

## ДИНАМИКА РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ ТБО В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

**Березюк О.В.**

канд. тех. наук, доцент  
berezukoleg@yandex.ru

Вінницький національний технічний університет, Україна

**Абстракт.** Одной из наиболее актуальных экологических проблем мира на сегодняшний день является загрязнение окружающей природной среды отходами производства и потребления. Отходы являются важным ресурсом, который можно использовать для получения ценных фракций, энергии, компоста, а также переработки и обогащения. В противоположность более значительным по количеству твердым промышленным отходам, относительно легко подлежащих переработке, твердые бытовые отходы в Республике Казахстан, в основном, захорониваются на полигонах и свалках, загрязняя окружающую среду, и пока лишь их незначительная часть подлежит переработке и утилизации. Определение регрессионной зависимости, описывающей динамику распространенности переработки и утилизации твердых бытовых отходов в Республике Казахстан, является актуальной научно-технической задачей. Целью исследования является определение регрессионной зависимости, описывающей динамику распространенности переработки и утилизации твердых бытовых отходов в Республике Казахстан и может использоваться при прогнозировании такой динамики. В ходе исследования использован метод регрессионного анализа результатов однофакторных экспериментов и других парных зависимостей с выбором рационального вида функции из шестнадцати наиболее распространенных вариантов по критерию максимального значения коэффициента корреляции. Регрессия проводилась на основе линеаризирующих преобразований, позволяющих свести нелинейную зависимость к линейной. Определение коэффициентов уравнений регрессии осуществлялось методом наименьших квадратов с помощью разработанной компьютерной программы RegAnaliz, которая защищена свидетельством о регистрации авторского права на произведение. Получена адекватная регрессионная степенная зависимость, описывающая динамику распространенности переработки и утилизации твердых бытовых отходов в Республике Казахстан и может быть использована при прогнозировании такой динамики. Построена графическая зависимость, которая описывает динамику распространенности переработки и утилизации твердых бытовых отходов в Республике Казахстан и позволяет наглядно проиллюстрировать данную динамику и показать достаточное сходимость теоретических

результатов с фактическими данными. Используя полученную зависимость, прогнозируется, что распространенность переработки и утилизации твердых бытовых отходов в Республике Казахстан при существующих темпах роста в 2025 году увеличится до 39,3 %.

**Ключевые слова:** твердые бытовые отходы, переработка, утилизация, динамика распространенности, регрессионный анализ, зеленая экономика.

## Введение

Одной из наиболее актуальных экологических проблем мира на сегодняшний день является загрязнение окружающей природной среды отходами производства и потребления. Отходы являются важным ресурсом, который можно использовать для получения ценных фракций, энергии, компоста, а также переработки и обогащения. В противоположность более значительным по количеству твердым промышленным отходам, относительно легко подлежащим переработке [1-5], твердые бытовые отходы (ТБО) в Республике Казахстан, в основном, без сортировки на компоненты захорониваются на полигонах и несанкционированных свалках, загрязняя окружающую среду, и пока лишь незначительная их часть подлежит переработке и утилизации, являющимся одним из целевых индикаторов «зеленой экономики» [6]. В то же время в таких развитых странах ЕС, как Швеция и Дания, распространенность сжигания ТБО с использованием энергии достигает более 50 % от общей совокупности путей обращения с ТБО, а в Нидерландах распространенность компостирования достигает трети от общей совокупности путей обращения с ТБО [7, 8]. Повышению распространенности переработки и утилизации способствует сортировка ТБО [9, 10], позволяющая извлечь определенные компоненты: макулатуру, стекло, черные и цветные металлы и полимерные материалы.

Согласно официальным статистическим данным по образованию, сбору и захоронению ТБО в Республике Казахстан ежегодно образуется в среднем 3,5 млн. тонн коммунальных отходов (что составляет в среднем около 300 кг на 1 человека в год) с прогнозом роста до 8 млн. тонн в 2035 г. Основная доля коммунальных отходов приходится на отходы домашних хозяйств (70,7 %).

