

DOI: 10.18721/JE.12113

УДК 338.2

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ С УЧЕТОМ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

В.В. Глухов¹, К.С. Мовчан²

¹ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Российская Федерация

² Национальный центр информатизации, г. Москва, Российская Федерация

Важность вопросов проектирования и применения новых технологий переработки бытовых и промышленных отходов для России обусловливается созданием публично-правовой компании – единого государственного оператора по формированию комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами (согласно Указу Президента РФ № 8 от 14.01.2019 г.). Цель такой системы – предотвращение опасного воздействия отходов на качество жизни человека и окружающую среду, анализ возможностей по использованию отходов в хозяйственном обороте в качестве сырья, материалов, изделий и превращения во вторичные ресурсы для изготовления новой продукции и получения энергии, а также ресурсосбережение. По данным государственной корпорации «Ростех» на территории России общая масса образующихся отходов 3–4 млрд т в год, из которых: 54 % – отходы добычи топливно-энергетических ископаемых, 17 % – отходы цветной металлургии, 16 % – отходы черной металлургии, 12 % – отходы других отраслей, включая твердые коммунальные отходы. Полигоны захоронения отходов изымают плодородные или лесные земли, загрязняют атмосферу, поверхностные слои почвы, озера, реки и подземные воды, негативно влияют на животный и растительный мир, ухудшают качество жизни населения на прилегающих территориях; неконтролируемо распространяются токсичные отходы. Поэтому вопросы экологической безопасности и анализа применяемых технологий для переработки отходов несомненно актуальны. Оценка воздействия некоторых предприятий на окружающую среду реализуется на основе существующих систем поддержания оптимального состояния экологии. Предложена детализированная и комплексная методика оценки экологической опасности отходов мусороперерабатывающих производств с использованием иерархической группы показателей. Для повышения адекватности оценки экологического воздействия технологического процесса переработки отходов предлагается учитывать шесть составляющих и три повышающих коэффициента.

Ключевые слова: экологическая безопасность, окружающая среда, переработка отходов, коммунальные отходы, промышленные отходы, экономическая оценка, полигоны захоронения отходов

Ссылка при цитировании: Глухов В.В., Мовчан К.С. Экономическая оценка технологии переработки отходов с учетом воздействия на окружающую среду // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2019. Т. 12, № 1. С. 159–167. DOI: 10.18721/JE.12113

ECONOMIC ASSESSMENT OF TECHNOLOGY FOR WASTE PROCESSING TAKING INTO ACCOUNT IMPACT ON ENVIRONMENT

V.V. Gluhov¹, K.S. Movchan²

¹ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russian Federation

² National Information Center, Moscow, Russian Federation

The issues connected to designing and applying new technologies for processing household and industrial wastes are drastically important for Russia; a public company has been created with the purpose of dealing with these issues, acting as a unified state operator for forming an integrated system for processing municipal solid waste (Decree of the President of the Russian Federation No. 8 of January 14, 2019). The purposes of this system are preventing dangerous impact of waste on the quality of human life and environment, analysis of opportunities for use of waste in industry as raw materials or products and for transforming waste into secondary resources for fabricating new production and obtaining energy, and also for the purposes of saving resources. According to Rostec State Corporation, the total mass of waste generated in Russia is 3–4 billion tons per year, of which 54% is waste from extraction of fuel and energy resources, 17% waste from non-ferrous metallurgy, 16% waste from ferrous metallurgy, 12% waste from other industries, including municipal solid waste (MSW). Landfills for waste disposal occupy fertile or forest lands, pollute the atmosphere, surface layers of soil, lakes, rivers and groundwater adversely affect the animal and plant world, worsen the quality of life of the population in adjacent areas, and uncontrollably spread toxic waste. Therefore, the issues of environmental safety and analysis of applied technologies for recycling are undoubtedly an urgent task. The impact of some enterprises on the environment is assessed through existing systems for maintaining an optimal environmental status. We have offered a detailed and complex technique for assessing the environmental hazard of waste from recycling facilities using a hierarchical group of indicators. To improve the adequacy of assessing the environmental impact of the technological process of waste recycling, we have proposed to consider six components and three multiplying factors.

