

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» <https://resources.today>
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling

2019, №2, Том 6 / 2019, No 2, Vol 6 <https://resources.today/issue-2-2019.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/10ECOR219.pdf>

DOI: 10.15862/10ECOR219 (<http://dx.doi.org/10.15862/10ECOR219>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Шадрин Я.Г., Кузнецова Е.В. Эколого-экономическая эффективность утилизации твердых бытовых отходов // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы», 2019 №2, <https://resources.today/PDF/10ECOR219.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/10ECOR219

For citation:

Shadrin Ya.G., Kuznetsova E.V. (2019). Ecological and economic efficiency of household waste disposal. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*, [online] 2(6). Available at: <https://resources.today/PDF/10ECOR219.pdf> (in Russian) DOI: 10.15862/10ECOR219

УДК 332.822:697.1

ГРНТИ 06.75

Шадрин Ян Германович

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, Россия
Студент
E-mail: shadrin.yan@yandex.ru

Кузнецова Елена Викторовна

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, Россия
Доцент
Кандидат технических наук
E-mail: nsp-rb@mail.ru

Эколого-экономическая эффективность утилизации твердых бытовых отходов

Аннотация. Статья посвящена вопросу утилизации твердых бытовых отходов. На данный момент большое внимание уделяется экологии земли. Одним из существенных источников загрязнения планеты являются бытовые отходы. За последние 20 лет наблюдается активный рост объемов, образующихся твердых бытовых отходов, который пагубно сказывается на экологии земли.

Основная задача состоит не только в уменьшении количества производимого мусора, но и во внедрении высокотехнологичных способов утилизации отходов. В общемировой практике используется большое количество различных методов, позволяющих экологично и экономично утилизировать твердые бытовые отходы. В настоящее время в России 97 % утилизации данных отходов идет через полигонное захоронение, что является вредным и опасным для природы и человека, а также затратным для государства способом. Для устранения этой проблемы авторы предлагают сортировать отходы по типам сырья. При разделении твердых бытовых отходов с применением к каждому виду определенной технологии утилизации можно получить значительную экологическую и экономическую выгоду. В работе рассмотрен путь утилизации органических коммунальных отходов с переработкой в биогаз с расчетом экономического эффекта от переработки на примере крупных городов Российской Федерации.

Ключевые слова: экономика; эффективность; экономическая эффективность; экономический эффект; твердые бытовые отходы; полигонное захоронение; рекультивация; органические отходы

Для современного мира, как и в прошлые века, актуальной проблемой является экология земли, сохранение ее природы и жизни. Ранее основное внимание при решении экологических проблем уделялось очистке бытовых и производственных стоков, которые наносили катастрофический урон окружающей среде и качеству жизни населения [1; 2]. В настоящее время одной из значимых задач по улучшению экосистемы является утилизация твердых бытовых отходов (ТБО). В связи с увеличением материальных нужд человека и ростом населения, увеличивается количество бытовых отходов, что пагубно влияет на экологию планеты. С проблемой утилизации мусора сталкиваются в каждой стране. На сегодняшний день по всему миру существует колоссальное количество заводов по уничтожению и переработке бытового мусора [3]. Также большое внимание уделяется экономической стороне этого вопроса, так как твердый бытовой мусор можно превращать в различные виды энергии и вторичное сырье, что является высокоэффективным решением вопросов энергосбережения и инжиниринга качества производства [4; 5; 6].

Анализируя текущее положение с бытовыми отходами в России, выявляется сложная ситуация в сфере их утилизации. За последнее время рост объемов бытовых отходов в России происходит с очень высокой скоростью. На рисунке 1 представлены данные по количеству производимых отходов с 1994 года по 2017 год, по которому можно отметить стремительный рост объемов ТБО в Российской Федерации [7].

