ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ

DOI 10.15593/2409-5125/2017.04.01

УДК 331.2+504.064.4+913

Ю.О. Белоногова¹, А.З. Ощепкова¹, В.А. Столбов²

¹УралНИИ «Экология»

²Пермский государственный национальный исследовательский университет

ЭФФЕКТИВНОЕ ОБРАЩЕНИЕ С ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ (НА ПРИМЕРЕ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ)

Рассмотрен вариант решения одного из важнейших аспектов региональных экологических проблем – разработка эффективного комплекса мероприятий по обращению с твердыми коммунальными отходами на уровне субъекта Федерации. Существующая система стратегического планирования предусматривает разработку в каждом субъекте Федерации специального документа – «Территориальной схемы обращения с отходами...», нацеленного на пространственную оптимизацию процессов сбора, транспортирования, обработки, утилизации, обезвреживания и размещения (хранения и захоронения) отходов. Основой такой «Схемы» является зонирование территории с целью выделения сфер деятельности региональных операторов. На примере Тверской области авторы убедительно показывают целесообразность и обосновывают эффективность применения в подобных случаях методов социально-экономического районирования. Варианты зонирования, предлагаемые претендентами на этот вид деятельности, как правило, преследуют собственные, исключительно экономические цели и не соответствуют интересам территории и ее жителей. Только используя накопленный богатый методический арсенал общественной географии, можно получить схему зонирования субъекта Федерации, оптимальную с точки зрения экономической, экологической и социальной эффективности для территории работы региональных операторов. Основные положения и выводы авторов подтверждены соответствующими моделями, картографическими материалами и математическими расчетами.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы, территориальные схемы обращения с отходами, социально-экономическая география, социально-экономическое районирование, зонирование территории для деятельности региональных операторов, региональный капитал, экономическая, экологическая и социальная эффективность, интересы территории.

Белоногова Ю.О., Ощепкова А.З., Столбов В.А. Эффективное обращение с твердыми коммунальными отходами (на примере Тверской области) // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2017. – № 4. – С. 5–24. DOI: 10.15593/2409-5125/2017.04.01

Belonogova Yu., Oshchepkova A., Stolbov V. Efficient municipal solid waste management (on the example of Tver region). PNRPU. Applied ecology. Urban development. 2017. No. 4. Pp. 5-24. DOI: 10.15593/2409-5125/2017.04.01

Решение экологических проблем территории требует применения комплексного подхода и использования методов стратегического планирования.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 16.03.2016 № 197 определены состав и содержание территориальной схемы обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, разработать и утвердить которую должен каждый субъект Российской Федерации, в соответствии со статьей 6 Федерального закона № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».

Зонирование территории Тверской области осуществляется с целью создания условий для оптимизации деятельности региональных операторов в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО). Согласно действующему законодательству Российской Федерации, существуют следующие виды обращения с отходами и в частности с ТКО:

- сбор;
- транспортирование;
- обработка;
- утилизация;
- обезвреживание;
- размещение (хранение и захоронение) отходов [1, 2].

Организация эффективной региональной системы обращения с отходами позволяет вернуть потребительскую ценность 65–80 % ТКО. При этом 30–40 % бытового мусора приходится на коммерчески привлекательную составляющую (макулатура, пластики, металлы и др.), 35–40 % бытовых отходов – это биоразлагаемая фракция, а отходов, подлежащих размещению на полигонах, так называемых неперерабатываемых «хвостов» – всего лишь 20–35 %. В отдельных регионах, например в Свердловской области, доля пластика в ТКО достигает даже 50 % [3, 4].

Возвращение отходам определенной потребительской ценности не только снижает нагрузку на окружающую среду, но и способствует расширенному воспроизводству регионального капитала (природного, экономического, человеческого, символического и пр.) – богатства, находящегося в распоряжении территории [5].

Выполнение всего комплекса подобных операций нецелесообразно в границах отдельных существующих муниципальных образований области. Они отличаются значимой дифференциацией по величине территории и численности населения, а следовательно, по объему образования ТКО и затратам на обращение с ними.

Различия в площади и численности населения городских округов (даже не принимая во внимание ЗАТО) и муниципальных районов достигают двух порядков (табл. 1).

Таблица 1

Соотношение территории и численности населения
муниципальных образований Тверской области

Муниципальное образование	Численность населения на 1.01.2016 г., чел.	Площадь территории, км ²	Соотношение, раз
Молоковский муниципальный район	4232	–	98,4
Городской округ Тверь	416422	–	
Городской округ Кимры	–	46,293	91,7
Калининский муниципальный район	–	4244,7	

Создание эффективной системы обращения с ТКО требует организации межмуниципальных взаимодействий в лице региональных операторов, наделенных соответствующими зонами функционирования.

Выделение зон деятельности операторов опирается на ряд следующих базовых принципов:

- 1) экологическая эффективность, предполагающая не только поддержание, но и улучшение качества всех компонентов окружающей среды;
- 2) социальная эффективность, предусматривающая рост качества жизни населения, улучшение производственно-трудовых, жилищно-бытовых, рекреационных и других составляющих условий жизни населения;
- 3) экономическая эффективность, определяющая минимизацию затрат операторов на обращение с ТКО и, следовательно, минимизацию тарифов для населения, взимаемых за сбор твердых коммунальных отходов.

В таком случае зоны ответственности региональных операторов должны создавать максимально благоприятные предпосылки для формирования на их основе полноценных кластеров по обращению с отходами. В пределах зон необходимо практически полностью замкнуть все стадии цикла обращения с отходами, начиная от этапа их образования и заканчивая стадиями утилизации, обезвреживания и размещения.