Keywords: environmental safety, environment, processing of waste, municipal waste, industrial wastes, economic assessment, waste disposal landfills

Citation: V.V. Glukhov, K.S. Movchan, Economic assessment of technology for waste processing taking into account impact on environment, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 12 (1) (2019) 159–167. DOI: 10.18721/JE.12113

Введение. Важность вопросов проектирования и применения новых технологий переработки бытовых и промышленных отходов для России обусловливается созданием публично-правовой компании – единого государственного оператора по формированию комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами (см. Указ Президента РФ № 8 от 14 января 2019 г.). Цель такой системы – предотвращение опасного воздействия отходов на качество жизни человека и окружающую среду, анализ возможностей по использованию отходов в хозяйственном обороте в качестве сырья, материалов, изделий и превращения во вторичные ресурсы для изготовления новой продукции и получения энергии, а также ресурсосбережение.

По данным государственной корпорации «Ростех» на территории России общая масса образующихся отходов 3–4 млрд т в год, из которых:

54 % – отходы добычи топливно-энергетических ископаемых, 17 % – отходы цветной металлургии, 16 % – отходы черной металлургии, 12 % – отходы других отраслей, включая твердые коммунальные отходы (ТКО).

На одного жителя в России приходится до 400 кг (1,5 м³) ТКО в год. Общая масса ТКО 55–60 млн т в год. Уровень переработки составляет 5–7 % (перспективные планы предполагают доведение переработки ТКО до 60 % в 2024 г.), большая часть отходов идет на открытые полигоны площадью 4 млн га. Отметим, что аналогичные показатели по образованию отходов в Германии в 1000 раз меньше, а процент переработки отходов составляет 99 % [1, 2, 5].

Полигоны захоронения отходов изымают плодородные или лесные земли, загрязняют атмосферу, поверхностные слои почвы, озера, реки и подземные воды, негативно влияют на животный



и растительный мир, ухудшают качество жизни населения на прилегающих территориях; неконтролируемо распространяются токсичные отходы. Поэтому вопросы экологической безопасности и анализа применяемых технологий для переработки отходов несомненно актуальны.

Цель исследования заключается в разработке предложений по экономической оценке технологии переработки отходов с учетом воздействия на окружающую среду

Методика исследования. Рассмотрим пример бумагоперерабатывающего завода. Переработка макулатуры представляет собой многоэтапный процесс, цель которого восстановление бумажного волокна и использование его в качестве сырья для производства новой бумаги.

Рециклинг макулатуры снижает потребление энергии. По сравнению с производством бумаги из древесины, затраты энергии сокращаются на 40 %. Рециклинг макулатуры при создании 1 т бумаги экономит около 2 т древесины [2, 3].

Наиболее распространенным вариантом утилизации ТКО является мусоросжигающий завод, который отличается от мусороперерабатывающего тем, что здесь мусор утилизируется исключительно способом горения. Зачастую это небольших размеров завод, являющийся частью комплексного полигона ТКО, служащий для частичной разгрузки свалки.

На мусороперерабатывающих заводах идет более полная поэтапная переработка мусора: мусор сортируется, отбираются крупногабаритные предметы, изымаются цветные и черные металлы, стекло, пластик, повышается выход полезных продуктов. В дальнейшем происходит сжигание подготовленных отходов в газификаторе с получением синтез-газа, который используется в специальных котлах-утилизаторах. В итоге получают материалы, пригодные к вторичной переработке, и продукты пиролиза, которые могут быть использованы в хозяйственной деятельности перерабатывающего предприятия либо направлены другим потребителям (производителям строительных материалов, дорожным службам и др.) [4–10].

Оценка воздействия технологии переработки ТКО на окружающую среду используется в рамках системы менеджмента потоками отходов, цель которого – обеспечение максимальной эко-

логической безопасности. Элементы системы менеджмента: мониторинг, контроль и управление потоками отходов; мониторинг состояния окружающей среды; разработка и эксплуатация оборудования для утилизации и переработки отходов. Системы контроля показателей воздействия на окружающую среду используются региональным уровнем управления и перерабатывающими предприятиями [11, 13].

Менеджмент потоков отходов должен учитывать:

- идентификацию, оценку и минимизацию рисков для окружающей среды при осуществлении деятельности предприятий;
- сокращение негативного воздействия на окружающую среду от производственных процессов;
- повышение результативности систем обеспечения экологической безопасности;
- совместную деятельность руководства производственных предприятий с региональными и общественными организациями;
- детализацию экологических показателей предприятия [12, 15].