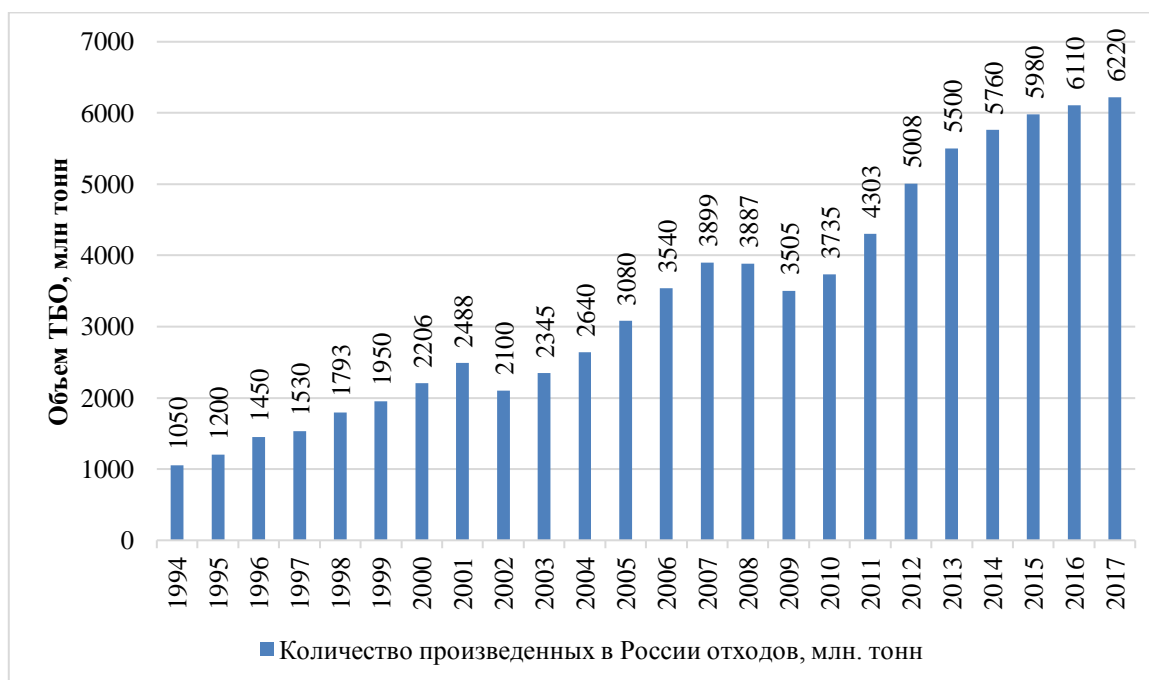


Рисунок 1. Рост ТБО в России (составлено авторами)

Основная экологическая проблема лежит не в увеличении количества мусора, а в практическом отсутствии его высокотехнологичной утилизации. В нашей стране эксплуатируется абсолютно недостаточное количество заводов по переработке ТБО. Самым распространённым в России способом утилизации отходов до сих пор являются полигонные захоронения. При существующих темпах роста объемов мусора в скором времени даже в нашей стране не хватит места для его размещения. На данный момент в России зарегистрирована 31 тысяча легальных свалок и 14 тысяч нелегальных [8].

В развитых странах давно не используют метод захоронения для утилизации ТБО, что отражено рисунком 2. На диаграмме видно, что наша страна перерабатывает только 3 % отходов, что составляет самый маленький процент в отличие от других стран.