Теоретико-методологической основой выделения подобных зон служит социально-экономическое микрорайонирование – выделение целостных внутриобластных общественно-территориальных образований. В современной социально-экономической географии и районной планировке используется несколько равнозначных терминов для обозначения подобных территорий: внутриобластные районы, экономические округа, экономические микрорайоны, социально-экономические микрорайоны, территориальные социально-экономические микросистемы и т.д. [6–10].

Большинство исследователей сходятся во мнении, что подобные территориальные единицы в наибольшей степени соответствуют современным требованиям комплексного социально-экономического развития и пред-

ставляют собой такую ячейку пространственной организации общества, которая всего удобнее в качестве первичного элемента расчетов, социо- и экономико-математического моделирования. С позиции теории и практики социально-экономического районирования внутриобластной округ является низовым интегральным социально-экономическим районом.

Необходимость использования в качестве операционных единиц подобных территориальных образований определяется принципами их выделения и задачами проводимого зонирования.

Каждый из внутриобластных районов включает в свой состав несколько муниципальных образований (городских округов, ЗАТО и муниципальных районов), объединенных тесными и регулярными производственными, трудовыми, транспортными, культурно-бытовыми, социально-культурными и прочими связями. В таком районе выделяются один или два центра, служащие полюсами или фокусами хозяйственного тяготения, на которые эти связи и замыкаются.

В пределах поля тяготения таких внутриобластных региональных центров выделяются три концентрических пояса (зоны) характерных устойчивых связей [11]:

1. Пояс непосредственного тяготения, часто называемый также пригородной зоной, простирается на 25–45 км от города-центра. Для него характерны массовые трудовые и учебные маятниковые миграции – ежедневные поездки на работу и учебу в центр и обратно.

2. Пояс формирующего влияния (40–75 км от города-центра) отличается ослаблением маятниковых миграцией и преобладанием периодических (выходные дни) культурно- и социально-бытовых связей. Эти два пояса выступают также в роли поставщиков на местные рынки скоропортящейся сельскохозяйственной продукции и изделий местных промыслов.

3. Пояс (зона) экономического влияния выделяется по хозяйственно-производственным связям. Это деловые поездки, транспортное обслуживание и материально-техническое снабжение, поставки местного топлива, сырья, строительных материалов и пр. Он простирается на 40–175 км от регионального центра.

Границы социально-экономического микрорайона определяются исходя из допустимых затрат времени на передвижение от самого удаленного поселения до центра, времени на получение услуги и возвращения обратно. Считается, что границы эти совпадают с 1,5-часовой изохроной.

Территория, объединяющая все три пояса тяготения регионального центра (центров), может варьироваться в пределах 5–100 тыс. км². Конкретная величина и конфигурация социально-экономического микрорай-

она определяется степенью заселенности и освоенности территории, характером (специализацией) хозяйственной деятельности, рисунком транспортной сети, особенностями системы расселения и т.д.

В границах социально-экономических микрорайонов складываются и функционируют целостные хозяйственные комплексы (локальные территориально-производственные комплексы разной степени зрелости), характеризующиеся участием в общественном разделении труда (выпускающие специфическую продукцию в области или даже стране). Производственные комплексы обладают определенной территориальной структурой, объединяющей производственные пункты, центры и узлы, которая, в свою очередь, служит основой единой локальной системы расселения. Подобная система поселений, объединенных тесными и регулярными общественными связями, по своим масштабам (около 100 тыс. жителей и более) дает возможность не только устойчиво существовать, но и успешно развиваться специфической территориальной общности людей – социуму. В границах социума складываются условия, позволяющие обеспечивать основные потребности людей, дающие возможность ежедневного личного общения и воспроизводить необходимый спектр общественных отношений.

Хозяйственная специализация, экономическая комплексность и социально-экономическая целостность внутриобластного района служит основой выделения зон деятельности региональных операторов и базисом формирования (создания) эффективного кластера обращения с отходами на его территории. Каждый из таких региональных кластеров будет обладать необходимой спецификой, соответствующей социально-экономическому профилю территории, особенностям ее освоенности и заселенности, рисунку транспортной сети, перспективам дальнейшего развития и т.д.

Основой для выделения зон региональных операторов послужила сетка экономических микрорайонов, разработанная для целей районной планировки в 1986 г. и уточненная авторами в 2004 г. (рис. 1, табл. 2) [12, 13].

Несмотря на почтенный возраст этой сетки, следует отметить, что она разрабатывалась как основа документов территориального планирования (схем и проектов районной планировки), предполагаемых к реализации с временным горизонтом (расчетным сроком) в 25–30 лет. По формальным признакам эта сетка социально-экономического микрорайонирования учитывала сложившиеся долговременные тенденции общественной эволюции и имела право на существование до середины 2010-х гг.

Выделенные экономические микрорайоны представляют собой узловые территории с четко выраженными организующими межмуниципальными центрами и прилегающим к ним хинтерландом – зонами тяготения и/или влияния. Зоны тяготения определяются численностью населения центра и набором выполняемых по отношению к провинции функций.

Рис. 1. Схема социально-экономического районирования Тверской области, принятая для схемы районной планировки 1986–2004 гг.

