

УДК 504.064.47

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-51-58

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ В Г.ДУБНА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Каплина С.П.¹, Семенова М.В.², Каманина И.З.¹

¹ Государственный университет «Дубна»

141980, Московская обл., г.Дубна, ул. Университетская 19, Российская Федерация

² ООО «Российско-финская компания «ЭКОСИСТЕМА»

141980 Московская область, г. Дубна, проезд Автолюбителей, д.14, стр.4.,
Российская Федерация

Аннотация. В работе дана характеристика новой системы управления отходами, реализованной структурным подразделением финского концерна L&T ООО «Российско-финская компания «Экосистема» в наукограде Дубна Московской области. В городе осуществлен стопроцентный раздельный сбор отходов, действует двухконтейнерная система сбора отходов, работает мусоросортировочный комплекс (МСК). Анализ данных, полученных с МСК, показал, что выход вторичных материальных ресурсов из потока ТКО, поступивших на сортировку в период с 2011 по 2015 гг., составил от 5,2 % до 10,1 %. Эколого-экономическая оценка системы обращения с ТКО в Дубне выполнена для двух альтернативных вариантов. Приведены расчёты затрат на извлечение вторичного сырья, поступившего на МСК, прибыли от реализации получаемого вторичного сырья, затрат на захоронение потока ТКО на полигоне. Показано, что ежегодный эколого-экономический эффект от внедрения новой системы управления ТКО на территории г. Дубна Московской области составляет 4,36 млн. руб.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы, город, Московская область, раздельный сбор мусора, мусоросортировочный комплекс, эколого-экономическая эффективность.

ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF A NEW SYSTEM OF MANAGEMENT OF SOLID COMMUNAL WASTE IN THE TOWN OF DUBNA, MOSCOW REGION

S. Kaplina¹, M. Semenova², I. Kamanina¹

¹ Dubna State University

ul. Universitetskaya 19, 141980 Dubna, Moscow region, Russian Federation

² The Russian-Finnish Company «ECOSYSTEM» LLC

proezd Avtolyubiteley 14, stroenie 4, 141980 Dubna, Moscow region, Russian Federation

Abstract. We present the characteristics of a new waste management system, implemented by the structural division of the Finnish company L&T, The Russian-Finnish company 'Ecosystem' in the science town of Dubna, Moscow region. The operation of the waste sorting facility has

© СС ВУ Каплина С.П., Семенова М.В., Каманина И.З., 2018.

helped to reach a 100% level of separate waste collection within the city by using the system of waste collection consisting of two containers and a waste sorting complex (WSC). The analysis of the data from the WSC shows that the yield of the secondary raw material out of municipal solid waste (MSW) has increased from 5.2% to 10.1% over a period of 5 years. Environmental and economic evaluation of the systems for the MSW management in Dubna is performed for two variants. The costs of recovery of secondary raw materials from the WSC, profit from the sale of the recovered secondary raw materials, costs of disposal of the MSW stream at the landfill are evaluated. It is shown that the annual environmental and economic effect of the introduction of the new system of MSW management on the territory of Dubna, Moscow region, is 4.36 million RUB.

Key words: municipal solid waste, city, Moscow region, separate waste collection, waste sorting facility, ecological and economic efficiency.

Актуальность

Переход к рыночной экономике, рост покупательной способности населения, процессы глобализации – все это привело к увеличению номенклатуры производимых товаров и вместе с тем к постоянному росту отходов производства и потребления. Ежегодный рост объемов образования отходов, в первую очередь коммунальных, уменьшение территориальных возможностей для их размещения на полигонах, увеличение времени и средств на доставку отходов от мест их образования до пунктов конечного размещения требует разработки и организации современной системы управления отходами.

Общие тенденции, сложившиеся в области вывоза и переработки твердых коммунальных отходов (ТКО) в России выглядят следующим образом: в 2000 г. на размещение было направлено около 144 млн. м³ отходов, в 2016 г. – 238,7 млн. м³ (47,5 млн т), т.е. за последние шестнадцать лет произошло примерно удвоение вывоза ТКО. При этом пропорционально возрастало не только негативное воздействие на окружающую природную среду, но и увеличивались потери вторичных материальных ресурсов [1].