В Концепции по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике», утвержденной указом Президента Республики Казахстан от 30 мая 2014 г. № 577, формирование и совершенствование системы управления отходами обозначено одним из

основных направлений [11]. По расчетам, к 2050 году преобразования в рамках «зеленой экономики» позволят дополнительно увеличить валовой внутренний продукт на 3 %, создать более 500 тыс. новых рабочих мест, сформировать новые отрасли промышленности и сферы услуг и обеспечить более здоровые и равноправные условия жизни для населения.

Послание Президента Республики Казахстан «Новые возможности развития в условиях четвертой промышленной революции» от 10 января 2018 г., в частности, призывает разработать и принять комплекс мер по современной утилизации и переработке ТБО с широким привлечением субъектов малого и среднего бизнеса [12]. С целью развития сферы переработки ТБО усовершенствована нормативная правовая база. В частности, внесены поправки в Экологический кодекс: введены понятия «раздельный сбор коммунальных отходов», «вторичное сырье», установлены требования к ним; введены расширенные обязательства производителей (импортеров); введен запрет на захоронение на полигонах некоторых видов отходов. С 2016 года запрещено размещение на полигонах ртутьсодержащих ламп и приборы, металлолом, отработанные масла и жидкости, батареи, электронные отходы. С 1 января 2019 вступил в силу запрет на захоронение пластмассы, макулатуры, картона и отходов бумаги, стекла, а с 2021 года – на строительные и пищевые отходы. Поэтому определение регрессионной зависимости, которая описывает динамику распространенности переработки и утилизации ТБО в Республике Казахстан и может быть использована при прогнозировании такой динамики, является актуальной научно-технической задачей.

### **Цель и задачи исследования**

Целью этой статьи является построение с помощью регрессионного анализа регрессионной зависимости, которая описывает динамику распространенности переработки и утилизации твердых бытовых отходов в Республике Казахстан и может использоваться при прогнозировании такой динамики.

Задачами исследования являются:

- определение регрессионной зависимости, которая описывает динамику распространенности переработки и утилизации твердых бытовых отходов в Республике Казахстан;
- построение графической зависимости, описывающей динамику распространенности переработки и утилизации твердых бытовых отходов в Республике Казахстан;
- прогнозирование распространенности переработки и утилизации твердых бытовых

отходов в Республике Казахстан.

### **Обзор литературы**

В статье [13] рассматриваются методы переработки и утилизации ТБО, в том числе организация отдельного их сбора, компостирования, сжигания с использованием и без использования энергии. Особый интерес представляет мнение авторов об их применении в условиях населённых пунктов Республики Казахстан.

В работе [14] указано, что распространение технологии по переработке органических отходов с помощью красного калифорнийского червя в Республике Казахстан и других странах позволит снизить объемы поступающих на полигоны ТБО, предотвратить строительство новых полигонов, а также снизить выбросы парниковых газов вследствие предотвращения эмиссии. в окружающую среду. Реализация этого проекта показала его жизнеспособность в Республике Казахстан, возможность переработки органических отходов с наименьшими экономическими затратами, уменьшение нагрузки на окружающую среду, продление сроков эксплуатации полигонов ТБО, а также ускорение процесса возврата в оборот плодородных земель.

В статье [15] приведены данные по морфологическому составу ТБО за период с 1960 года на территории СССР до настоящего времени на территории постсоветских стран, в том числе Республики Казахстан. Установлено, что количество собранных и вывезенных ТБО в Республике Казахстан растет с каждым годом примерно на 3,4 %. Основными причинами прироста ТБО являются рост численности и повышение уровня жизни населения.

В работе [16] представлены сведения о морфологическом, фракционном, химическом составе, плотности, особых свойствах, компрессионной характеристике и нормах накопления ТБО в городах Республики Казахстан, в частности в г. Кокшетау, и методах их утилизации. Определен наиболее оптимальный вариант решения данной проблемы в условиях г. Кокшетау – компостирование ТБО, что позволяет предотвратить ущерб на сумму 1807160 тенге.