Таблица 2

Экономические микрорайоны Тверской области¹

Состав (муниципальные образования)	Площадь, тыс. км ² , год			Население, тыс. чел., год				Тип
	1986	1990	2016	1986	1990	2001	2016	
	1	2	3	4	5	6	7	
Тверской микрорайон								
Городские округа: Тверь, Торжок	16 ²	19	18,9	714 ²	794	773	699,1	I
Муниципальные районы: Калининский, Конаковский, Кувшиновский, Лихославльский, Рамешковский, Старицкий, Торжокский								
Кимрский микрорайон								
Городской округ Кимры	6 ³	7	7,2	149 ³	154	144	111,9	II
Муниципальные районы: Калязинский, Кашинский, Кесовогорский, Кимрский								
Бежецкий микрорайон								
Муниципальные районы: Бежецкий, Весьегонский, Краснохолмский, Лесной, Максатихинский, Молоковский, Сандовский	15 ⁴	14	14,5	192 ⁴	155	138	93,8	III

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вышневолоцкий микрорайон								
Городской округ Вышний Волочек	12	12	11,8	238	242	226	166,3	II
ЗАТО Озерный								
Муниципальные районы: Бологовский, Вышневолоцкий, Спировский, Удомельский, Фировский								
Осташковский микрорайон								
ЗАТО Солнечный	8	8	8,6	71	64	55	42,9	II
Муниципальные районы: Осташковский, Пеновский, Селижаровский								
Ржевский микрорайон								
Городской округ Ржев	11 ⁵	8	7,6	164*	129	121	100,2	II
Муниципальные районы: Зубцовский, Оленинский, Ржевский								
Нелидовский микрорайон								
Муниципальные районы: Бельский, Жарковский, Западно-Двинский, Нелидовский	9	9	9,2	98	87	76	51,5	II
Торопецкий микрорайон								
Муниципальные районы: Андреапольский, Торопецкий	7	7	6,4	57	49	45	30,0	II

¹ Состав дается по действующему административно-территориальному делению.

² Исключая Старицкий муниципальный район.

³ Исключая Кесовогорский муниципальный район.

⁴ Включая Кесовогорский муниципальный район.

⁵ Включая Старицкий район.

Каждый микрорайон отнесен к определенному хозяйственному типу. На территории Тверской области было выделено три типа экономических микрорайонов:

I. Крупногородской. Центр микрорайона – город с населением свыше 400 тыс. жителей – центр региона более высокого ранга, субъекта Федерации. Он полностью доминирует над территорией, являясь не только крупным промышленным центром, сосредотачивающим «верхние», конечные стадии производств, но и крупнейшим транспортным узлом, центром науки, образования, культуры, искусства, медицины и т.д. Вокруг областного центра сложилась обширная и хорошо освоенная зона хозяйственного тяготения с развитой рекреацией и интенсивным сельским хозяйством.

II. Хорошо освоенные развитые индустриально-аграрные территории с преобладанием малых и средних городов. Города представлены промышленными узлами разной величины и играют роль традиционных обрабаты-

вающих, обслуживающих и организующих центров территории. В экономике индустриальная сфера преобладает над аграрной.

III. Развитые аграрно-индустриальные территории. К этому типу в области относится только Бежецкий микрорайон, где сельское население лишь немногим уступает по численности городскому, а городские поселения (за исключением центра) представлены «недогородами» – поселками городского типа с функциями промышленного пункта.

Анализ тенденций в эволюции экономических округов за прошедшие 30 лет указывает на несоответствие их параметров задачам сегодняшнего дня. Смена социально-экономических ориентиров российского общества наложило свой отпечаток на территориальную организацию населения Тверской области. Особенно ярко это проявилось на периферии региона. Ряд провинциальных микрорайонов (Бежецкий, Кимрский, Нелидовский, Осташковский, Торопецкий) не оправдали перспективных ожиданий, в 1,5–2 раза сократив численность населения. Большая часть из них существенно понизила свой социально-экономический потенциал и стала неспособна к качественному воспроизводству социума.

Небольшое число жителей в Осташковском, Нелидовском и Торопецком микрорайонах (30–50 тыс. чел.) делают невозможным формирование необходимого масштабного и разнообразного комплекса объектов производственной и социальной инфраструктуры, в том числе и инфраструктуры обращения с отходами.

В сложившихся условиях целесообразно пересмотреть сетку социально-экономического районирования области исходя из складывающихся перспектив пространственной организации общества в регионе. Предлагаемая сетка социально-экономического районирования представлена на рис. 2. Сопоставление основных характеристик микрорайонов «старой» и «новой» схем районирования приведены в табл. 3.

Новая схема социально-экономического районирования предполагает выделение 7 микрорайонов вместо 8 ранее существовавших. В общих чертах предлагаемая «сетка» совпадает с сеткой «технологических районов» выделенных в «Региональной схеме развития системы обращения с твердыми бытовыми отходами (ТКО) в Тверской области» в 2007–2008 гг.), но отличается от нее рядом существенных деталей.

В предлагаемой авторами сетке учтены обслуживающие функции центров, их организующая роль по отношению к прилегающей территории. Эта зона тяготения может иметь радиус до 100 км и более. В пределах зоны тяготения складываются сходные черты хозяйствования (что предполагает относительно однородный характер образующихся отходов

Рис. 2. Схема зонирования Тверской области, предлагаемая в рамках разработки проекта территориальной схемы обращения с отходами, в том числе с ТКО, Тверской области (2016 г.)

Таблица 3

Основные характеристики социально-экономических микрорайонов «старой» и «новой» схем районирования Тверской области на 1.01.2016 г.

