

**ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ, ЭКОЛОГОБЕЗОПАСНЫЕ  
И РЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ****NATURE MANAGEMENT, ECOLOGICALLY SAFE AND RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES  
ПРЫРОДАКАРЫСТАННЕ, ЭКОЛАГАБЯСПЕЧНЫЯ І РЭСУРСАЗБЕРАГАЛЬНЫЯ ТЭХНАЛОГІІ**

УДК 338.05:338.2

**Б. С. Войтешенко***Белорусский государственный экономический университет,  
Минск, Беларусь, e-mail: voiteshenko@bseu.by***К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ**

**Аннотация.** Рассмотрены современное состояние дел по сбору производственных и бытовых отходов, возможные варианты их переработки и дальнейшего использования, подняты проблемы воздействия отходов на окружающую среду и отмечены недостатки отдельных способов их переработки.

**Ключевые слова:** отходы, переработка отходов, вторичные материальные ресурсы, методы обезвреживания отходов, окружающая среда

**B. S. Voitshenko***Belarusian State Economic University,  
Minsk, Belarus, e-mail: voitshenko@bseu.by***TO THE ISSUE OF EFFICIENT USE OF SECONDARY MATERIAL**

**Abstract.** The article discusses the current status of industrial and household waste collection, possible options for their recycling and reuse. This article addresses the problems of the impact of waste on the environment as well as weaknesses of various waste processing methods.

**Keywords:** waste, waste treatment, secondary material resources, methods of waste disposal, environment

**Б. С. Вайцяшэнка***Беларускі дзяржаўны эканамічны ўніверсітэт,  
Мінск, Беларусь, e-mail: voitshenko@bseu.by***ДА ПЫТАННЯ ВЫКАРЫСТАННЯ ДРУГАСНЫХ МАТЭРЫЯЛЬНЫХ РЭСУРСАЎ**

**Анотацыя.** Разглядаецца сучаснае становішча спраў да збору адходаў вытворчасці і бытовых адходаў, магчымыя варыянты іх перапрацоўкі і далейшага выкарыстання. Аўтар закранае праблемы ўздзеяння адходаў на навакольнае асяроддзе і адзначае недахопы асобных спосабаў іх перапрацоўкі.

**Ключавыя словы:** адходы, перапрацоўка адходаў, другасныя матэрыяльныя рэсурсы, метады абясшкоджвання адходаў, навакольнае асяроддзе

**Введение.** Самая простая и доступная формула устойчивого развития – сохранение природных ресурсов и среды обитания для будущих поколений землян. Наши потомки должны дышать чистым воздухом, питаться экологически чистыми продуктами и обеспечивать непрерывность продолжения человеческого рода на планете Земля. Уменьшить нагрузку на природу возможно путем рационального использования ее ресурсов. Общий объем материальных ресурсов складывается из природных материальных ресурсов и вторичного сырья, источником которого являются отходы. В настоящее время на каждого жителя планеты приходится в среднем более одной тонны мусора в год.

**Текущее состояние объемов образования отходов и уровня их переработки.** Объем отходов производства и их использование представлены в табл. 1. Как видно из табл. 1, в наиболее благоприятном с точки зрения использования отходов производства 2013 г. [1] было переработано 49,8 % образовавшихся отходов. После 2013 г. наблюдается негативная тенденция – удельный вес использованных отходов производства уменьшился на 1/3 (до 33,1 %).

Таблица 1. Образование, использование и удаление отходов производства в организациях по областям и г. Минску (2012–2018 гг.)