В статье [17] был проведен обзор существующей в настоящее время практики управления ТБО в Республике Казахстан и, в частности, в Карагандинской области. Отмечено, что превращение ТБО в энергию действительно актуально. Определено, что для решения проблемы ТБО необходимо увеличить объемы переработки, для чего необходимо увеличить количество пунктов приема ТБО в регионах, и нужно создать более эффективную систему финансового контроля. Для этого предлагается открыть

рабочие места с привлечением инвесторов, что приведет к реализации инвестиционного проекта по строительству в районе мусороперерабатывающего комплекса, состоящего из завода по сортировке и переработке отходов и полигона ТБО.

В работах [7, 8, 18] приводят статистические данные по распространенности путей обращения с ТБО в разных странах. В статье [19] приведены регрессионные модели распространенности таких способов обращения с ТБО, как захоронение и сжигание в зависимости от факторов влияния: плотность населения страны, величина валового внутреннего продукта на душу населения, соотношение расходов на сжигание и захоронение отходов.

Распространенность компостирования как способа обращения с ТБО смоделирована в работе [20]. Выявлены параметры, от которых зависит распространенность компостирования как метода обращения с ТБО в разных странах. Разработана математическая модель распространенности компостирования ТБО.

В статье [21] описано моделирование распространенности способов утилизации свалочного газа. Установлено, что наиболее на распространение утилизации свалочного газа способом прямого сжигания влияет индекс развития человеческого потенциала, а меньше всего – плотность населения; наиболее всего на распространенность утилизации свалочного газа способом выработки электроэнергии влияет ВВП на душу населения, а индекс развития человеческого потенциала не влияет вообще.

Оценка образования опасных бытовых отходов в Восточной Европе приведена в статье [22]. В работе [23] исследована динамика распространенности методов обращения с ТБО в ЕС, определены соответствующие регрессионные зависимости, которые позволяют прогнозировать динамику распространенности этих методов. Установлено, что распространенность захоронения ТБО спадает линейно, сжигание – растет гиперболически, переработка и компостирование – растет линейно. При этом интенсивнее всего растет распространенность сжигания твердых бытовых отходов. Спрогнозирована такая распространенность методов обращения с ТБО в ЕС в 2021 году: захоронение – 14,15 %, сжигание – 40,32 %, переработка – 34,19 %, компостирование – 19,74 %.

В статье [24] предложены регрессионные зависимости, описывающие динамику уменьшения количества свалок в США и Украине, а также приведено сравнение динамики уменьшения количества свалок в этих странах. Результаты применения предложенной прогностической модели уменьшения количества свалок на примере США в проекции на Украину подтверждают необходимость внедрения в этой стране

современных технологий переработки и утилизации ТБО.

Распространенность сжигания ТБО с утилизацией энергии исследована в работе [25], в результате чего методом планирования эксперимента построена адекватная математическая модель распространенности сжигания твердых бытовых отходов с утилизацией энергии в виде квадратичной регрессии с эффектами взаимодействий первого порядка.

В исследовании [26] посредством использования спутниковых снимков, полученных с сервиса SAS PLANET, предоставило возможность установить изменения границ двух существующих и одного закрытого полигонов ТБО за период 2003-2016 гг., находящихся возле г. Алматы. В исследовании построены карты изменения границ 5 несанкционированных свалок, а полученные авторами данные свидетельствуют о необходимости контролировать и осуществлять целевые мероприятия по определению тенденций загрязнения и увеличению буферной зоны полигонов ТБО. Интересен тот факт, что для полигона Карасай (г. Алматы) прослеживается тенденция к уменьшению площади, занятой им в 2002 г. его площадь составляла 45,5 га, в 2012 г. – 27,8 га, а в 2016 г. – 10,65 га. За этот период площадь полигона ТБО приобрела динамику сокращения на 34,35 га за счет и того, что он находился в непосредственной близости к городу и в связи с этим был закрыт как не отвечающий санитарным нормам.

В работе [27] отмечено, что Республика Казахстан лидирует в Азии по количеству частных организаций в сфере обращения с твердыми бытовыми отходами. Всемирный банк оказывает поддержку стратегиям и проектам в области управления промышленными и бытовыми отходами в Республике Казахстан. Текущий охват системой сбора ТБО в Республике Казахстан оценивается примерно в 60-70 %. Частные и муниципальные стимулирующие механизмы, в последние годы введенные в городах Республики Казахстан, способствуют росту переработки ТБО.