В настоящее время государственная политика в сфере обращения с ТКО ориентирована на снижение количества отходов, направляемых на захоронение, за счет их вовлечения в промышленную переработку и утилизацию. Сложностью на пути создания отрасли по переработке ТКО является отсутствие в нашей стране системы раздельного сбора отходов, являющейся неизбежным условием для их глубокого рециклинга.

Обеспечение экологической безопасности территорий включает все структурные составляющие процесса обращения с ТКО: сбор, накопление, транспортировку, размещение, обезвреживание и переработку. Функционирование системы специализированных предприятий, включающей и предприятия жилищно-коммунального хозяйства, – основа нейтрализации ущерба окружающей среде отходами потребления и стабилизации экологической обстановки в регионе [2].

Целью настоящего исследования является эколого-экономическая оценка эффективности перехода на новую систему обращения с отходами в г. Дубна Московской области.

Объект и методы исследования

Город Дубна расположен на севере Московской области, в 128 км от г. Москвы. Город обладает статусом наукограда и в настоящее время активно развивается. Общая площадь территории города Дубна составляет 6336 га¹, численность населения составляет 75,18 тыс. человек (на 01.01.2016).

С 2004 г. в городе реализуется пилотный проект по созданию современной системы управления отходами. Данный проект реализуется при поддержке администрации г. Дубна концерном Lassila & Tikanoja (L&T), который уже много лет работает в сфере обращения с отходами в Финляндии, Швеции и России (подробнее о деятельности в России см. на сайте компании – <http://www.l-t.com.ru>). Сбор и вывоз ТКО в городе осуществляет ООО «Российско-финская компания «Экосистема», которая является структурным подразделением концерна L&T. Предприятие имеет лицензию на осуществление деятельности по обращению с отходами. Компанией был полностью обновлён парк специализированного автотранспорта, построены современные контейнерные площадки, установлены современные пластиковые евроконтейнеры.

В сентябре 2010 г. компанией ООО «Российско-финская компания «Экосистема» был введен в эксплуатацию мусоросортировочный комплекс (МСК) и начал внедряться отдельный сбор отходов.

¹ Генплан городского округа Дубна Московской области. Утвержден Решением Совета депутатов городского округа Дубна Московской области от 28.10.2010 г. № ЗС-12 (27)-101/45.

Результаты исследования

В настоящее время на территории города введен стопроцентный раздельный сбор отходов, что позволило Дубне стать лидером среди городов Московской области по раздельному сбору. В городе действует двухконтейнерная система сбора отходов, один контейнер – синего цвета – для «сухих» отходов (поддающихся переработке: бумага, картон, пластик, алюминиевые банки, стекло, текстиль), второй контейнер серого/зеленого цвета – для «влажных» биоразлагающихся отходов (пищевые отходы, средства личной гигиены, растительные отходы). Отходы из синего контейнера поступают на МСК для досортировки, а содержимое серого контейнера – на полигон для захоронения. Проектная мощность МСК составляет 30 тысяч тонн в год. В настоящее время на комплексе отсортировываются следующие фракции: картон, макулатура, ПЭТ-бутылки, стреч-пленка, полиэтилен высокой плотности, алюминий. Вторсырье спрессовывают в брикеты и отправляют организациям переработчикам отходов. «Хвосты», оставшиеся после сортировки, отправляют на полигон для захоронения.

На первом этапе решения проблемы ТКО необходима стабилизация процесса сбора отходов по качеству техногенного сырья. На сегодняшний день данный этап пройден, в г. Дубна внедрен раздельный сбор в местах образования отходов, решен вопрос транспортировки (вывоз ТКО осуществляется двумя разными мусоровозами), потенциальное вторсырье досортировывают на МСК, работа которого полностью отлажена, что

позволяет получать стабильное технологическое вторсырье для поставки его на предприятия для последующей переработки.

Анализ данных, полученных с МСК, показал, что выход вторичных материальных ресурсов из потока ТКО, поступивших на сортировку в период с 2011 по 2015 гг., составил от 5,2 % до 10,1 %, причем преобладающей фракцией является макулатура, на долю которой приходится от 75,1 до 90%, на втором месте пластик – от 5 до 10%, на третьем алюминий – от 0,4 до 4,1%.