Год	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Образовалось отходов, тыс. т							
Республика Беларусь	40 847	40 305	52 529	49 865	49 448	55 506	60 723
Брестская	1053	1412	1449	1244	1579	1488	1974
Витебская	862	843	836	552	510	769	770
Гомельская	3120	2993	3702	3097	2867	3114	4639
Гродненская	1781	2196	1864	1786	2072	2349	2528
г. Минск	1617	2397	2072	1980	2858	3139	3185
Минская	29 665	27 355	38 210	36 601	36 565	40 714	43 316
Могилевская	2749	3109	4396	4605	2996	3933	4313
Использовано отходов, тыс. т							
Республика Беларусь	13 066	20 059	16 654	12 164	13 213	15 798	20 103
Брестская	902	1221	1244	1039	1450	1343	2211
Витебская	518	553	631	388	397	633	627
Гомельская	2244	7020	5032	2632	1730	1748	3162
Гродненская	1396	1404	1131	1008	1425	1816	1925
г. Минск	671	1162	996	1177	2068	2473	2760
Минская	4652	5871	5772	3362	4016	4304	5510
Могилевская	2683	2828	1848	2557	2128	3481	3912
В процентах от объема образовавшихся отходов							
Республика Беларусь	32,0	49,8	31,7	24,4	26,7	28,5	33,1
Брестская	85,7	86,5	85,9	83,5	91,8	90,3	112,0
Витебская	60,1	65,6	75,5	70,3	77,9	82,3	81,4
Гомельская	71,9	234,5	135,9	85,0	60,3	56,1	68,2
Гродненская	78,4	63,9	60,7	56,4	68,8	77,3	76,2
г. Минск	41,5	48,5	48,1	59,4	72,3	78,8	86,7
Минская	15,7	21,5	15,1	9,2	11,0	10,6	12,7
Могилевская	97,6	91,0	42,0	55,5	71,0	88,5	90,7
Удалено отходов, тыс. т							
Республика Беларусь	28 527	25 277	39 037	38 905	36 921	40 035	41 975
Брестская	165	209	248	241	223	196	130
Витебская	348	301	224	173	148	162	152
Гомельская	1305	648	1431	1306	1322	1435	2138
Гродненская	475	856	824	827	694	619	622
г. Минск	949	1240	1091	820	887	705	474
Минская	25 049	21 526	32 522	33 274	32 667	36 445	37 852
Могилевская	236	497	2698	2264	979	472	607

Положительную динамику по использованию отходов производства демонстрируют Брестская, Витебская области и г. Минск. В г. Минске удельный вес использованных отходов вырос от 45,6 % в 2011 г. до 86,7 % в 2018 г., в Витебской области – от 61,9 до 81,4 %, в Брестской – от 89,8 до 112 %. В Гомельской области в 2018 г. отмечается существенный рост по сравнению с 2017 г. В Гродненской, Минской и Могилевской областях удельный вес использованных отходов производства уменьшился. Лидером по использованию отходов является Брестская область, а аутсайдером – Минская (12,7 %).

В целом по Беларуси в 2018 г. уровень использования промышленных отходов составлял 33,1 %, а твердых коммунальных отходов (ТКО) – 20 % (с учетом сбора бытового лома металлов и органической фракции коммунальных отходов) [2–4]. Использование отходов в качестве вторичного сырья позволяет экономить первичное сырье и материалы: использование 1 т макулатуры экономит 3,5 м<sup>3</sup> древесины; 1 т вторичного полимерного сырья – 0,7 т первичного; 1 т изношенных шин – 0,33 т каучука синтетического; 1 т вторичного текстильного сырья – 0,7 т натуральных или синтетических волокон.

В Беларуси образуется и вывозится транспортом специального назначения значительное, хотя и уменьшающееся количество твердых и жидких коммунальных отходов: в 2012 г. было

вывезено и захоронено 3355 тыс. т твердых и 1426 тыс. м<sup>3</sup> жидких коммунальных отходов, в 2018 г. – 3081 тыс. т твердых и 1065 тыс. м<sup>3</sup> жидких коммунальных отходов [1].

Вывоз и складирование твердых и жидких коммунальных отходов наносит ущерб окружающей среде, приводит к безвозвратным потерям вторичных материальных ресурсов, тогда как коммунальные отходы могут частично удовлетворить потребность в отдельных видах сырья. В 2018 г. сбор основных вторичных материальных ресурсов (отходы бумаги и картона, стекла, полимеров, текстиля, изношенных шин) составил 714,3 тыс. т (табл. 2), что на 9 % больше, чем в 2017 г.

Т а б л и ц а 2. Заготовка вторичных материальных ресурсов (ВМР) в 2017 и 2018 гг. в Беларуси, тыс. т

Область	2017 г.	2018 г.
Брестская	84,4	90,8
Витебская	73,4	75,0
Гомельская	101,3	111,3
Гродненская	64,5	81,8
г. Минск	174,8	77,4
Минская	73,0	88,2
Могилевская	82,6	189,55
Республика Беларусь	654,0	714,3

Источник. По данным ГУ «Оператор ВМР».

Функционирующая система сбора ВМР включает 420 организаций: ЖКХ (около 150), потребительской кооперации (более 100), ГО «Белресурсы», организаций безведомственной подчиненности, индивидуальных предпринимателей.