В статье [28] приведены статистические данные по динамике внедрения современных методов и технологий в сфере обращения с ТБО в Украине, а в работах [29, 30] опубликованы данные по распространенности переработки и утилизации ТБО в Республике Казахстан и отдельных ее регионах в 2014-2019 гг. Однако конкретных математических зависимостей, описывающих динамику распространенности переработки и утилизации ТБО в Республике Казахстан, в результате анализа известных публикаций, автором не обнаружено.

## **Методика исследования**

Для определения регрессионной зависимости, описывающей динамику распространенности переработки и утилизации ТБО в Республике Казахстан, использованы следующие методы: регрессионного анализа результатов однофакторных экспериментов и других парных зависимостей, компьютерного моделирования. При проведении регрессионного анализа использовался метод наименьших квадратов, заключающийся в том, что линия, лучше описывающая парную зависимость, выбирается путем минимизации суммы квадрата погрешности. Наиболее подходящая линия выбирается там, где сумма квадратичной ошибки между наблюдаемыми данными и регрессионными минимальна.

## **Полученные результаты и их обсуждение**

В таблице 1 показана динамика распространенности переработки и утилизации ТБО в Республике Казахстан в 2014-2019 гг. [29, 30], анализ которой показывает, что актуальным направлением развития отрасли управления отходами в Республике Казахстан становится переработка и утилизация ТБО. При этом в таких регионах как Мангистауская область, Алматинская область, г. Шымкент, этот показатель в несколько раз превышает среднее значение по Республике Казахстан. Росту распространенности переработки и утилизации ТБО способствует Экологический кодекс Республики Казахстан, являющийся уникальным примером базового отраслевого законодательства в Центральной Азии – с 2016 года содержит положения о расширенной ответственности производителя, в соответствии с которыми физические и юридические лица, производящие продукты в Республике Казахстан или импортирующие их, обязаны собирать, транспортировать, обрабатывать, обеззараживать, повторно использовать и перерабатывать отходы, образующиеся по истечении срока службы их продукции [27]. На сегодняшний день существуют разные технологии переработки и утилизации ТБО, среди которых выделяют: получение биогаза, сжигание с рекуперацией энергии, компостирование и другие. На основе данных таблицы 1 планировалось получить парную регрессионную зависимость, описывающую динамику распространенности переработки и утилизации ТБО в Республике Казахстан.

Таблица 1. Распространенность переработки и утилизации ТБО в Республике Казахстан в разные годы

Год	2014	2017	2018	2019
Литературный источник	[29]	[30]	[30]	[30]
Распространенность переработки и утилизации ТБО в Республике Казахстан, %	3	9,05	11,51	14,9

Регрессия проводилась на основе линеаризирующих преобразований, позволяющих свести нелинейную зависимость к линейной. Определение коэффициентов уравнений регрессии осуществлялось методом наименьших квадратов с помощью разработанной компьютерной программы RegAnaliz [31], которая защищена свидетельством о регистрации авторского права на произведение, и подробно описана в работах [32, 33].

Программа RegAnaliz позволяет проводить регрессионный анализ результатов однофакторных экспериментов и других парных зависимостей с выбором рационального вида функции из 16 наиболее распространенных вариантов по критерию максимального коэффициента корреляции с сохранением результатов в формате MS Excel и Bitmap.

Результаты регрессионного анализа приведены в таблице 2, где серым цветом обозначена ячейка с максимальным значением коэффициента корреляции R.

По критерию максимального значения коэффициента корреляции установлено, что в Республике Казахстан в течение 2014-2019 гг. распространенность переработки и утилизации ТБО возростала по степенной зависимости. При этом коэффициент корреляции составил 0,99960, что свидетельствует о достаточной точности полученной зависимости.

Следовательно, по результатам регрессионного анализа на основе данных таблицы 1, как наиболее адекватную окончательно принятую такую регрессионную зависимость

$$P_{ПУ.ТБО} = 2,243 + 0,7685(t - 2013)^{1,56} [\%], \quad (1)$$

где  $P_{ПУ.ТБО}$  – распространенность переработки и утилизации ТБО в Республике Казахстан, %;

$t$  – год.