Эколого-экономическая оценка системы обращения с ТКО в г. Дубна проводилась с учетом внедренного раздельного сбора и работы мусоросортировочного комплекса. Был проведен анализ двух альтернативных вариантов системы обращения с ТКО на территории города. Первый вариант: весь объем ТКО поступает для захоронения на полигон ТБО. Второй вариант: на территории города осуществляется раздельный сбор ТКО в месте их образования путем деления на два потока «сухие» и «влажные» отходы с последующим извлечением вторичных материальных ресурсов на МСК. Данная оценка необходима для выбора наиболее эффективного направления обращения с ТКО на территории города.

Для расчета были приняты усредненные данные за 5 лет работы комплекса (2011-2015 гг.): годовой объем отходов, поступающих на мусоросортировочный комплекс – 14000 тонн, количество извлеченных вторичных материальных ресурсов – 990 тонн (при плотности 1000 кг/м³).

Экономический эффект (Э) от внедрения сортировки ТКО был рассчитан по формуле:

$$\text{Э} = (Z_1 - Z_2) - (P_1 - P_2), \quad (1)$$

где: Z_1 – годовые затраты на складирование ТКО на полигоне, руб;

Z_2 – годовые затраты на извлечение вторичных фракций из потока ТКО на МСК, руб;

P_1, P_2 – результаты, достигаемые в случае осуществления мероприятий по захоронению или сортировке ТКО, руб.

1 Вариант. Захоронение всего потока ТКО на полигоне

Расчет проводился по формуле:

$$Z_1 = Z_{\text{разм}} + Z_{\text{тран}} + Z_{\text{пнвос}} + Z_{\text{зем}}, \quad (2)$$

где: Z_1 – годовые затраты на захоронение ТКО на полигоне, руб.; $Z_{\text{разм}}$ – годовые затраты на размещение ТКО на полигоне, руб.; $Z_{\text{тран}}$ – годовые затраты на транспортировку ТКО до полигона, руб.; $Z_{\text{пнвос}}$ – плата за негативное воздействие на окружающую среду за размещение отходов на полигоне, руб.; $Z_{\text{зем}}$ – годовые затраты на землю, занимаемую ТКО на полигоне, руб.

Для расчета приняты следующие исходные данные: количество извлеченных вторичных материальных ресурсов, а следовательно, не направленных для размещения на полигон, в среднем за год – 990 тонн.

Тариф на размещение ТКО на полигоне – 136,2 руб/м³ (ООО «Российско-финская компания «Экосистема», усредненный за 5 лет). В данный тариф входят: затраты на эксплуатацию полигона; амортизационные отчисления; арендная плата за землю; затраты на рекультивацию полигона.

Тариф на вывоз ТКО (транспортировка) – 268,4 руб/м³ (ООО «Российско-финская компания «Экосистема», усредненный за 5 лет).

Ставка платы за негативное воздействие на окружающую среду от размещения отходов IV класса опасности – 635,9 рублей за 1 тонну¹. При размещении ТКО на полигоне в смешанном виде все отходы классифицируются согласно федеральному классификационному каталогу отходов (ФККО)² как отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные), код по ФККО 7 31 110 01 72 4, и имеют IV класс опасности.

Площадь территории, занимаемая при захоронении 1 тонны ТКО – 3 кв.м. Захоронение 990 т ТКО занимает площадь 2970 кв.м.

Нормативная цена земли под полигон – 360 руб./кв.м (г. Дубна, земли промышленности, транспорта и прочих)³.

Годовые затраты при размещении ТКО на полигоне составят:

Стоимость размещения отходов на полигоне: $990 \text{ т} * 136,2 \text{ руб/м}^3 = 134838 \text{ руб.}$

Стоимость вывоза ТКО (транспортировка) с учетом доставки на полигон за год: $990 \text{ т} * 268,4 \text{ руб/м}^3 = 265716 \text{ руб.}$

Плата за негативное воздействие на окружающую среду за размещение отходов на полигоне: $990 \text{ т} * 635,9 \text{ руб./т} = 629541 \text{ руб.}$

При размещении ТКО на полигоне

¹ Согласно Постановлению Правительства РФ от 13.09.2016 № 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах».

² Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 г. № 242 (ред. от 20.07.2017 г.) «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов».

³ Согласно Постановлению Правительства Московской области от 7 июля 1997 года № 51/17 «О нормативной цене земли в Московской области» (с изменениями на 10 октября 2012 года).