Особую актуальность приобретают превентивные инструменты, которые позволяют предварительно проверить соответствие формируемых решений требованиям законодательства в сфере экологии и исключить возможность строительства предприятий, которые не соответствуют данным требованиям.

Мусоросжигательные заводы не представляют опасности для окружающей среды при условии соблюдения технологических нормативов и применения современного оборудования, однако проверка и экологический мониторинг мусороперерабатывающих производств должны проводиться в соответствии с регламентом, что повысит уровень экологической безопасности [12].

Существует несколько методик оценки воздействия крупных мусороперерабатывающих производств на окружающую среду, разработанных учеными (Ю.Ю. Башкиров, В.В. Глухов, К.М. Григорьев, Н.В. Данилова, И.С. Захаров, Т.П. Некрасова, Н.В. Пашкевич и др. [1–5, 15, 18]). Они отличаются степенью детализации расчетов, позволяют оценивать загрязнение окружающей среды по отдельным показателям и вычислять интегральное воздействие мусороперерабатывающего предприятия.

Так, Ш. Шальтеггером и А. Штурмом предложено разделять методики оценки по двум критериям [16]:

- направление, основанное на использовании естественно-научных и социально-экономических методов;
- оценочный инструментарий, использующий монетарные методы, опирающиеся на стоимостные значения – методы оценки материальных потоков, энергетических потоков, экологического ущерба, ориентированные на нормативные загрязнения.

Ф. Рубик и В. Тайхерт предложили многоуровневую классификацию методов оценки воздействия, учитывающую тип, количество и характер используемых оценочных критериев [17].

Результаты исследования. Предлагаемая нами оценка экологических рисков базируется на иерархическом дереве показателей экологических опасностей (рис. 1).

С помощью структурированных показателей выявляются и оцениваются причинно-следственные связи между ними. Далее формируется функциональная зависимость, связывающая обобщенный показатель опасности объекта с индивидуальными показателями. На заключительном этапе методики рассчитывается значение обобщенного показателя экологической опасности объекта.

Нами разработана детализированная и комплексная методика оценки экологической опасности отходов мусороперерабатывающих производств, иерархические группы показателей которой представлены на рис. 2.

Одной из основных задач интегральной оценки воздействия производства на окружающую среду является определение перечня факторов и рисков экологической опасности.

При выборе мероприятий, минимизирующих экологический ущерб в регионе, необходимо предусматривать:

- снижение массы образующихся отходов;
- внедрение малоотходных технологий;
- организацию отдельного сбора;
- запрещение захоронения отходов, допускающих вторичное использование;
- выделение отдельных видов отходов (опасных отходов, бумаги и стекла, строительного

мусора, автомобильных шин, промышленной тары);

- привязку тарифа оплаты за отходы к их массе;
- использование системы улавливания и утилизации свалочного газа.

Выбор технологии утилизации и переработки твердых коммунальных отходов в силу особой общественной значимости должен опираться на комплексный анализ, который включает оценку единовременных и текущих затрат, влияния на окружающую среду, финансовых возможностей инвестора и природных резервов региональной экологии, состояния полигонов и их загрузки, а также применяемые инновационные решения [19, 20].

Входящий поток характеризуется:

- объемом;
- структурой (пищевые отходы, бумага и картон, пластик, стекло, древесные отходы, металл, крупногабаритный мусор, отходы электрических и электронных товаров и т. д.);
- территориальным распределением;
- способом доставки.

Можно выделить три группы способов переработки:

- многофракционный сбор, сложная переработка, утилизация с получением энергии (глубина переработки до 70 %);
- дифференцированный сбор и последующая вторичная переработка (глубина переработки до 40 %);
- сбор и переработка различных отходов (смешанный способ, глубина переработки до 20 %).

Ключевые элементы технологий:

- сортировка с целью выделений фракций;
- переработка во вторичное сырье;
- компостирование;
- анаэробное сбраживание для получения биогаза;
- прямое сжигание;
- дезактивация опасных отходов;
- использование отходов для получения тепла или электроэнергии;
- захоронение.

Переработка смешанного потока обеспечивает выделение от 5 до 20 различных фракций при затратах 10–20 тыс. руб. на 1 т.

