>
5. Dolgushin A.B., Tsukanov A.A., Petrov A.D. Prospects for the transition of the textile industry in the Russian to a closed-loop economy. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2021;14(4):418–424. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2021-4-418-424>
6. Ikhlayel M. An integrated approach to establish e-waste management systems for developing countries. *Journal of Cleaner Production*. 2018;170:119–130. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.137>
7. Savon D.Yu., Kolotyryn K.P., Sakhno E.S. Management of based on public private partnership auto-recycling projects. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2021;14(2):203–213. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2021-2-203-213>

6. Крельберг А.Б. Перспективы перехода индустрии обращения с твердыми коммунальными отходами на экономику замкнутого цикла. *Экономика промышленности*. 2022;15(1):49–57. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-1-49-57>
Krelberg A.B. Prospects for the transition of the municipal solid waste management industry to a circular economy. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2022;15(1):49–57. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-1-49-57>
7. Фаюстов А., Гуреев П. Проблемы управления отходами электрического и электронного оборудования. *Экология и промышленность России*. 2020;24(6):60–66. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2020-6-60-66>
Fayustov A., Gureev P. Electrical and electronic equipment waste management problems. *Ecology and Industry of Russia*. 2020;24(6):60–66. (In Russ.). <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2020-6-60-66>
8. Европейская экономическая комиссия ООН. Образующиеся электронные отходы, на душу населения. URL: <https://w3.unece.org/SDG/ru/Indicator?id=218> (дата обращения: 01.12.2023).
9. Chen M., Ogunseitani O.A. Zero E-waste: Regulatory impediments and blockchain imperatives. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*. 2021;15:114. <https://doi.org/10.1007/s11783-021-1402-x>
10. Sahajwalla V., Gaikwad V. The present and future of e-waste plastics recycling. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*. 2018;13:102–107. <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2018.06.006>
11. Коршунова Л.Н., Сидорова Е.Ю., Костюхин Ю.Ю. Факторы и ориентиры рециркуляционной экономики России и построение системы управления отходами. *Экономика промышленности*. 2022;15(3):276–286. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-3-276-286>
Korshunova L.N., Sidorova E.Yu., Kostukhin Yu.Yu. Factors and guidelines of recycling economics in Russia and building up the waste management system. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2022;15(3):276–286. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-3-276-286>
12. Vijayan R., Krishnan M., Parayitam S., Duraisami Sh., Saravanaselvan N. Exploring e-waste recycling behaviour intention among the households: Evidence from India. *Cleaner Materials*. 2023;7:100174. <https://doi.org/10.1016/j.clema.2023.100174>
13. Corsini F., Gusmerotti N., Frey M. Consumer's circular behaviors in relation to the purchase, extension of life, and end of life management of electrical and electronic products: A review. *Sustainability*. 2020;12(24):10443. <https://doi.org/10.3390/su122410443>
14. Aboelmaged M. E-waste recycling behaviour: An integration of recycling habits into the theory of planned behaviour. *Journal of Cleaner Production*. 2021;278:124182. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124182>
15. Echegaray F., Hansstein F.V. Assessing the intention-behavior gap in electronic waste recycling: the case of Brazil. *Journal of Cleaner Production*. 2017;142(1):180–190. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.064>
16. Будатаров С.И., Канунников А., Литвинцева Е., Аниськов Е., Комарова А., Мишина Ю., Байкина К., Завьялов С., Карасевич В., Слияков Е. Закопать и сжечь. РАНХиГС и «Б-Регенерация» исследовали терсхемы управления отходами. *Коммерсантъ*. 10.08.2021. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4918140>

Информация об авторе

Людмила Николаевна Коршунова – канд. экон. наук, доцент, Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», 119049, Москва, Ленинский просп., д. 4, стр. 1, Российская Федерация; e-mail: lnkorshunova76@gmail.com

Information about the author

Lyudmila N. Korshunova – PhD (Econ.), Associate Professor, National University of Science and Technology “MISIS”, 4-1 Leninskiy Ave., Moscow 119049, Russian Federation; e-mail: lnkorshunova76@gmail.com

Поступила в редакцию 19.08.2023; поступила после доработки 01.12.2023; принята к публикации 02.12.2023

Received 19.08.2023; Revised 01.12.2023; Accepted 02.12.2023