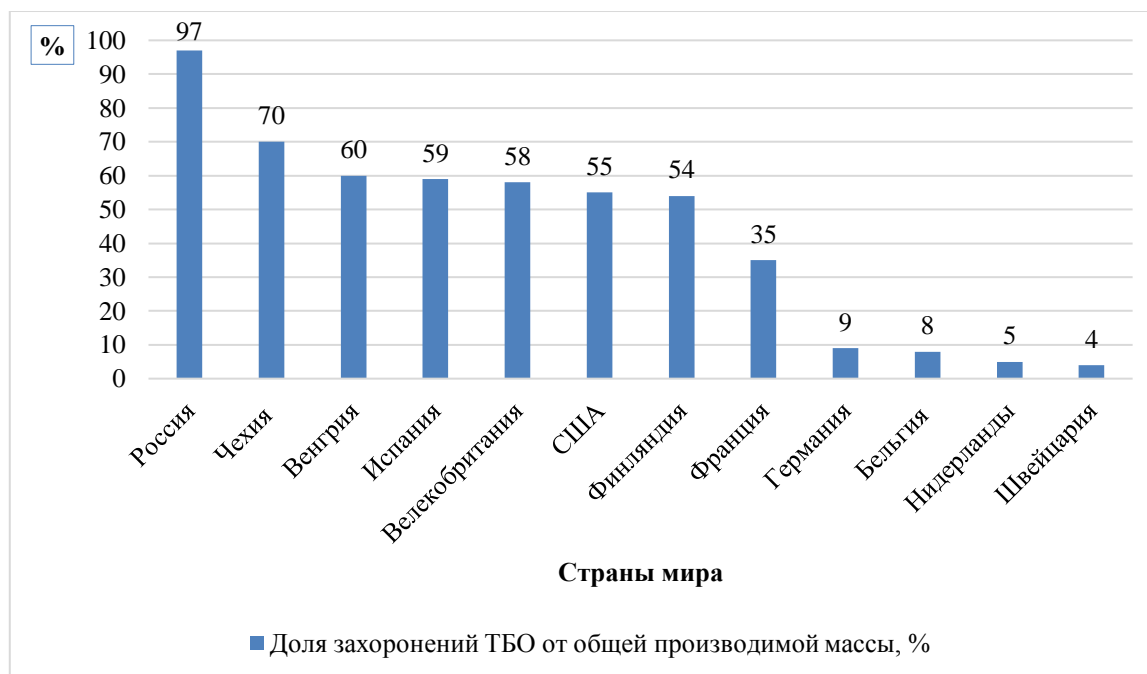


Рисунок 2. Количество отходов, захороняемых на полигонах в различных странах мира (составлено авторами)

Полигонные захоронения очень сильно влияют на экологию и представляют большую опасность для человека. Одна из причин заключается в большом контакте мусора с окружающей средой. Также, в глубине свалок, куда плохо проникает кислород, образуется газ под действием анаэробного сбраживания – смесь углекислого газа, метана, что может привести к взрыву. На свалках появляется токсичная жидкость, называемая фильтратом, ее попадание в воду также представляет большую опасность [9].

С точки зрения экономики, на постройку и содержание полигонов для захоронения твердых бытовых отходов уходят колоссальные денежные средства. Также полигоны по завершению эксплуатации необходимо рекультивировать с инвестициями на один га земли в размере от 6 миллионов рублей [3].

Для более экономичной и экологичной утилизации отходов необходима их сортировка. При разделении ТБО и применении к каждому виду своей технологии утилизации можно получить большую экологическую и экономическую выгоду.

Если рассматривать твердые бытовые отходы, то их можно разделить на металлы, пластик, бумагу, стекло, органические отходы, текстильные отходы. На рисунке 3 представлена структура мусора [10].

Наибольшую долю выбрасываемого мусора занимают органические отходы. Эти отходы пригодны для производства биогаза, который может быть использован в качестве источника возобновляемой энергии [6]. В настоящее время в России данный вид альтернативной энергии не популярен в связи с низкими тарифами на природный газ и энергию в целом, а также с влиянием крупных предприятий, которые работают с традиционными источниками энергии.

Преобразование органических отходов в биогаз – процесс сложных биохимических реакций, включающий в себя 2 фазы. На первой фазе основной процесс производится анаэробными бактериями, которые делят отходы на сложные органические вещества, такие как кислоты, спирты, газы, аминокислоты и т. д. Во второй фазе происходит метановое и щелочное брожение, из-за которого все выделившиеся организмы превращаются в метан, водород, углекислый газ и азот [11].