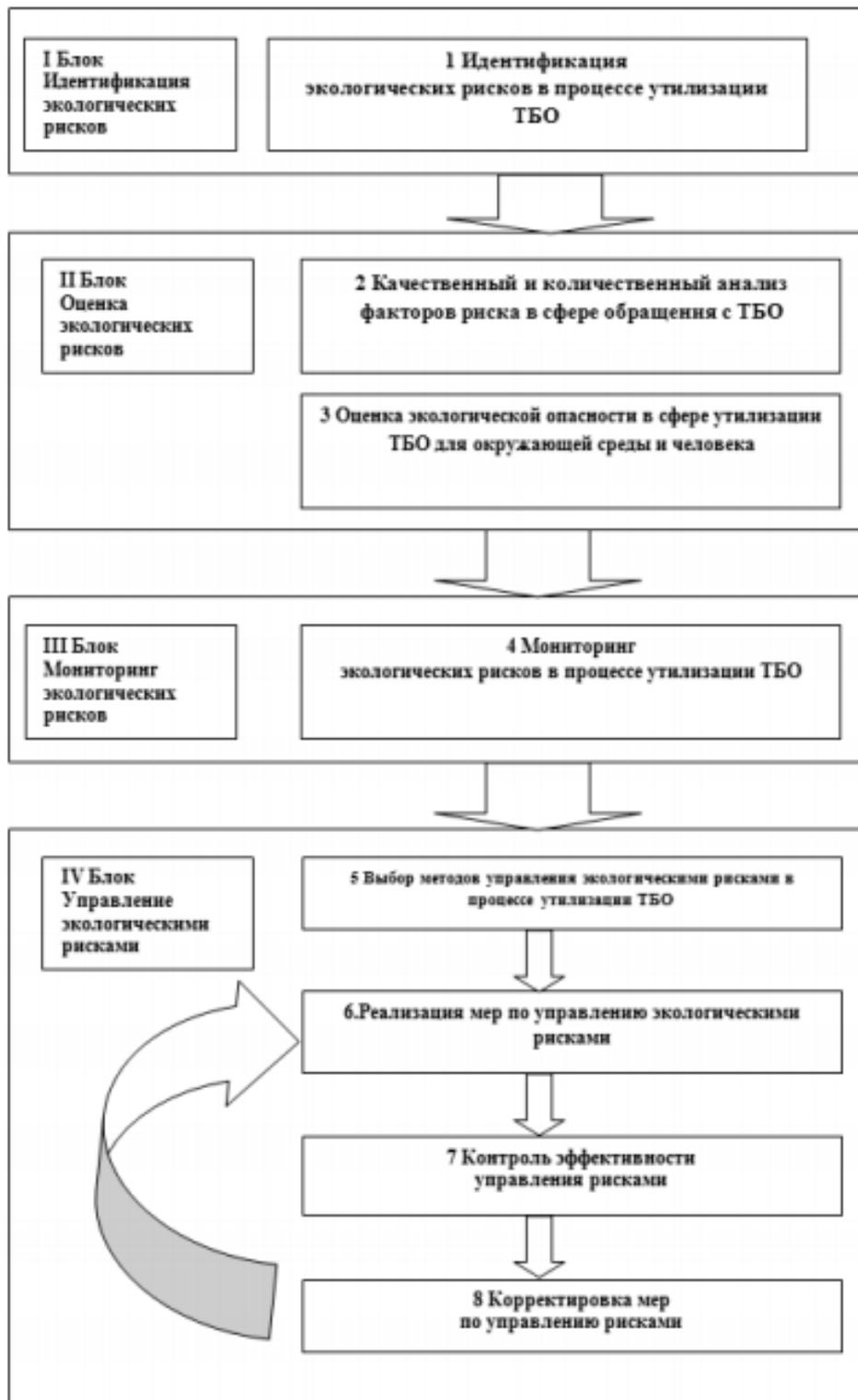


Рис. 1. Составляющие методики оценки воздействия на окружающую среду [1]

Fig. 1. Components of the methodology for environmental impact assessment [1]