Название микрорайона	МО, входящие в состав	Площадь, км ²	Население, чел.
1	2	3	4
<i>Схема районирования 1986–2004 гг.</i>			
Тверской	Городские округа: Тверь, Торжок	18871,2	699082
	Муниципальные районы: Калининский, Конаковский, Кувшиновский, Лихославльский, Рамешковский, Старицкий, Торжокский		
Кимрский	Городской округ Кимры	7168,6	111913
	Муниципальные районы: Калязинский, Кашинский, Кесовогорский, Кимрский		
Бежецкий	Муниципальные районы: Бежецкий, Весьегонский, Краснохолмский, Лесной, Максатихинский, Молоковский, Сандовский	14523,9	93811
Вышневолоцкий	Городской округ Вышний Волочек	11825,5	175403
	ЗАТО Озерный		
	Муниципальные районы: Бологовский, Вышневолоцкий, Спировский, Фировский		

Окончание табл. 3

1	2	3	4
Осташковский	ЗАТО Солнечный	8620,7	42862
	Муниципальные районы: Осташковский, Пеновский, Селижаровский		
Ржевский	Городской округ Ржев	7645,1	100154
	Муниципальные районы: Зубцовский, Оленинский, Ржевский		
Нелидовский	Муниципальные районы: Бельский, Жарковский, Западно-Двинский, Нелидовский	9169,3	51519
Торопецкий	Муниципальные районы: Адриапольский, Торопецкий	6423,6	29980
Дифференциация микрорайонов, раз		2,9	23,3
<i>Предлагаемая схема районирования</i>			
Тверской	Городской округ Тверь	10805,2	592756
	Муниципальные районы: Калининский, Конаковский, Лихославльский, Рамешковский		
Кимрский	Городской округ Кимры	6206,4	104051
	Муниципальные районы: Калязинский, Кашинский, Кимрский		
Бежецкий	Муниципальные районы: Бежецкий, Весьегонский, Кесовогорский, Краснохолмский, Лесной, Максатихинский, Молоковский, Сандовский, Сонковский	15486,1	101673
Вышневолоцкий	Городской округ Вышний Волочек	11825,5	166256
	Удомельский городской округ		
Торжокский	ЗАТО Озерный	10583,2	113735
	Муниципальные районы: Бологовский, Вышневолоцкий, Спировский, Фировский		
	Городской округ Торжок		
Ржевский	ЗАТО Солнечный	13748,5	135607
	Муниципальные районы: Кувшиновский, Осташковский, Пеновский, Торжокский		
Нелидовский	Городской округ Ржев	15592,9	81499
	Муниципальные районы: Зубцовский, Оленинский, Ржевский, Селижаровский, Старицкий		
Нелидовский	Муниципальные районы: Адриапольский, Бельский, Жарковский, Западно-Двинский, Нелидовский, Торопецкий	15592,9	81499
Дифференциация микрорайонов, раз		2,5	7,3

производства и потребления), формируются устойчивые маятниковые миграции, функционирует единая система расселения и транспорта. С этих позиций, например, вряд ли целесообразно выделять в самостоятельный

технологический район (как это указано в «Региональной схеме...») городской округ Кимры с муниципальным районом. Сам административный статус города показывает, что зона его тяготения выходит далеко за пределы района, да и численность населения города с районом недостаточна для размещения полноценного кластерного узла (мусоросортировочного комплекса и полигона).

Предложенная в работе сетка социально-экономического районирования наделяет каждую территорию потенциалом, адекватным возлагаемым на нее обязанностям. Так, например, численность населения практически в каждом внутриобластном округе превышает 100 тыс. жителей. Исключение представляет собой только Нелидовский микрорайон, но и здесь число жителей только немногим ниже пороговой величины.

Численность жителей, проживающих в зоне деятельности региональных операторов – величина основополагающая. От нее зависит не только эффективность деятельности системы обращения с отходами, но и иерархическая структура ее построения. Так, из материалов «Региональной схемы...» следует, что строительство и эксплуатация мусоросортировочного комплекса (МСК) целесообразно при обработке не менее 100 тыс. м³ отходов в год. Именно такой величиной характеризуется, как указывают разработчики «Региональной схемы...», минимальная производительность выпускаемого на сегодняшний день мусоросортировочного оборудования. Таким образом, работа МСК будет рентабельной при объеме образования ТКО не менее 20 тыс. т/год, что предполагает сбор и транспортировку ТКО с территории, где проживают не менее 66,7 тыс. жителей. В нашем случае минимальная численность населения в Нелидовской зоне (81 499 чел.) вполне соответствует необходимым параметрам. МСК – необходимое звено в иерархии территориальной схемы обращения с отходами. Это комплекс оборудования, обеспечивающий сортировку ТКО с выделением фракций, пригодных для вторичного использования (рециклинга). Он позволяет снизить нагрузку на полигон размещения, а также дает возможность создать на его базе рентабельное производство. Совмещение полигона размещения отходов с МСК позволяет оптимизировать всю систему обращения за счет исключения затрат на брикетирование и перевозку перерабатываемых «хвостов». Существование в социально-экономическом микрорайоне достаточно крупного городского центра предполагает не только наличие ряда наилучших доступных технологий, позволяющих переработать утилизируемую часть отходов, но и существование крупного потребительского рынка, заинтересованного в произведенной продукции.

Микрорайоны «новой» сетки районирования также менее дифференцированы по таким важнейшим социально-экономическим характери-

кам, как территория (различия в 2,5 раза по сравнению с 2,9 в старой схеме) и население (7,3 раза против 23,3).

Предложенная схема членения территории создает и более благоприятные условия для функционирования всех форм территориальной организации общества. Выделенные районы не только сопоставимы по размерам и потенциалу, они и более компактны. Для жителей поселений периферийных районов складываются более благоприятные условия получения необходимых благ в центре.