Рисунок 3. Диаграмма состава ТБО (составлено авторами)

На данный момент в России в год на одного человека приходится 445 килограммов мусора, что в сравнении с другими странами является не самым большим показателем. На рисунке 4 представлено количество отходов, производимых одним человеком в год. Из всего объема образующегося мусора 41 % приходится на органические отходы. Отсюда можно сделать вывод о том, что каждый год один человек выбрасывает 182,5 килограмма органических отходов, которые могут быть утилизированы с получением энергии [12].

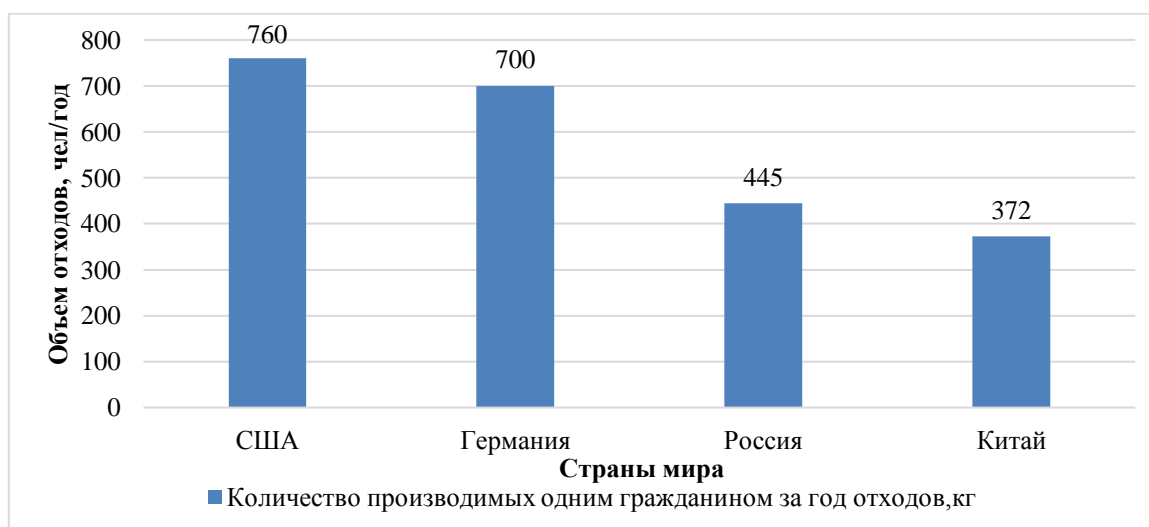


Рисунок 4. Соотношение стран по производству ТБО одним человеком, кг/год (составлено авторами)

В настоящее время основным источником топлива для биогаза являются сельскохозяйственные предприятия по разведению скота. В год с ферм можно получить до 780 млн тонн исходного сырья (навоза), из которого можно произвести 68 млрд м³ биогаза [13].

Проведя соотношения между количеством органического сырья и количеством вырабатываемого из него биогаза с количеством органического мусора, который выбрасывает один гражданин Российской Федерации в год, найдем количество газа, которое можно произвести из органических отходов, образующихся от одного человека в год.

$$\begin{aligned}
 780\,000\,000 \text{ тонн} &\longrightarrow 68\,000\,000\,000 \text{ м}^3 \\
 0,1825 \text{ тонн} &\longrightarrow x \text{ м}^3 \\
 x &= 15,91 \text{ м}^3/\text{чел.}\cdot\text{год}
 \end{aligned}$$

По результатам расчета видно, что из 182,5 килограммов отходов можно получить 15,91 м³ биогаза в год. Продемонстрировать экономический эффект от использования биогаза

можно на примере крупных городов Российской Федерации. Рассчитаем, какое количество денежных средств возможно сэкономить при использовании биогаза. В таблице 1 приведем крупные города, в которых численность населения превышает 1 миллион человек, и к каждому объекту исследования применим территориальный тариф на 1 м³ природного газа. Численность населения в расчете учтена на 1 января 2019 года [14; 15].