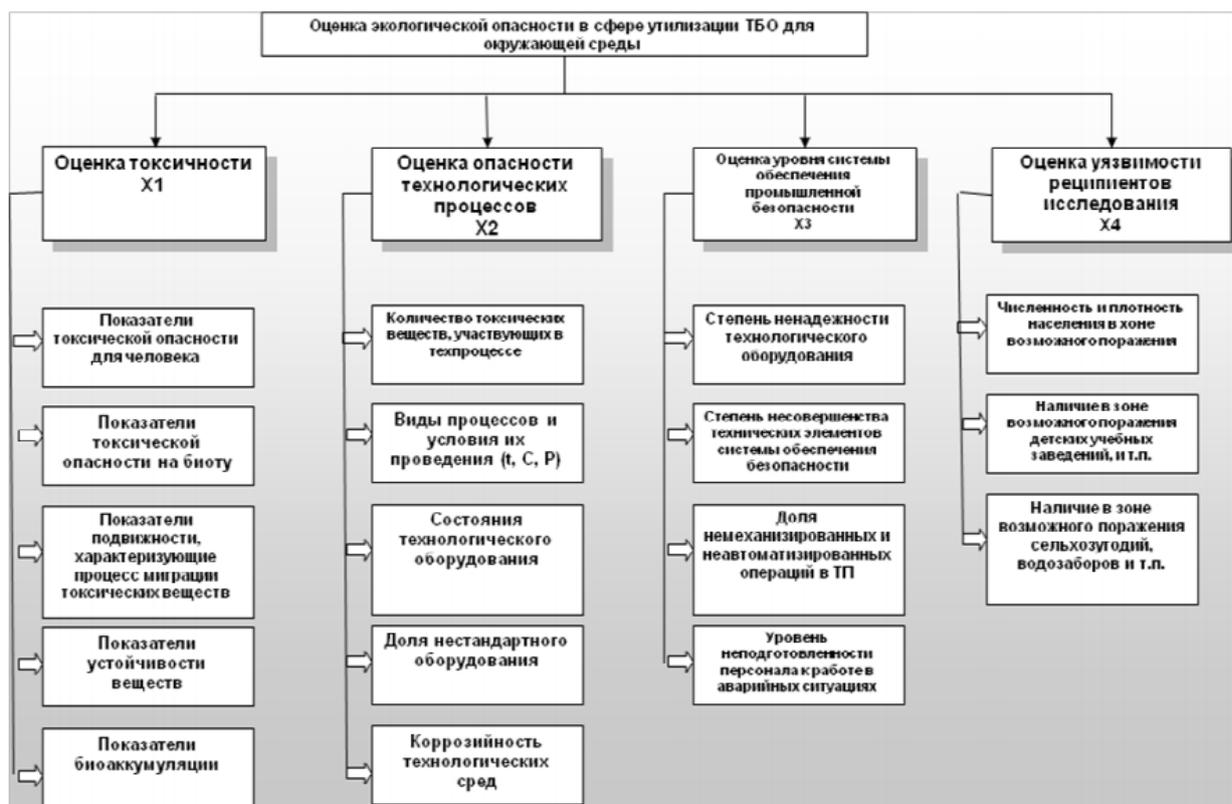


Рис. 2. Составляющие оценки экологической опасности мусороперерабатывающего производства
 Fig. 2. Components of assessing the environmental hazard of waste recycling production

Затраты на переработку предусматривают капитальные расходы на проектирование, строительство и освоение, текущие расходы на эксплуатацию, транспортные расходы по доставке исходного сырья и отгрузке конечных отходов.

При оценке экологического воздействия технологического процесса переработки отходов предлагается шесть составляющих и три повышающих коэффициента:

1) оценка природных ресурсов, изымаемых при строительстве (занимаемая территория, масса оборудования, масса фундамента, масса строительных конструкций);

2) оценка природных ресурсов, используемых при эксплуатации (потребление энергоресурсов, потребление воды, потребление кислорода воздуха, потребность территории для складирования отходов);

3) оценка воздействия на окружающую среду (включает выбросы в атмосферу, в поверхност-

ную воду, в подземные воды, на поверхность прилегающей территории);

4) оценка воздействия на людей (с учетом возрастных групп, общих заболеваний, аллергических заболеваний, канцерогенеза, генетических изменений, репродуктивных нарушений, расстройства нервной системы);

5) оценка воздействия на растительный мир (с выделением значимости окружающих зон);

6) оценка воздействия на животный мир (с выделением видов).

Повышающие коэффициенты: за счет риска аварийности технологических процессов, за счет риска аварийности производственного оборудования, за счет токсичности потока перерабатываемых отходов (аккумуляторы, ртутьсодержащие лампы, клеи, краски, медицинские отходы, отходы химии и т. п.).