Для подтверждения этой гипотезы были использованы такие показатели, как среднее расстояние до ближайшего центра обслуживания от населенных пунктов, не располагающих такими объектами. В качестве такого центра обслуживания нами рассматривался полигон ТКО, расположенный вблизи окружного центра, а зона его деятельности – вся территория социально-экономического микрорайона. Реальные возможности воспользоваться объектами инфраструктуры сельским жителям разных населенных пунктов демонстрирует система показателей территориальной доступности [14]:

- Среднее расстояние (км) до центра обслуживания от населенных пунктов, не имеющих объектов инфраструктуры,

$$l = 0,28 \sqrt{\frac{S}{n}}, \quad (1)$$

где S – площадь микрорайона, км²; n – число населенных пунктов, имеющих полигон ТКО (в нашем случае – 1).

- Средневзвешенное расстояние до центра обслуживания от населенных пунктов, не имеющих соответствующих объектов инфраструктуры,

$$l_{вз} = 0,28 \sqrt{\frac{l \cdot P_{\text{ж}}}{P}}; \quad (2)$$

где l – среднее расстояние до центра обслуживания от населенных пунктов, не имеющих объектов инфраструктуры, км; $P_{\text{ж}}$ – число жителей микрорайона, проживающих в населенных пунктах, не имеющих полигона ТКО; P – число жителей микрорайона.

Результаты расчетов по формулам (1) и (2) представлены в табл. 4. Для расчетов масштабов предполагаемой деятельности региональных операторов по обращению с ТКО были использованы данные по объемам вывоза ТКО в муниципальных образования Тверской области за 2012 г.

Данные табл. 4 наглядно демонстрируют преимущества зонирования территории области с целью создания системы обращения с ТКО на базе «новой» сетки социально-экономического районирования. Укрупнение

микрорайонов привело к увеличению расстояний перевозок отходов (средних – с 28,2 до 30,4 км, средневзвешенных – с 16,6 до 18,8 км), однако общий объем предполагаемых грузоперевозок в области сократился (по среднему расстоянию – на 16 %, по средневзвешенному – почти на 20 %).

Таблица 4

Сравнительные параметры зон деятельности региональных операторов Тверской области по сетке экономических микрорайонов (1986–2004 гг.) и социально-экономических микрорайонов (2016 г.)

Название микрорайона	Объем вывезенного мусора в 2012 г., т	Среднее расстояние транспортировки ТКО до полигона, км		Грузооборот ТКО, тыс. т·км, исходя из расстояния	
		всего	средне- взвешен- ное	среднего	средне- взвешен- ного
1986–2004 гг.					
Тверской	2050655	38,464	15,552	78876,9	31892,3
Кимрский	271299	23,707	13,941	6431,7	3782,2
Бежецкий	162564	33,744	25,76	5485,6	4187,7
Вышневолоцкий	325891	30,449	21,625	9922,9	7047,5
Осташковский	97713	25,997	15,931	2540,3	1556,6
Ржевский	40937	24,482	9,806	1002,2	401,4
Нелидовский	85234	26,812	16,428	2285,3	1400,2
Торопецкий	45700	22,441	13,369	1025,6	611,0
Торжокский	–	–	–	–	–
В среднем на микрорайон	384999,1	28,262	16,552	13446,3	6359,9
Всего по области	3079993	–	–	107570,5	50878,9
2016 г.					
Тверской	1781455	29,105	8,658	51850,1	15424,4
Кимрский	269959	22,059	12,285	5954,9	3316,5
Бежецкий	163904	34,844	27,237	5711,1	4464,3
Вышневолоцкий	325891	30,449	21,625	9922,9	7047,5
Осташковский	–	–	–	–	–
Ржевский	97137	32,831	18,295	3189,1	1777,2
Нелидовский	130934	34,964	26,404	4578,0	3457,2
Торопецкий	–	–	–	–	–
Торжокский	310713	28,805	17,076	8950,1	5305,7
В среднем на микрорайон	439999	30,437	18,797	12879,5	5827,5
Всего по области	3079993	–	–	90156,2	40792,8

Предложенные модели определения среднего и средневзвешенного расстояния до объектов экологической инфраструктуры не учитывают сложившуюся систему расселения населения и конфигурацию транспортной сети. Они предполагают однородность пространства, равномерность его заселения и освоенности, закладывая априори свойства анизотропности территории.

Более адекватные реальности результаты могут быть получены с учетом расстояний до предполагаемых полигонов ТКО по существующим автотранспортным магистралям. В этом случае рассчитывался вероятный объем грузоперевозок от всех муниципальных образований, входящих в состав микрорайона, до его центра, вблизи которого предполагается создать полигон ТКО. Оценивались масштабы предполагаемой деятельности региональных операторов по «старой» и «новой» сетке социально-экономического районирования. Результаты расчетов приведены в табл. 5. При этом годовая величина образующейся массы ТКО определялась из перспективного значения – $1,5 \text{ м}^3$ ТКО на человека в год при средней плотности $0,2 \text{ т/м}^3$.