Таблица 2. Результаты регрессионного анализа динамики распространенности переработки и утилизации ТБО в Республике Казахстан

№	Вид регрессии	Коэффициент корреляции R	№	Вид регрессии	Коэффициент корреляции R
1	$y = a + bx$	0,99315	9	$y = ax^b$	0,99595
2	$y = 1 / (a + bx)$	0,97033	10	$y = a + b \cdot \lg x$	0,95624
3	$y = a + b / x$	0,91541	11	$y = a + b \cdot \ln x$	0,95624
4	$y = x / (a + bx)$	0,74697	12	$y = a / (b + x)$	0,97033
5	$y = ab^x$	0,99549	13	$y = ax / (b + x)$	0,99831
6	$y = ae^{bx}$	0,99549	14	$y = ae^{b/x}$	0,97846
7	$y = a \cdot 10^{bx}$	0,99549	15	$y = a \cdot 10^{b/x}$	0,97846
8	$y = 1 / (a + be^{-x})$	0,99423	16	$y = a + bx^n$	0,99960

На рис. 1. показана фактическая и теоретическая графическая зависимость, описывающая динамику распространенности переработки и утилизации ТБО в Республике Казахстан.

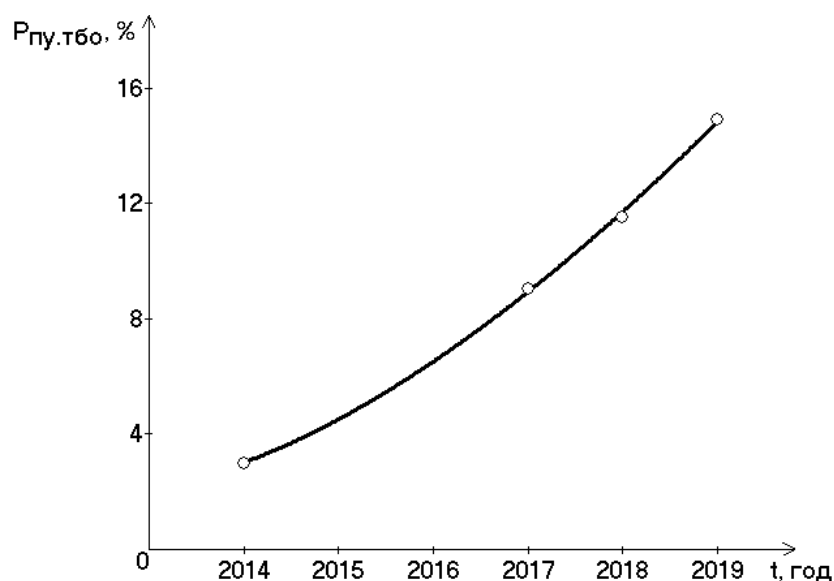


Рис. 1. Зависимость, описывающая динамику распространенности переработки и утилизации ТБО в Республике Казахстан в течение 2014-2019 гг.: фактическая  $\circ$ , теоретическая —

Сравнение фактических и теоретических данных показало, что теоретическая динамика распространенности переработки и утилизации ТБО в Республике Казахстан, рассчитанная с помощью уравнения регрессии (1), существенно отличается от данных, приведенных в работах [29, 30], что подтверждает определенную ранее достаточную точность полученной зависимости.

Используя зависимость (1) можно спрогнозировать, что распространенность переработки и утилизации ТБО в Республике Казахстан при существующих темпах роста в 2025 году увеличится до 39,3 %.

### **Вклад результатов исследования в науку, бизнес или общество**

Определенная в результате исследования регрессионная зависимость, описывающая динамику распространенности переработки и утилизации ТБО в Республике Казахстан, может использоваться для прогнозирования такой динамики при разработке стратегии обращения с твердыми бытовыми отходами.

### **Выводы**

1. Определена регрессионная зависимость, описывающая динамику распространенности переработки и утилизации твердых бытовых отходов в Республике Казахстан и которая может быть использована при прогнозировании такой динамики.