Повышающие коэффициенты учитывают возможные отклонения от нормативных условий



работы оборудования и нормативной структуры перерабатываемых отходов.

Интегральная оценка технологии переработки имеет вид:

$$\min F = \sum_k Z_k + k_1 k_2 k_3 \sum_i V_i - \sum_j F_j - H, \\ V_i^{(0)} + V_i \leq V_i^{\max},$$

где Z_k – эксплуатационные затраты по составляющим; V_i – оценка отдельных экологических потерь; F_j – получаемые доходы от реализации выделенных материалов по видам; H – полученные доходы от реализации выделенной энергии; k_1, k_2, k_3 – повышающие коэффициенты; $V_i^{(0)}$ – имеющаяся экологическая нагрузка по i -му экологическому показателю; V_i^{\max} – максимально допустимая региональная нагрузка по i -му экологическому показателю.

Признаками технологических процессов переработки отходов являются:

- объем перерабатываемого потока;
- инвестиционная стоимость используемых оборудования, зданий, сооружений;
- потребная территория;
- затрачиваемая энергия;
- эксплуатационные расходы;
- транспортные затраты;
- объем и структура выбросов на территорию;
- объем и структура выбросов в атмосферу;
- объем и структура выбросов в поверхностные воды;
- объем и структура выбросов в подземные воды;
- количество полученной энергии;
- количество выделяемых фракций;
- масса получаемых материалов (металл, стекло, бумага, пластик);
- глубина переработки;

– степень уменьшения массы в процессе переработки;

– доходы от реализации «выделенных материалов».

Выбор технологии мусоропереработки должен строиться также исходя из «экологического запаса» региона. Под «экологическим запасом» понимается совокупность экологических факторов, которые либо позволяют применять дешевые, но в то же время загрязняющие технологии, либо наоборот, если ресурс находится на пределе, необходимо применять более дорогие, но наименее экологически вредные технологии, что, например, характерно для крупных мегаполисов, где «экологический запас» региона практически исчерпан. Наиболее универсальным алгоритмом выбора предпочтительного варианта и оценки последствий рекомендуемого варианта переработки потока ТКО является цифровая динамическая экологическая модель территории, допускающая введение дополнительных «точек» генерирования факторов воздействия и корректировку потока отходов.

Выводы. Оценка воздействия некоторых предприятий на окружающую среду реализуется на основе существующих систем поддержания оптимального состояния экологии. Предложена детализированная и комплексная методика оценки экологической опасности отходов мусороперерабатывающих производств с использованием иерархической группы показателей. Для повышения адекватности оценки экологического воздействия технологического процесса переработки отходов предлагается учитывать шесть составляющих и три повышающих коэффициента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Башкиров Ю.Ю., Кравцов А.В., Писклова О.П., Носарев Н.С. Модель оценки экологических рисков в процессе утилизации твердых бытовых отходов // Технические науки – от теории к практике. 2014. № 37. С. 91–98.

[2] Григорьев К.М., Еремина Н.В., Гріднев С.В. Использование мусороперерабатывающих предприятий с целью добычи энергии и ресурсов и уменьшения

их влияния на окружающую среду // Географические науки и образование: матер. Всерос. науч.-практ. конф. 2016 г. С. 125–127.

[3] Данилова Н.В., Каримова С.А. Оценка воздействия на окружающую среду: имплементация международно-правовых требований в российское законодательство // Международное право. 2015. № 2. С. 110–121.