**ВМР, их формирование и использование.** Традиционно ведущее положение по сбору макулатуры, ветоши и стекла занимает заготовительная система потребительской кооперации. Это наиболее распространенные ВМР для населения с точки зрения закупочных цен. Данные по объемам заготовки ВМР в 2018 г. по видам и в разрезе областей представлены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3. Заготовка различных видов ВМР в 2018 г., тыс. т

Область	ВМР					
	отходы бумаги и картона	отходы стекла	полимерные отходы	изношенные шины	отработанные масла	отходы ЭЭО
Брестская	42,1	25,2	13,0	7,0	2,45	1,03
Витебская	35,2	20,1	9,0	6,7	1,91	2,04
Гомельская	42,8	38,3	17,7	7,4	2,31	2,83
Гродненская	36,8	25,3	10,6	6,5	1,92	0,64
г. Минск	37,3	19,6	9,4	6,3	2,87	1,89
Минская	37,9	25,2	10,9	10,8	1,72	1,69
Могилевская	123,8	35,5	15,2	7,2	3,58	4,27
Республика Беларусь	<b>355,9</b>	<b>189,5</b>	<b>85,8</b>	<b>51,9</b>	<b>16,76</b>	<b>14,39</b>

Источник. По данным ГУ «Оператор ВМР».

Так, в 2018 г. по сравнению с 2012 г. объем заготовки увеличился по отходам стекла на 221 %, изношенным шинам – на 120 %, по полимерным отходам – на 214 %, отходам бумаги и картона – на 35 % (рисунок).

За время реализации Государственной программы сбора (заготовки) и переработки вторичного сырья (2008–2018 гг.) объем сбора основных видов ВМР увеличился в 3,5 раза (по данным ГУ «Оператор ВМР»). За время работы ГУ «Оператор ВМР» (создано 01.08.2012 Министерством ЖКХ Республики Беларусь для координации деятельности в сфере обращения с ВМР в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 11.07.2012 № 313 «О некоторых вопросах обращения с отходами потребления») общий объем сбора основных видов ВМР увеличился на 55 %.



Динамика сбора ВМР в Республике Беларусь (2012–2018 гг.)

Одной из мер, направленных на увеличение объема извлекаемых ВМР из коммунальных отходов, является создание станций сортировки отходов, что позволяет интегрироваться в действующую систему сбора, вывоза и обезвреживания отходов от населения, а также дает возможность механизировать процесс разделения отходов, устанавливать оборудование для предварительной подготовки ВМР к использованию (мойки, дробилки, прессы и т.д.), уплотнять отсортированные отходы, подлежащие захоронению.

В Республике Беларусь работает семь мусороперерабатывающих заводов: в Гомеле, Гродно, Могилеве, Бресте, Барановичах, Новополоцке и Минске суммарной мощностью 620 тыс. т в год. Минская область, включая столицу, является самым крупным «производителем» коммунальных отходов (приблизительно 25 % от всех ТКО Беларуси). Эффективность их работы пока остается довольно низкой. Это связано с отсутствием технологий по использованию отходов. Второй из основных проблем является наличие в их составе пищевых и иных органических отходов. Выделение пищевых и органических отходов позволит увеличить процент ВМР.

Мировой опыт показал, что организация отдельного сбора отходов позволяет снизить затраты на их сортировку и в определенной мере контролировать поступление загрязняющих веществ в окружающую среду. С 2011 г. в республике ведется сбор отработанных элементов питания. В 2013 г. организован сбор электронного и электрического оборудования (далее ОЭЭО). С 2015 г. реализуются мероприятия по централизованному сбору от физических лиц ОЭЭО, ламп газоразрядных ртутьсодержащих, элементов питания в местах розничной торговли в соответствии с Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 2 декабря 2014 года № 1124.

Объем образования ОЭЭО оценивается в 30 тыс. т в год. В настоящее время на территории республики функционирует 6 объектов по использованию ОЭЭО (производственные участки по переработке электронной техники, оборудования, содержащего драгоценные металлы). В 2018 г. было заготовлено 14,4 тыс. т ОЭЭО (48 % от объемов их образования). Рост по сравнению с 2017 г. составляет 232,1 %. Несмотря на значительный рост объемов сбора ОЭЭО существует необходимость дальнейшего расширения сбора этих отходов с целью сделать его более доступным для населения и исключить неорганизованную разборку ОЭЭО гражданами самостоятельно.