2. Построена графическая зависимость, которая описывает динамику распространенности переработки и утилизации твердых бытовых отходов в Республике Казахстан и позволяет наглядно проиллюстрировать данную динамику и показать достаточное схождение теоретических результатов с фактическими.

3. По критерию максимального значения коэффициента корреляции установлено, что в Республике Казахстан в течение 2014-2019 гг. распространенность переработки и утилизации твердых бытовых отходов возростала по степенной зависимости.

4. Спрогнозировано, что распространенность переработки и утилизации твердых бытовых отходов в Республике Казахстан при существующих темпах роста в 2025 году увеличится до 39,3 %.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Ковальський В.П., Бондарь А.В. Шламосолокарбонатий прес-бетон на основі відходів промисловості // Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції, Харків, 18-20 травня 2015 р. – Харків, НТУ «ХП», 2015. – С. 209.

2. Лемешев М.С. В'яжучі з використанням промислових відходів Вінниччини // Тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я», Харків, 18-20 травня 2016 р. – Харків: НТУ «ХП». – С. 381.

3. Очеретний В.П., Ковальський В.П., Бондар А.В. Використання відходів вапняку та промислових відходів у виробництві сухих будівельних сумішей // Сучасні технології,

матеріали і конструкції в будівництві. – 2009. – № 1. – С. 36-40.

4. Лемішко К.К., Стаднійчук М.Ю., Лемешев М.С. Використання промислових відходів енергетичної та хімічної галузі в технології виготовлення будівельних виробів // Матеріали науково-практичної конференції «Енергія. Бізнес. Комфорт», 26 грудня 2018 р. – Одеса: ОНАХТ, 2019. – С. 23-25.

5. Лемешев М.С. В'яжуче на основі промислових відходів // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития '2017: материалы международной научно-практической Интернет-конференции, 10-17 октября 2017 г. – Москва: SWorld, 2017. – 6 с. – Режим доступа: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/artsarchitecture-and-construction-317/modern-construction-technologies-317/29547-317-027>.

6. Bereziuk O.V., Lemeshev M.S., Bohachuk V.V., Duk M. Means for measuring relative humidity of municipal solid wastes based on the microcontroller Arduino UNO R3 // Proceedings of SPIE, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2018. – 2018. – Vol. 10808, No. 108083G. – <http://dx.doi.org/10.1117/12.2501557>

7. Масленников А.Ю. Характеристика твердых бытовых отходов [Электронный ресурс] // Отраслевой портал. Вторичное сырье. – Режим доступа: <http://www.recyclers.ru>.

8. Орлова Т.А. Экологическая оценка земельных участков, занятых объектами обращения с отходами // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2006. – Вип. 25. – С. 167-181.

9. Попович В.В. Особливості використання транспортних засобів під час транспортування, сортування, утилізації та фітомеліорації твердих побутових відходів // Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.10. – С. 90-96.

10. Березюк О.В. Дослідження кінематики пристрою для сортування твердих побутових відходів // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». – 2010. – № 65. – С. 49-55.

11. Правительство Р.К. Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике» к 2050 году. – Астана, 2013. – 18 с.

12. Саханова Г.Б. Новые возможности развития в условиях четвертой промышленной революции // Вестник университета «Туран». – 2019. – № 2. – С. 21-27.

13. Сакипов К.Е., Башим М.М. Методы переработки и утилизации твёрдых бытовых отходов // The Way of Science. – 2014. – С. 40.

14. Мустафина В.В., Анисимова Н.М., Душкина Ю.Н. Опыт применения вермикультуры в Казахстане // Твердые бытовые отходы. – 2018. – № 5. – С. 36-39.

15. Дюсекенов Е.К., Витвицкий Е.Е. Морфологический состав твердых бытовых отходов // Автомобильные перевозки и транспортная логистика: теория и практика. – 2020. – С. 33-43.

16. Имашева Б.С., Аленай У. Экологический подход к утилизации твердых бытовых отходов // Вестник Карагандинского университета. Серия: Биология. Медицина. География. – 2015. – Т. 79. – № 3. – С. 83-92.