- [4] **Дмитриева Н.Н., Соломенникова Е.В.** Современные проблемы утилизации твердых бытовых и промышленных отходов // Фотинские чтения. 2016. № 1. С. 89–94.
- [5] **Захаров И.С., Казанцева А.Г.** Перспективы применения методов биотестирования и биоиндикации при оценке негативного воздействия объектов на окружающую среду // Экологическая безопасность: проблемы и пути решения: сб. тез. и докл. Междунар. науч.-практ. конф. 2018 г. 40 с.
- [6] **Кадничанская Э.Ф.** Современные проблемы управления природными ресурсами и совершенствования в области обращения с отходами // Современные проблемы управления природными ресурсами и развитием социально-экономических систем. 2016. № 2. С. 106–115.
- [7] **Козлов О.В., Боднарук М.Н.** К вопросу о формировании стратегий в сфере обращения городских отходов // Научный вестник московского государственного горного университета. 2013. № 5. С. 44–49.
- [8] **Мамаджанов Р.Х., Латушкина Е.Н.** Экологические воздействия полигонов ТБО и мусоросжигательных заводов на окружающую природную среду // Актуальные проблемы экологии и природопользования. 2014. № 2. С. 399–402.
- [9] **Проскурникова И.А.** Оценка эффективности использования выработанного пространства предприятий для размещения отходов мусоросжигательных заводов // Научный вестник московского государственного горного университета. 2013. № 12. С. 162–169.
- [10] **Пушнова П.И.** К вопросу воздействия мусороперерабатывающего завода на компоненты окружающей среды // Экология южной Сибири и сопредельных территорий. 2016. № 2. С. 128–129.
- [11] **Рычков С.Л., Шатров А.В.** Система моделей для оценки воздействия выбросов, загрязняющих веществ на окружающую среду // Моделирование коэволюции природы и общества: проблемы и опыт: тр. всерос. науч. конф. 2017. С. 353–362.
- [12] **Салимуллина Р.Р.** Внедрение экологического менеджмента на мусоросжигательных заводах // Мирная наука. 2017. № 2. С. 118–120.
- [13] **Старостина В.Ю., Уланова О.В.** Использование методов оценки воздействия на окружающую среду при выборе перспективного способа обращения с отходами производства и потребления // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 5. 49 с.
- [14] **Халиков Р.И., Бафоев Ю.М., Чувинова С.А.** Загрязнение атмосферного воздуха города Москвы от мусоросжигательных заводов // Труды международной научной конференции молодых ученых и специалистов. 2017 г. 94 с.
- [15] **Глухов В.В., Некрасова Т.П.** Экономические основы экологии. СПб.: Питер, 2003. 320 с.
- [16] **Schaltegger S., Sturm A.** Ökologieorientierte Entscheidungen in Unternehmen – Ökologisches Rechnungswesen statt Ökobilanzierung: Notwendigkeit, Kriterien, Konzepte, Diss., 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, Bern, 1994.
- [17] **Rubik F., Teichert V.** Ökologische Produktpolitik – Von der Beseitigung von Stoffen und Materialien zur Rückgewinnung in Kreisläufen. Stuttgart: Schaefer-Poeschel, 1997.
- [18] **Пашкевич М.А., Шуйский В.Ф.** Экологический мониторинг. СПб. СПбГГИ, 2002. 89 с.
- [19] **Александрова А.В., Алетдинова А.А., Байков Е.А. и др.** Инновации и импортозамещение в промышленности: экономика, теория и практика. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015.
- [20] **Краснюк Л.В., Османова А.М., Русинов Д.П. и др.** Методология управления инновациями в промышленности. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013.

ГЛУХОВ Владимир Викторович. E-mail: office.vicerektor.me@spbstu.ru
МОВЧАН Константин Сергеевич.

Статья поступила в редакцию: 26.02.2019

REFERENCES

- [1] **Yu.Yu. Bashkirov, A.V. Kravtsov, O.P. Pisklova, N.S. Nosarev,** Model otsenki ekologicheskikh riskov v protsesse utilizatsii tverdykh bytovykh otkhodov, Tekhnicheskkiye nauki – ot teorii k praktike, 37 (2014) 91–98.
- [2] **K.M. Grigoryev, N.V. Yeremina, S.V. Gridnev,** Ispol'zovaniye musoropererabatyvayushchikh predpriyatiy s tselyu dobychi energii i resursov i umensheniya ikh vliyaniya na okruzhayushchuyu sredu, Geograficheskkiye nauki i obratovaniye: materialy vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, (2016) 125–127.
- [3] **N.V. Danilova, S.A. Karimova,** Otsenka vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredu: implementatsiya mezhdunarodno-pravovykh trebovaniy v rossiyskoye zakonodatelstvo, Mezhdunarodnoye pravo, 2 (2015) 110–121.
- [4] **N.N. Dmitriyeva, Ye.V. Solomennikova,** Sovremennyye problemy utilizatsii tverdykh bytovykh i



promyshlennykh otkhodov, Fotinskiye chteniya, 1 (2016) 89–94.