из хозяйственного оборота выводятся земли, пригодные для использования. Стоимость потерянной земли составит: $2970 \text{ кв.м.} * 360 \text{ руб./кв.м} = 1069200 \text{ руб.}$

Таким образом, суммарные годовые затраты на захоронение 990 тонн ТКО на полигоне составят: $134838 \text{ руб.} + 265716 \text{ руб.} + 629541 \text{ руб.} + 1069200 \text{ руб.} = 2099295 \text{ руб.}$

Так как при данном варианте ТКО захоранивается на полигоне, все вторичные материальные ресурсы, входящие в их состав, безвозвратно теряются, таким образом, показатель $P_1 = 0$.

2 Вариант. Извлечение вторичного сырья из всего объема образовавшихся ТКО на МСК ООО РФК «Экосистема»

Объем затрат на извлечение вторичного сырья из всего объема ТКО, поступившего на мусоросортировочный комплекс рассчитывался по формуле:

$$Z_2 = Z_{\text{кап}} + Z_{\text{эксп}} \quad (3)$$

где: Z_2 – годовые затраты на извлечение вторичного сырья из всего объема ТКО, поступившего на МСК; $Z_{\text{кап}}$ – капитальные вложения на строительство МСК; $Z_{\text{эксп}}$ – эксплуатационные затраты на МСК.

Прямые затраты на работу МСК составляют 6 млн. в год (усредненные данные предприятия за 3 года), что составляет в среднем 430 руб. за 1 тонну ТКО, поступивших на МСК.

Капитальные вложения на строительство мусоросортировочного комплекса составляют примерно 3 000 руб. на 1 тонну поступающих отходов. Стоимость комплекса составляет 90 млн. руб. (из расчета 50 \$ на 1 тонну поступающих ТКО) при сроке окупа-

емости 15 лет капитальные вложения составят 6 млн. руб. в год.

Годовые капитальные затраты на организацию мусоросортировки принимаем равным 6 млн. руб.

Эксплуатационные затраты мусоросортировки составят: 14000 тонн* 430 руб. = 6020000 руб.

Таким образом, годовые затраты на извлечение вторичного сырья из всего объема ТКО, поступившего на МСК составят: 6000000 + 6020000 = 12020000 руб.

Далее оценим результаты (P_2), получаемые от внедрения мусоросортировки ТКО. Расчет проведем по формуле:

$$P_2 = P_{\text{вторсырья}} + P_{\text{зем.}} + P_{\text{пнвос}} + P_{\text{ущ}}, \quad (4)$$

где: $P_{\text{вторсырья}}$ – годовой доход от реализованного вторичного сырья, руб.; $P_{\text{зем.}}$ – эконоимленная стоимость земли,

выделенная под полигон, на который не поступили ТКО, руб.; $P_{\text{пнвос}}$ – размер сэкономленной платы за негативное воздействие на окружающую среду, в результате того, что ТКО отправили на переработку, а не разместили на полигоне, руб.; $P_{\text{ущ}}$ – стоимость предотвращенного ущерба окружающей среде, в результате того, что ТКО отправили на переработку, а не разместили на полигоне, руб.

Средние цены на вторичное сырье в Московской области (на основании проведенного авторами анализа) составляют: макулатура – 5400 руб/т; пластик (ПЭТ, ПНД, ПВД), в том числе полиэтиленовая пленка – 12500 руб/т; алюминиевая банка – 64000 руб/т.

Суммарный доход от реализованного вторичного сырья, извлеченного из ТКО, поступившего на МСК, составит 7627400 руб (табл.).

Таблица

Стоимость реализованного вторичного сырья, извлеченного из ТКО на МСК

Компоненты, выделенные из отходов	Масса извлекаемого компонента, тонн/год	Средняя цена вторичного сырья, руб./кг	Общая стоимость, тыс.руб/год
Бумага, картон	821	5,4	4 433, 40
Полимерные материалы	78	15,0	1170,00
Алюминиевые банки	6,8	50,0	340,00
Прочие	84,2	20,0	1684,00
Всего	990	-	7627,40

Эконоимленная стоимость земли, выделенная под полигон, на который не поступили ТКО составит: 2970 кв.м.* 360 руб./кв.м = 1069200 руб.

Размер сэкономленных денег от невнесения платы за негативное воздействие на окружающую среду за размещение отходов на полигоне составит: 990 т* 635,9 руб./т = 629541 руб.