Таблица 5

Масштабы предполагаемой транспортной деятельности
региональных операторов в сфере обращения с отходами
по социально-экономическим микрорайонам

Название микрорайона	Число жителей в 2016 г., чел.	Среднее расстояние транспортировки ТКО до полигона, км	Грузооборот ТКО, тыс. т-км, исходя из среднего расстояния
<i>1986–2004 гг.</i>			
Тверской	699082	27,002	5663,0
Кимрский	111913	55,884	1876,3
Бежецкий	93811	49,642	1397,1
Вышневолоцкий	175403	33,331	1753,9
Осташковский	42862	19,489	250,6
Ржевский	100154	11,733	352,5
Нелидовский	51519	30,283	468,0
Торопецкий	29980	37,635	338,5
Торжокский	–	–	–
В среднем на м/р	161947	33,125	1512,5
Всего по области	1304744	30,757	12099,9
Различия по микрорайонам		4,8 раза	22,6 раза
<i>2016 г.</i>			
Тверской	592756	18,855	3352,9
Кимрский	104051	48,32	1508,3
Бежецкий	101673	49,747	1517,4
Вышневолоцкий	175403	33,331	1753,9
Осташковский	–	–	–
Ржевский	135607	26,029	1058,9
Нелидовский	81499	50,436	1233,2
Торопецкий	–	–	–
Торжокский	113735	43,935	1499,1
В среднем на м/р	–	38,510	1682,6
Всего по области	1304744	30,304	11923,7
Различия по микрорайонам		2,7 раза	3,2 раза

Данные табл. 5 показывают преимущества «новой» сетки социально-экономического районирования Тверской области с точки зрения реализации эффективной системы управления ТКО. Схема управления отходами, созданная на основе подобной концепции территориальной организации общества, позволяет выделить зоны деятельности региональных операторов, в наилучшей степени соответствующие интересам территории, целям и задачам регионального развития. Эти зоны менее дифференцированы по основным параметрам социально-экономического развития, объединяют муниципальные образования со сходными свойствами территории, чертами хозяйствования и особенностями расселения населения. Эти качества придают зонам приблизительно равную привлекательность для инвесторов и закладывают основы формирования успешных кластеров по обращению с отходами с точки зрения экономической, экологической и социальной эффективности для регионального сообщества.

Для более объективной картины были сопоставлены рекомендуемый вариант зон с вариантом, предложенным ООО «Полигон» (рис. 3). Последний предусматривает сократить число зон до 5, максимально используя имеющиеся полигоны. Результаты предварительных расчетов представлены в табл. 6.

Рис. 3. Схема зонирования Тверской области, предлагаемая ООО «Полигон» (2016 г.)

Сокращение числа зон деятельности региональных операторов приводит к нарастанию диспропорций в их характеристиках и, следовательно, к неравнозначности инвестиционной привлекательности территории и вы-

двигаемых конкурсных условий. Так, объем предполагаемой работы операторов по зонам различается более чем в 5 раз. Но и это еще не самое главное. Ограниченное количество зон приводит к росту их площади и резкому увеличению расстояний перевозок ТКО. Среднее расстояние транспортировки отходов до полигона возрастает в 1,5 раза (с 30 до 45 км). Аналогично растет и общий объем работ по вывозу мусора. Масштаб грузоперевозок (по сравнению с рекомендуемыми объемами) увеличивается на 5,2 млн т-км, что примерно соответствует росту текущих затрат на сумму свыше 200 млн руб. в год.* Адекватным следует ожидать и рост тарифов на вывоз мусора для населения. Что интересно, сумма, примерно в 4 раза меньшая (56 млн руб.), указана в «Региональной схеме...» в качестве необходимой для ликвидации несанкционированных свалок в 8 муниципалитетах области.

Таблица 6

Сопоставление рекомендуемых зон деятельности
региональных операторов с зонами, предлагаемыми ООО «Полигон»

Название микрорайона	Число жителей в 2016 году, чел.	Среднее расстояние транспортировки ТКО до полигона, км	Грузооборот ТКО, тыс. т-км, исходя из среднего расстояния
<i>Рекомендуемые зоны</i>			
Тверской	592756	18,855	3352,9
Кимрский	104051	48,32	1508,3
Бежецкий	101673	49,747	1517,4
Вышневолоцкий	175403	33,331	1753,9
Ржевский	135607	26,029	1058,9
Нелидовский	81499	50,436	1233,2
Торжокский	113735	43,935	1499,1
В среднем на м/р	185082	38,510	1682,6
Всего по области	1304744	30,304	11923,7
Различия по микрорайонам	7,3	2,7 раза	3,2 раза
<i>Зоны, предлагаемые Банком ТБО</i>			
Тверской	704689	36,189	7650,6
Кимрский	—	—	—
Бежецкий	93811	49,642	1397,1
Вышневолоцкий	175403	33,331	1753,9
Ржевский	195277	66,236	3639,4
Нелидовский	112236	78,893	2656,4
Торжокский	—	—	—
В среднем на м/р	259115	52,642	3419,5
Всего по области	1304744	44,591	17097,4
Различия по микрорайонам	7,5 раза	2,4	5,4

* Эта сумма определена исходя из предполагаемого объема образования ТКО 1,5 м³ на 1 чел. в год.

Следует отметить, что размещение «узлов» кластеров по обращению с отходами в непосредственной близости от окружающих центров может быть далеко не идеальным вариантом. На самом деле, исходя из сложившейся конфигурации автодорожной сети и условий транспортировки, целесообразно их размещать вблизи *центров расселения* соответствующих микрорайонов, т.е. на равном удалении от всех населенных пунктов (взвешенных с учетом числа жителей). Для определения местоположения таких центров традиционно пользуются методами центрографии, предложенными Д.И. Менделеевым в 1907 г. [15].

Обычно *центр населенности* (расселения) используется как один из показателей, характеризующих размещение населения страны или района. Его местоположение вычисляется аналогично центру тяжести в механике. Центр населенности находится в точке с географическими координатами, вычисляемыми как средние из координат отдельных населенных пунктов, взвешенных по численности их населения. Географические координаты центра населенности изучаемой территории вычисляются по следующим формулам [17, 18]:

$$X_0 = \frac{\sum_i P_i x_i}{\sum_i P_i}, \quad (3)$$

$$Y_0 = \frac{\sum_i P_i y_i}{\sum_i P_i}, \quad (4)$$

где X_0 и Y_0 – искомые географические координаты широты и долготы центра населенности; X_i и Y_i – географические координаты широты и долготы i -го населенного пункта; P_i – численность населения i -го населенного пункта.