17. Байбатшаев А.Н. Текущая ситуация с управлением ТБО в Казахстане и в частности в Карагандинской области // Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения: сборник материалов IX Международной научно-практической конференции, Нур-Султан, 19 марта 2021. – 2021. – С. 277-281.

18. Павлюк Н.Ю. Перспективи використання ТПВ для генерації теплової енергії в Україні [Електронний ресурс] // Матеріали XXVI міжнародної конференції «Проблеми екології і експлуатації об'єктів енергетики», 20-24 вересня 2016 р. – Одеса: Інститут промислової екології, 2016. – Режим доступу: [http://engecology.com/wp-content/uploads/2015/08/19-pavljuk\\_tpv-v-teplo\\_odesa\\_2016.pdf](http://engecology.com/wp-content/uploads/2015/08/19-pavljuk_tpv-v-teplo_odesa_2016.pdf).

19. Березюк О.В. Визначення параметрів впливу на шляхи поведінки з твердими побутовими відходами // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві: науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2011. – № 2 (10). – С. 64-66.

20. Березюк О.В., Березюк Л.Л. Моделювання поширеності компостування як методу поводження з твердими побутовими відходами // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2016. – № 1. – С. 33-38.

21. Березюк О.В. Моделювання поширеності способів утилізації звалищного газу для розробки обладнання та стратегії поводження з твердими побутовими відходами // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – № 5. – С. 65-68.

22. Ishchenko V., Pohrebennyk V., Kochan R., Mitryasova O., Zawislak S. Assessment of hazardous household waste generation in Eastern Europe // Conference proceedings 19th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2019, Albena, Bulgaria. 30 June – 6 July 2019. – Issue 6.1. – Vol. 19. – Nano, Bio and Green-Technologies. – P. 559-566.

23. Березюк О.В., Краєвський В.О., Березюк Л.Л. Динаміка поширеності методів поводження з твердими побутовими відходами в ЄС // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2020. – № 1. – С. 104-109.

24. Березюк О.В., Краєвський В.О., Березюк Л.Л. Світові тенденції зменшення кількості сміттєзвалищ на прикладі США [Електронний ресурс] // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2020. – № 1. – Режим доступу до журналу: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/587/554>.
25. Березюк О.В., Лемешев М.С. Поширеність спалювання твердих побутових відходів з утилізацією енергії // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві: науково-технічний збірник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2017. – № 2 (23). – С. 128-132.
26. Kaliaskarova Z.K., Ikanova A.S., Aliyeva Z.N., Bekkuliev A.A. Modern condition of locations of municipal solid waste in a residential buffer suburb of the city of Almaty // Journal of Environmental Management and Tourism. – 2018. – Vol. 9. – No. 1. – P. 53-66.
27. Региональный обзор и прогноз управления отходами в Центральной Азии // Программа Организации Объединённых Наций по окружающей среде. – 2017. – 104 с.
28. Рашкевич Н.В. Аналіз техногенної небезпеки технологій поводження з твердими побутовими відходами // Комунальне господарство міст. – 2019. – Т. 6, Вип. 152. – С. 58-66.
29. Приходько В.Ю. Процесс образования твердых бытовых отходов в контексте обеспечения устойчивого развития // Геофилософия устойчивого развития Евразии: материалы международного философского симпозиума. – 2017. – С. 3-14.
30. Определение оптимальной системы обращения с твердыми бытовыми отходами с учетом опыта стран-участниц. Рекомендации по использованию ТБО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.igtipc.org/images/docs/2021/analiz-upravleniya-otkhodami.pdf>
31. Березюк О.В. Комп'ютерна програма «Регресійний аналіз» («RegAnaliz») // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 49486. – К.: Державна служба інтелектуальної власності України. – Дата реєстрації: 03.06.2013.
32. Березюк О.В. Определение регрессии коэффициента уплотнения твердых бытовых отходов от высоты полигона на основе компьютерной программы «RegAnaliz» // Автоматизированные технологии и производства. – 2015. – № 2 (8). – С. 43-45.
33. Березюк О.В. Встановлення регресій параметрів захоронення відходів та потреби в ущільнювальних машинах на основі комп'ютерної програми «RegAnaliz» // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – № 1. – С. 40-45.