Объем образования отработанных элементов питания оценивается в 650–700 т в год. С ноября 2017 г. в республике работает один объект, занимающийся переработкой отходов элементов питания (ООО «БелВТИ») мощностью 100 т в год (при односменной работе). В 2018 г. было собрано (заготовлено) 193,9 т отходов элементов питания, что составляет 30 % от объема их образования, 839,3 тыс. штук отработанных ламп газоразрядных ртутьсодержащих (по данным ГУ «Оператор ВМР»).

Применяемые в Беларуси технологии не позволяют осуществить возврат многих отходов в сферу производства или безопасное захоронение. В связи с этим требуется применение различных методов обезвреживания отходов. Ежегодно в республике обезвреживается в среднем

200 тыс. т опасных и не опасных отходов производства. Наиболее применяемый метод – термическое обезвреживание отходов (свыше 65 % от общего объема). Физико-химическим способом обезвреживается 25 % отходов, остальными методами (химический и электрохимический способы, биологическая обработка) обезвреживается порядка 10 %.

Термическим методом обезвреживаются отходы химических производств и медицинские. Однако термическое обезвреживание отходов (сжигание) имеет ряд недостатков: 1) образуются опасные выбросы в атмосферу в форме диоксинов. Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях включает сжигание отходов в список основных источников поступления диоксинов в окружающую среду. Поэтому строительство новых установок для сжигания отходов нецелесообразно; 2) на сжигание медицинских отходов приходится примерно 10 % от общего количества ртути, попадающей в окружающую среду в результате хозяйственной деятельности человека; 3) при сжигании образуется зола, составляющая около 25 % от первоначального объема отходов, с очень высоким содержанием токсичных соединений и тяжелых металлов; 4) сжигание является относительно дорогой технологией для обезвреживания отходов. Капитальные затраты на сжигающее и газоочистное оборудование достаточно высоки, а потребность в обученном и опытным персонале увеличивает и эксплуатационные расходы.

Поскольку термическое обезвреживание является на сегодняшний день основным, возникает необходимость разработки и применения новых технологий, способных снизить степень негативных последствий.

С целью систематизации и повышения эффективности использования ВМР и уменьшения вредного воздействия отходов на окружающую среду Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 567 от 28 июля 2017 г. утверждена Национальная стратегия по обращению с твердыми коммунальными отходами и вторичными материальными ресурсами в Республике Беларусь на период до 2035 года.

Целью национальной стратегии является определение основных направлений минимизации вредного воздействия твердых коммунальных отходов (ТКО) на здоровье человека, окружающую среду и рациональное использование природных ресурсов путем предотвращения образования отходов и максимально возможного извлечения компонентов, содержащихся в отходах (органика, металлолом, бумага и картон, стекло, полимеры, текстиль, изношенные шины и др.), вовлечение их в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья, внедрение современных технологий сбора, компостирования биологических отходов и энергетического использования в виде RDF-топлива, тепловой и электрической энергии. Эта стратегия обеспечивает достижение показателей эффективности обращения с отходами, установленных Национальной стратегией устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2030 года (табл. 4).

Т а б л и ц а 4. Показатели эффективности государственной политики в сфере обращения с отходами

Показатель	2015 г. (факт)	2020 г. (план)	2025 г. (план)	2030 г. (план)
Использование ТКО, процент от общего объема их образования	15,6	25	35	40

Источник. «Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2030 года».

Как видно из табл. 4, в течение трех пятилеток удельный вес использования ТКО вырастет более чем в 2,5 раза. Это неплохой показатель. Методы использования ТКО можно условно разделить на следующие три группы: 1) переработка (рециклинг) – возврат отдельных компонентов ТКО в хозяйственный оборот путем их выделения и передачи в качестве сырья и материалов для производства продукции. Рециклинг важен не только как средство снижения загрязнения окружающей среды, но и как способ сокращения потребности в первичных ресурсах. Предприятия, занимающиеся рециклингом, в качестве сырья используют отходы других производств, восстанавливают либо перерабатывают их в продукцию, пользующуюся спросом на рынке; 2) компостирование – использование органической части ТКО после ее биологической

обработки (разложение органических субстанций) при помощи различных микроорганизмов; 3) сжигание – использование смешанных ТКО или выделенных из них теплотворных фракций для получения тепловой и/или электрической энергии.