Таблица 1

Экономическая эффективность использования биогаза

№	Город	Количество биогаза с одного человека, м ³ /чел.·год	Цена за 1000 м ³ природного газа, руб.	Населения города, чел.	Экономический эффект от использования биогаза, млн руб./год
1	Москва	15,91	4837	12 506 468	962,46
2	Санкт-Петербург	15,91	6280	5 351 935	534,74
3	Новосибирск	15,91	5111	1 612 833	131,15
4	Екатеринбург	15,91	4663	1 468 833	108,97
5	Нижний Новгород	15,91	5714	1 259 013	114,46
6	Казань	15,91	5660	1 243 500	111,98
7	Челябинск	15,91	4515	1 202 371	86,37
8	Омск	15,91	5130	1 172 070	95,66
9	Самара	15,91	5288	1 163 399	97,88
10	Ростов-На-Дону	15,91	6100	1 130 305	109,7
11	Уфа	15,91	5456	1 120 547	97,27
12	Пермь	15,91	4910	1 051 583	82,15
13	Волгоград	15,91	5419	1 013 533	87,38
Итого:					2 620,16

Составлено авторами

Самое большое количество органических отходов, а соответственно количество возможного к производству биогаза находится в таких городах как Москва и Санкт-Петербург, где население в разы превышает численность населения во всех остальных городах.

Полученный газ можно использовать в производстве. Хорошим примером является биогазовая станция «Байцуры». Этот завод перерабатывает органические отходы в Белгородской области в биогаз, который потом используется в работе котельной. Годовой объем производимого биогаза достигает 1,9 млн м³, из которого можно получить 7,4 миллиона квт/ч электроэнергии и 3,2 тысячи Гкал тепловой энергии. В год завод может переработать 38,7 тысяч м³ органических отходов. Цена данного проекта составляет 169 млн рублей [16; 17].

По результатам исследования можно сделать следующие выводы и предложения:

1. Включить изучение вопросов переработки мусора в профильные дисциплины и компетенции специалистов, выпускаемых средними и высшими учебными заведениями [18].
2. Проводить разъяснительную работу с населением о необходимости сортировки мусора и бережном отношении к окружающей среде. Начать сортировку ТБО для экономичной и экологичной утилизации.
3. Сократить в России использование полигонных захоронений для утилизации мусора.
4. Использовать высокотехнологические методы переработки ТБО, одним из которых является производство биогаза на основе органических отходов. Данный способ позволит достичь годового экономического эффекта только по городам – миллионникам РФ в размере более 2,5 миллиардов рублей в год.