Соотнесение местоположения центра населенности с конфигурацией транспортной сети, функциональным зонированием территории и категориями земель позволит выбрать более конкретную площадку для размещения объектов экологической инфраструктуры.

На основании проведенных исследований в проекте территориальной схемы обращения с отходами, в том числе ТКО, Тверской области предложено выделение семи межмуниципальных кластеров для целей наиболее эффективной организации обращения с твердыми коммунальными отходами:

- 1) Бежецкий (с центром в г. Бежецк);
- 2) Кимрский (с центром в г. Кимры);
- 3) Тверской (с центром в г. Тверь);
- 4) Вышневолоцкий (с центром в г. Вышний Волочек);
- 5) Торжокский (с центром в г. Торжок);
- 6) Ржевский (с центром в г. Ржев);

7) Нелидовский (с центром в г. Нелидово).

При выделении межмуниципальных кластеров по обращению с отходами (зон деятельности региональных операторов по обращению с ТКО) учтены следующие факторы:

- численность населения кластера – не менее 70 тыс. чел., что необходимо для обеспечения рентабельной работы межмуниципальных кластеров обращения с отходами. Кроме того, такая численность населения формирует достаточно емкий потребительский рынок, заинтересованный в продуктах переработки ТКО;
- центр такого микрорайона обладает необходимым набором технологий и компетенций, позволяющим утилизировать большую часть ТКО;
- оптимальная транспортная доступность центров и подцентров межмуниципальных кластеров: наличие качественных дорог и достаточная пропускная способность дорожно-транспортной сети;
- функционально-планировочное районирование и планировочные зоны развития Тверской области: согласно действующей схеме территориального планирования Тверской области;
- создание по возможности равных условий для деятельности региональных операторов по обращению с ТКО во всех зонах.

Библиографический список

1. Ощепкова А.З. Основы учета обращения с отходами на предприятии. – Пермь, 2005. – 90 с.
2. Ощепкова А.З. Инфраструктура в области обращения с отходами: территориальные аспекты // Твердые бытовые отходы. – 2008. – № 11. – С. 16–20; – № 12. – С. 10–13.
3. Колбина Л. Думай, глядя в мусорный бак // Эксперт-Урал. – 2010. – № 43. – С. 12–16. – URL: http://expert.ru/ural/2010/43/pererebotka_musora (дата обращения: 28.11.2016).
4. Ильиных Г.В., Сангаджиева Т.Н. Актуальность исследования норм накопления, состава и свойств твердых бытовых отходов при разработке генеральных схем санитарной очистки населенных пунктов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Урбанистика. – 2012. – № 3. – С. 39–48.
5. Столбов В.А., Шарыгин М.Д. Региональный капитал / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2016. – 530 с.
6. Алаев Э.Б. Эффективность комплексного развития экономического района. – М.: Мысль, 1965. – 146 с.
7. Алаев Э.Б. Социально-экономическая география. Понятийно-терминологический словарь. – М.: Мысль, 1983. – 350 с.
8. Хорев Б.С. Территориальная организация общества. – М.: Мысль, 1981. – 320 с.
9. Шарыгин М.Д., Столбов В.А. Территориальная организация общества. – Пермь, 2011. – 288 с.
10. Столбов В.А., Шарыгин М.Д. Региональный потенциал и региональный капитал: «возможное» – «реальное» – «необходимое» // Экономика региона. – 2016. – Т. 12(4). – С. 1014–1027.
11. Трейвиш А.И. Город, район, страна и мир. – М.: Новый хронограф, 2009. – 376 с.
12. Районная планировка. Справочник проектировщика. – М.: Стройиздат, 1986. – 325 с.
13. Лейзерович Е.Е. Экономические микрорайоны России (сетка и типология). – М.: Трилобит, 2004. – 128 с.

14. Бурьян А.П., Меркушева Л.А., Чепкасов П.Н. География социальной инфраструктуры Урала / Перм. ун-т. – Пермь, 1984. – 88 с.
15. Менделеев Д.И. К познанию России. – 6-е изд. – СПб., 1907. – С. 124–142.
16. Географический энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1988. – 432 с.
17. Шарыгин М.Д. Центрографический метод исследования территориальных сдвигов производительных сил // География и математика. – Тарту, 1974. – С. 241–243.