Опыт работы белорусских мусороперерабатывающих заводов показывает, что объем извлечения ВМР из смешанных (твердых бытовых отходов) ТБО составляет в зависимости от сезона не более 15 % от общего объема поступающих отходов (как правило, это отходы бумаги, стекла, пластика, текстиля, изношенных шин), остальной объем образует балластную часть и вывозится на захоронение.

В Беларуси не используется такой метод переработки, как компостирование. В России в ряде городов построены заводы по биотермической обработке ТБО с использованием российского оборудования. Компостирование мусора проводится в биотермических барабанах производительностью 20–30 тыс. т в год. Используется технология аэробного биотермического компостирования, при которой значительная (более 50 %) часть ТБО обезвреживается и превращается в компост, который сельские и городские хозяйства применяют в качестве биотоплива и органического удобрения.

Однако наряду с полезными компонентами (органика, азот, фосфор, калий, кальций и др.) в компосте присутствуют микроэлементы металлов. Поэтому при внесении компоста в почву необходимо учитывать фоновые концентрации этих элементов, чтобы не превысить значения предельно допустимых концентраций. Например, в Швеции отказались от компостирования отходов. Из 25 заводов по переработке мусора на компост более половины переоборудовано на сжигание, а строительство новых заводов компостирования прекращено.

Сжигание является одним из основных направлений утилизации отходов в мире, но не столько с целью их уничтожения, сколько для получения тепловой энергии. При выборе данного способа обезвреживания ТБО определяющим должны быть использование многоступенчатой системы очистки отходящих газов и постоянный автоматический контроль качества выбрасываемых газов в атмосферный воздух.

**Выводы.** В условиях рыночной экономики эффективное управление отходами и возвращение части их в производство и потребление должно стать одним из основных способов воспроизводства материальных ресурсов, снижения антропогенной нагрузки на окружающую природную среду. В связи с этим в республике должен сформироваться рынок вторичных ресурсов как сегмент общенационального рынка, поскольку состояние дел на рынке вторичных ресурсов в той или иной степени отражает процессы, протекающие во всех сферах экономики страны.

Анализ показал, что во многих случаях четко не определены имущественные права на отходы. Если ими наделены юридические лица, то можно говорить о безусловном имущественном праве собственника и полноценной товарной форме отходов. Размещение же этих отходов за пределами предприятий приводит к неопределенности имущественных прав. Еще более сложная ситуация с генерацией отходов частными лицами. С определенного момента большинство граждан снимают с себя ответственность за дальнейшую судьбу отходов, передав право решать эту проблему муниципальным и государственным органам власти. Следует отметить и то обстоятельство, что иногда предприятия и частные лица, стремясь избежать платы за сбор и размещение отходов, осуществляют несанкционированный их выброс в окружающую среду, т. е. здесь возникает классическая проблема «безбилетного пассажира», пользующегося бесплатно общественными благами.

Несовершенство рыночных отношений в секторе обращения отходов и вовлечения их в хозяйственный оборот не отвергает возможность использования рыночных регуляторов уже в настоящее время, однако эффективность их применения будет зависеть от решения ряда проблем: более четкое определение прав на отходы и, как следствие, введение дифференцированных систем платы за их размещение; создание механизма поддержания конкуренции среди покупателей и переработчиков отходов, а также разработка мер по поддержанию конкурентоспособности вторичных ресурсов.

### Список использованных ресурсов

1. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Стат. сб. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2019. – С. 170–194.
2. Об объемах сбора и использования вторичных материальных ресурсов, размерах и направлениях расходования средств, полученных от производителей и поставщиков в 2018 году; отчет оператора вторичных материальных ресурсов. – Минск, 2019.
3. Об утверждении Национальной стратегии по обращению с твердыми коммунальными отходами и вторичными материальными ресурсами в Республике Беларусь на период до 2035 года [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 28 июля 2017 г., № 567 // Нац. центр правовой информации Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://www.etalonline.by/document/?regnum=c21700567>. – Дата доступа: 20.02.2020.
4. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2030 года [Электронный ресурс] // Минэкономики Респ. Беларусь. – Режим доступа: [https://www.economy.gov.by/ru/dejst\\_prognoz\\_dok-gu/](https://www.economy.gov.by/ru/dejst_prognoz_dok-gu/). – Дата доступа: 20.02.2020.

*Поступила 25.02.2020*