ЛИТЕРАТУРА

1. Туктамышев А.Ф., Болгова А.С., Магид А.Б., Мастобаев Б.Н. Методы и технические средства очистки нефтесодержащих сточных вод // Санкт-Петербург, 2006.
2. Кузнецова Е.В., Туктамышев А.Ф., Болгова А.С., Магид А.Б., Мастобаев Б.Н. Методы и технические средства очистки // Санкт-Петербург, 2006.
3. Мубаракшина Ф.Д., Гусева А.А. Современные проблемы и технологии переработки мусора в России и за рубежом // Известия КГАСУ, 2011, №4, С. 91–99.
4. Кузнецова Е.В., Шаймарданова А.А., Болгова А.С. Концептуальные основы инжиниринга качества // В сборнике: современные тенденции в экономике и финансах Сборник научных трудов по материалам IV Всероссийской заочной научно-практической интернет-конференции. Редколлегия: Л.И. Ванчухина (отв. редактор); Т.Б. Лейберт (зам. отв. редактора); Э.А. Халикова (отв. секретарь); Е.Р. Гильмханова. 2014. С. 109–111.
5. Коряков А.Г., Куликов М.В. Особенности развития Российских мусороперерабатывающих кластеров посредством имплементации инструментов проектного управления // Экономика и управление инновациями. 2018. № 4. С. 19.
6. Смородова О.В., Костарева С.Н., Кузнецова Е.В. Возобновляемая энергетика // Страны мира, экономические аспекты Уфа, 2019.
7. Федеральная служба государственной статистики. Образование, использование, обезвреживание и размещение отходов производства и потребления в Российской Федерации. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment.
8. Бизнес-план мусороперерабатывающего завода. URL: https://www.bizplan.ru/biznes_plan_musoropererabatyvajujshego_zavoda/.
9. Чемодин Ю.А. Анализ особенностей управления твердыми бытовыми отходами на современном этапе в российской федерации и за рубежом // Московский экономический журнал №5(1) 2018. С. 201.
10. Власов Ю.М., Гаврилов А.И. Устойчивое развитие территорий и полигоны ТБО // Архитектурные исследования – 2017 №1. С. 88–95.
11. Шеина О.А., Сысоев В.А. Биохимия процесса производства биогаза как альтернативного источника энергии // Вестник ТГУ, т. 14, вып.1, 2009. С. 73–76.
12. Коряков А.Г., Куликов М.В. Особенности развития Российских мусороперерабатывающих кластеров посредством имплементации инструментов проектного управления // Экономика и управление инновациями. 2018. № 4. С. 16–27.
13. Гайфуллин И.Х., Кашапов И.И., Зиганшин Б.Г., Шогенов Ю.Х., Рудаков А.И. Актуальность применения биогазовых установок в России и за рубежом // Вестник казанского государственного аграрного университета – 2017. №2., С. 71–74.
14. Сайт о странах, городах, статистике. URL: http://www.statdata.ru/largest_cities_russia.
15. ЭнергоВОПРОС.ру – Свет, газ, тепло, вода. URL: <https://energovopros.ru/issledovaniya/2335/3079/43136/>.
16. Сделано у нас, нам есть чем гордиться. URL: <https://sdelanounas.ru/blogs/16902/>.
17. Исмагилов С.А., Кузнецова Е.В. Теория и практика сметного ценообразования в строительстве // Учебное пособие Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Уфимский гос. нефтяной технический ун-т". Уфа, 2007.
18. Кузнецова Е.В., Китаев С.В., Смородова О.В. Современные требования к образовательному процессу высшей школы // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2016. № 5. С. 233–246.

Shadrin Ian Germanovich

Ufa state petroleum technical university, Ufa, Russia
E-mail: shadrin.yan@yandex.ru

Kuznetsova Elena Viktorovna

Ufa state petroleum technical university, Ufa, Russia
E-mail: nsp-rb@mail.ru

Ecological and economic efficiency of household waste disposal

Abstract. The article is devoted to the issue of disposal of solid household waste. At the moment, much attention is paid to the ecology of the earth. One of the most significant sources of pollution of the planet is household waste. Over the past 20 years, there has been an active increase in the volumes of solid household waste that adversely affects the ecology of the earth.

The main task is not only to reduce the amount of waste produced, but also to introduce high-tech methods of waste disposal. In global practice, a large number of different methods are used, which allow utilizing solid household waste in an environmentally friendly and economical manner. Currently, in Russia, 97 % of this waste disposal goes through landfill, which is harmful and dangerous to nature and humans, as well as costly for the state. To eliminate this problem, the authors propose to sort waste by type of raw material. When separating solid household waste with the application to each type of a specific disposal technology, you can get significant environmental and economic benefits. The paper considers the way of utilization of organic municipal waste with processing into biogas with the calculation of the economic effect of processing through the example of large cities of the Russian Federation.