References

1. Oshhepkova A.Z. Osnovy ucheta obrashheniya s othodami na predpriyatii [Basis of accounting for waste management at the facility]. Perm', 2005. 90 p.
2. Oshhepkova A.Z. Infrastruktura v oblasti obrashheniya s othodami: territorial'nye aspekty [Infrastructure in the field of waste management: spatial aspects of Solid waste]. *Tverdye bytovye othody*. 2008, no. 11, pp. 16-20.
3. Kolbina. L. Dumaj, gljadja v musornyj bak [Think of looking in the trash]. *Jekspert-Ural*, 2010, no.43, pp. 12-16. http://expert.ru/ural/2010/43/pererebotka_musora (accessed 28 November 2016).
4. Il'inyh G.V., Sangadzheva T.N. Aktual'nost' issledovaniya norm nakopleniya, sostava i svoystv tverdyh bytovykh othodov pri razrabotke general'nykh shem sanitarnoy ochistki naselennykh punktov [The relevance of the study of the norms of accumulation, the composition and properties of municipal solid waste in the development of General schemes of sanitary cleaning of settlements]. *Vestnik Permskogo natsionalnogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika*. Urbanistika. 2012, no. 3, pp. 39-48.
5. Stolbov V.A., Sharygin M.D. Regional'nyj kapital [Regional capital]. Perm', 2016, 530 p.
6. Alaev Je.B. Jefferektivnost' kompleksnogo razvitiya jekonomicheskogo rajona [Efficiency of complex development of economic region]. Moscow: Mysl', 1965. 146 p.
7. Alaev Je.B. Social'no-jekonomicheskaja geografija. Ponjatijno-terminologicheskij slovar' [Social and economic geography. Conceptual and terminological dictionary]. Moscow: Mysl', 1983, 350 p.
8. Horev B.S. Territorial'naja organizacija obshhestva [Territorial organization of society]. Moscow: Mysl', 1981, 320 p.
9. Sharygin M.D., Stolbov V.A. Territorial'naja organizacija obshhestva [Territorial organization of society]. Perm', 2011, 288 p.
10. Stolbov V.A., Sharygin M.D. Regional'nyj potencial i regional'nyj kapital: "vozmozhnoe" – "real'noe" – "neobhodimoe" [Regional potential and the regional capital: "best" – "real" – "necessary"]. *Jekonomika regiona*. 2016, vol. 12(4), pp. 1014-1027.
11. Trejvish A.I. Gorod, rajon, strana i mir. [Town, district, country and the world]. M: Novyj hronograf. 2009, 376 p.
12. Rajonnaja planirovka. Spravochnik proektirovshhika [Directory of designer]. Moscow: Strojizdat, 1986, 325 p.
13. Lejzerovich E.E. Jekonomicheskie mikrorajony Rossii (setka i tipologija) [The Economic districts of Russia (grid and typology)]. Moscow: Trilobit, 2004. 128 p.
14. Bur'jan A.P., Merkusheva L.A., Chepkasov P.N. Geografija social'noj infrastruktury Urala [The geography of the social infrastructure of the Urals]. Perm': Permskij un-t. 1984, 88 p.
15. Mendelev D.I. K poznaniyu Rossii [To the knowledge of Russia]. Saint Petersburg, 1907, pp. 124-142.
16. Geograficheskij jenciklopedicheskij slovar' [Geographical encyclopedic dictionary]. Moscow: Sovetskaja jenciklopedija, 1988, 432 p.
17. Sharygin M.D. Centrograficheskij metod issledovaniya territorial'nykh sdvigoj proizvoditel'nykh sil [Centrographical method for the study of territorial developments of the productive forces]. *Geografija i matematika*, 1974, pp. 241-243.

Получено 7.07.2017

Yu. Belonogova, A. Oshchepkova, V. Stolbov

EFFICIENT MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT AS ONE OF THE MOST IMPORTANT DIRECTIONS OF SOLVING ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF A TERRITORY (BY THE EXAMPLE OF TVER REGION)

In the paper a decision option for one of the most important aspects of regional environmental problems, namely the development of effective complex of measures on municipal solid waste management at the constituent region level is considered. The existing strategic planning system involves the development in every constituent region of a special document, the so called Territorial waste management plan focused on the spatial optimization of the processes of collection, transportation, treatment, recycling, neutralization and disposal (storage and landfilling) of waste. The basis of such a plan is zoning of the territory in order to single out the fields of activities of regional operators. The advisability and the effectiveness of the application in such cases of the methods of socio-economic zoning is clearly demonstrate and substantiated by the example of Tver region. Zoning options proposed by the candidates for the certain kind of activity tend to pursue their own, purely economic objectives and does not correspond to the interests of the territory and its inhabitants. An optimal constituent region zoning scheme from the point of view of economic, environmental and social efficiency for the work of regional operators can be obtained only using accumulated wide methodological range of social geography. The main provisions and conclusions are verified by appropriate models, cartographic materials and mathematical calculations.

Keywords: municipal solid waste, territorial waste management plans, socio-economic geography, socio-economic zoning, zoning for the activities of regional operators, regional capital, economic, environmental and social efficiency, regional interests.

Белогова Юлия Олеговна (Пермь, Россия) – зав. сектором исследования процессов регулирования техногенных воздействий, УралНИИ «Экология» (614039, г. Пермь, Комсомольский пр., 61а, e-mail: belon@ecology.perm.ru).

Ощепкова Анна Зальмановна (Пермь, Россия) – канд. техн. наук, доцент, зам. директора по инновациям, УралНИИ «Экология» (614039, г. Пермь, Комсомольский пр., 61а, e-mail: anna-z@ecology.perm.ru).

Столбов Вячеслав Алексеевич (Пермь, Россия) – канд. геогр. наук, доцент, Пермский государственный национальный исследовательский университет (614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15, e-mail: Stolbov210857@mail.ru).

Belonogova Yuliya (Perm, Russian Federation) – Head sector study of the processes of regulation of anthropogenic impacts, Ural Institute «Ecology» (614039, Perm, Komsomolsky av., 61A, e-mail: belon@ecology.perm.ru).

Oshchepkova Anna (Perm, Russian Federation) – Ph.D. in Technical Sciences, Deputy Director for innovation, Associate Professor, Ural Institute «Ecology» (614039, Perm, Komsomolsky av., 61A, e-mail: anna-z@ecology.perm.ru).

Stolbov Vyacheslav (Perm, Russian Federation) – Ph.D. in Geographical Sciences, Associate Professor, Perm State National Research University (614990, Perm, Bukireva str., 15, e-mail: Stolbov210857@mail.ru).