[5] **I.S. Zakharov, A.G. Kazantseva**, Perspektivy primeneniya metodov biotestirovaniya i bioindikatsii pri otsenke negativnogo vozdeystviya obyektov na okruzhayushchuyu sredy, Ekologicheskaya bezopasnost: problemy i puti resheniya: sbornik tezisov i dokladov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 2018 g.

[6] **E.F. Kadnichanskaya**, Sovremennyye problemy upravleniya prirodnymi resursami i sovershenstvovaniya v oblasti obrashcheniya s otkhodami, Sovremennyye problemy upravleniya prirodnymi resursami i razvitiyem sotsialno-ekonomicheskikh system, 2 (2016) 106–115.

[7] **O.V. Kozlov, M.N. Bodnaruk**, K voprosu o formirovaniy strategiy v sfere obrashcheniya gorodskikh otkhodov, Nauchnyy vestnik moskovskogo gosudarstvennogo gornogo universiteta, 5 (2013) 44–49.

[8] **R.Kh. Mamadzhonov, Ye.N. Latushkina**, Ekologicheskiye vozdeystviya poligonov TBO i musoroszhigatelnykh zavodov na okruzhayushchuyu prirodnyuyu sredy, Aktualnyye problemy ekologiy i prirodopolzovaniya, 2 (2014) 399–402.

[9] **I.A. Proskurnikova**, Otsenka effektivnosti ispolzovaniya vyrabotannogo prostranstva predpriyatiy dlya razmeshcheniya otkhodov musoroszhigatelnykh zavodov, Nauchnyy vestnik moskovskogo gosudarstvennogo gornogo universiteta, 12 (2013) 162–169.

[10] **P.I. Pushnova**, K voprosu vozdeystviya musopererabatyvayushchego zavoda na komponenty okruzhayushchey sredy, Ekologiya yuzhnoy Sibiri i sopedelnykh territoriy, 2 (2016) 128–129.

[11] **S.L. Rychkov, A.V. Shatrov**, Sistema modeley dlya otsenki vozdeystviya vybrosov, zagryaznyayushchikh veshchestv na okruzhayushchuyu sredy, Modelirovaniye

koevolyutsii prirody i obshchestva: problemy i opyt. Trudy vserossiyskoy nauchnoy konferentsii, (2017) 353–362.

[12] **R.R. Salimullina**, Vnedreniye ekologicheskogo menedzhmenta na musoroszhigatelnykh zavodakh, Mirovaya nauka, 2 (2017) 118–120.

[13] **V.Yu. Starostina, O.V. Ulanova**, Ispolzovaniye metodov otsenki vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredy pri vybore perspektivnogo sposoba obrashcheniya s otkhodami proizvodstva i potrebleniya, Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya, 5 (2013).

[14] **R.I. Khalikov, Yu.M. Bafoyev, S.A. Chuvirova**, Zagryazneniye atmosfernogo vozdukh goroda Moskvy ot musoroszhigatelnykh zavodov, Trudy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov. 2017 g.

[15] **V.V. Glukhov, T.P. Nekrasova**, Ekonomicheskkiye osnovy ekologiy. SPb.: Piter, 2003.

[16] **S. Schaltegger, A. Sturm**, Ökologieorientierte Entscheidungen in Unternehmen – Ökologisches Rechnungswesen statt Ökobilanzierung: Notwendigkeit, Kriterien, Konzepte, Diss., 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, Bern, 1994.

[17] **F. Rubik, V. Teichert**, Ökologische Produktpolitik – Von der Beseitigung von Stoffen und Materialien zur Rückgewinnung in Kreisläufen. Stuttgart: Schaefer-Poeschel, 1997.

[18] **M.A. Pashkevich, V.F. Shuyskiy**, Ekologicheskii monitoring. SPb.: SPbGGI, 2002.

[19] **Aleksandrova A.V., Aletdinova A.A., Baykov Ye.A. i dr.** Innovatsii i importozameshcheniye v promyshlennosti: ekonomika, teoriya i praktika. SPb.: Izdatelstvo Politekhnicheskogo universiteta, 2015.

[20] **Krasnyuk L.V., Osmanova A.M., Rusinov D.P. i dr.** Metodologiya upravleniya innovatsiyami v promyshlennosti. SPb.: Izd-vo Politekhn. un-ta, 2013.

GLUHOV Vladimir V. E-mail: office.vicerektor.me@spbstu.ru

MOVCHAN Konstantin S.