Keywords: economics; efficiency; economic efficiency; economic effect; municipal solid waste; landfill burial; recultivation; organic waste

REFERENCES

1. Tuktamyshev A.F., Bolgova A.S., Magid A.B., Mastobaev B.N. (2006). *Metody i tekhnicheskie sredstva ochistki neftesoderzhashchikh stochnykh vod. [Methods and technical means of cleaning oily wastewater.]* Saint Petersburg.
2. Kuznetsova E.V., Tuktamyshev A.F., Bolgova A.S., Magid A.B., Mastobaev B.N. (2006). *Metody i tekhnicheskie sredstva ochistki. [Methods and technical means of cleaning.]* Saint Petersburg.
3. Mubarakshina F.D., Guseva A.A. (2011). Modern problems and technologies of waste recycling in Russia and abroad. *News of Kazan University of Architecture and Civil Engineering*, 4, pp. 91–99 (in Russian).
4. Kuznetsova E.V., Shaymardanova A.A., Bolgova A.S. (2014). *Kontseptual'nye osnovy inzhiniringa kachestva. [Conceptual foundations of quality engineering.]* pp. 109–111.
5. Koryakov A.G., Kulikov M.V. (2018). Features of the development of Russian waste processing clusters through the implementation of project management tools. *Economics and Innovation Management*, 4, pp. 19 (in Russian).
6. Smorodova O.V., Kostareva S.N., Kuznetsova E.V. (2019). *Vozobnovlyayaemaya ehnergetika. Strany mira, ehkonomicheskie aspekty. [Renewable energy. World countries, economic aspects.]* Ufa.

7. Federal State Statistics Service. (n.d.). *Formation, use, neutralization and disposal of production and consumption waste in the Russian Federation*. [online] Available at: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment (in Russian).
8. bi-plan.ru. (n.d.). *Business plan of the recycling plant*. [online] Available at: https://www.bi-plan.ru/biznes_plan_musoropererabatyvajucshego_zavoda/ (in Russian).
9. Chemodin Yu.A. (2018). Analysis of the characteristics of solid waste management at the present stage in the Russian Federation and abroad. *Moscow Economic Journal*, 5(1), pp. 201 (in Russian).
10. Vlasov Yu.M., Gavrilov A.I. (2017). Sustainable development of territories and landfills. *Architectural studies*, 1, pp. 88–95 (in Russian).
11. Sheina O.A., Sysoev V.A. (2009). Biochemistry of the process of biogas production as an alternative source of energy. *Tomsk State University Bulletin*, 1(14), pp. 73–76 (in Russian).
12. Koryakov A.G., Kulikov M.V. (2018). Features of the development of Russian waste processing clusters through the implementation of project management tools. *Economics and Innovation Management*, 4, pp. 16–27 (in Russian).
13. Gayfullin I.Kh., Kashapov I.I., Ziganshin B.G., Shogenov Yu.Kh., Rudakov A.I. (2017). The relevance of the use of biogas plants in Russia and abroad. *Bulletin of Kazan State Agrarian University*, 2, pp. 71–74 (in Russian).
14. Site about countries, cities, statistics. (n.d.). [online] Available at: http://www.statdata.ru/largest_cities_russia (in Russian).
15. energovopros.ru. (n.d.). *Light, gas, heat, water*. [online] Available at: <https://energovopros.ru/issledovania/2335/3079/43136/> (in Russian).
16. sdelanounas.ru. (n.d.). *Made with us, we have something to be proud of*. [online] Available at: <https://sdelanounas.ru/blogs/16902/> (in Russian).
17. Ismagilov S.A., Kuznetsova E.V. (2007). *Teoriya i praktika smetnogo tsenoobrazovaniya v stroitel'stve*. [Theory and practice of estimated pricing in construction.] Ufa: Ufa State Petroleum Technical University.
18. Kuznetsova E.V., Kitaev S.V., Smorodova O.V. (2016). Modern requirements for the educational process of higher education // Electronic scientific journal Oil and Gas Business, 5, pp. 233–246 (in Russian).