Расчёт предотвращенного ущерба от недопущения размещения отходов в окружающей среде в результате вовлечения их в хозяйственный оборот был проведен по формуле¹:

¹ Согласно «Методике исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды», утвержденной Приказом Минприроды России от 08.07.2010 г. № 238 (ред. от 25.04.2014 г.)

$$УШ_{отх} = \Sigma(M_i * T_{отх}) * K_{исх}, \quad (5)$$

где: $УШ_{отх}$ – размер вреда, руб., M_i – масса отходов с одинаковым классом опасности, тонн, $K_{исх}$ – показатель в зависимости от категории земель и целевого назначения, принят равным 1, $T_{отх}$ – такса для исчисления размера руб./ т.

Предотвращенный ущерб составит: $990 \text{ т} * 5000 \text{ руб.} = 4950000 \text{ руб.}$

Эколого-экономический эффект от извлечения вторичных материальных ресурсов на МСК (P_2) составит: $7627400 \text{ руб.} + 1069200 \text{ руб.} + 629541 \text{ руб.} + 4950000 \text{ руб.} = 14276141 \text{ руб.}$

Окончательный расчет эколого-экономической эффективности вне-

дрения мусоросортировки проводим по формуле (1).

$(2099295 \text{ руб.} - 12020000 \text{ руб.}) - (0 \text{ руб.} - 14276141 \text{ руб.}) = 4355436 \text{ руб.}$

Таким образом, ежегодный эколого-экономический эффект от внедрения новой системы управления ТКО на территории г. Дубна Московской области, а именно организация раздельного сбора ТКО и их последующей сортировки на мусоросортировочном комплексе ООО «РФК «Экосистема» при среднегодовом поступлении ТКО 14000 тонн и выходе вторичных материальных ресурсов 990 тонн составляет 4 млн. 355 тыс. 436 руб.

Статья поступила в редакцию 18.04.2018

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году». М.: Минприроды России; НИА-Природа, 2017. 760 с.
2. Закалюкина Е.В. Эколого-экономические аспекты управления процессом обращения с твердыми бытовыми отходами: автореф. дис. ... канд. экон. наук. Севастополь, 2013. 23 с.

REFERENCES

1. Gosudarstvennyi doklad «O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchei sredy Rossiiskoi Federatsii v 2016 godu» [State report "The status and environment protection in the Russian Federation in 2016"]. Moscow, Minprirody Rossii; NIA-Priroda Publ., 2017. 760 p.
2. Zakalyukina E.V. Ekologo-ekonomicheskie aspekty upravleniya protsessom obrashcheniya s tverdymi bytovymi otkhodami: avtoref. dis. ... kand. ekon. nauk [Ecological and economic aspects of management of solid household waste management: abstract. dis... PhD in Economics]. Sevastopol, 2013. 23 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Каплина Светлана Петровна – кандидат биологических наук, доцент, государственный университет «Дубна»;
e-mail: sv_kap@mail.ru

Семенова Марина Владимировна – инженер-эколог ООО «Российско-финская компания «Экосистема»;
e-mail: ecosystem@l-t.com.ru

Каманина Инна Здиславовна – кандидат биологических наук, доцент, государственный университет «Дубна»;
e-mail: kamanina@uni-dubna.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Svetlana P. Kaplina – PhD in Biological Sciences, associate professor, Dubna State University;
e-mail: sv_kap@mail.ru

Marina V. Semenova – engineer-ecologist of the Russian-Finnish Company 'ECOSYSTEM';
e-mail: ecosystem@l-t.com.ru

Inna Z. Kamanina – PhD in Biological Sciences, associate professor, Dubna State University;
e-mail: kamanina@uni-dubna.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Каплина С.П., Семенова М.В., Каманина И.З. Эколого-экономическая эффективность новой системы управления твердыми коммунальными отходами в г. Дубна Московской области // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2018. № 2. С. 51–58.

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-51-58

FOR CITATION

Kaplina S., Semenova M., Kamanina I. Environmental and economic efficiency of a new system of management of solid communal waste in the town of Dubna, Moscow region. In: *Bulletin of Moscow Region State University. Series: Natural sciences*, 2018, no. 2, pp. 51–58.

DOI: 10.18384/2310-7189-2018-2-51-58