

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Национальный исследовательский университет  
«Высшая школа экономики»

РЕФЕРАТ - ПРЕЗЕНТАЦИЯ

«Научные основы информационного и математического моделирования  
эффективного управления жизненным циклом обращения с твердыми  
коммунальными отходами на территории Российской Федерации»

№	Ф.И.О. авторов, ученые степени и звания, должности по основному месту работы
1.	Моргунов Борис Алексеевич, доктор географических наук, кандидат экономических наук, директор Института экологии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», руководитель работы
2.	Алескеров Фуад Таги оглы, доктор технических наук, профессор департамента математики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Почётный работник науки и техники Российской Федерации
3.	Абрамов Сергей Михайлович, доктор физико-математических наук, член-корреспондент Российской академии наук, временно исполняющий обязанности директора федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт программных систем им. А.К. Айламазяна Российской академии наук (ИПС им. А.К. Айламазяна РАН)
4.	Журавлёва Татьяна Александровна, кандидат технических наук, заместитель генерального директора общества с ограниченной ответственностью «Большая Тройка»
5.	Седов Артем Владимирович, кандидат технических наук, генеральный директор общества с ограниченной ответственностью «Большая Тройка»
6.	Фаворов Михаил Сергеевич, технический директор общества с ограниченной ответственностью «Большая Тройка»
7.	Шикунова Светлана Викторовна, исполнительный директор общества с ограниченной ответственностью «Большая Тройка»
8.	Коган Александр Борисович, кандидат экономических наук, советник Губернатора Московской области (в ранге министра), Администрации Губернатора Московской области
9.	Попова Наталья Валентиновна, доктор биологических наук, кандидат географических наук, заместитель исполнительного директора Общероссийского отраслевого объединения работодателей «Союз машиностроителей России»
10.	Хаханов Юрий Михайлович, кандидат экономических наук, директор по акселерации по городским технологиям в Кластере энергоэффективных технологий некоммерческой организации Фонд развития Центра разработки и коммерциализации новых технологий (Фонд «Сколково»)

Коллективом авторов выполнена работа, составляющая комплекс научных, проектно-конструкторских и технологических достижений в области информационного и математического моделирования и эффективного управления жизненным циклом обращения твердых коммунальных отходов (далее - ТКО) на территории Российской Федерации.

Основная научно-техническая идея работы состоит в научном обосновании и практической реализации комплекса мер, направленных на снижение тарифов региональных операторов и, как следствие, оплаты услуг гражданами за счет оптимизации логистических потоков и эффективного планирования строительства объектов инфраструктуры обращения с ТКО на территории субъектов Российской Федерации.

Наиболее существенные результаты, полученные коллективом авторов:

- разработаны и внедрены нелинейные методы и алгоритмы кластеризации и понижения размерности с учетом пространственных ограничений;
- разработаны и внедрены адаптивные методы, модели и алгоритмы многокритериальной оптимизации путей на графе;
- разработана и внедрена автоматизированная информационная система «Редактор территориальных схем обращения с отходами»;
- разработана и внедрена автоматизированная система управления «Управление отходами»;
- разработана и внедрена автоматизированная информационная система «Региональный кадастр отходов».

В настоящее время на территории Российской Федерации действует множество объектов обработки, утилизации и размещения ТКО. Часть этих объектов (обработка и размещение) регулируется в рамках реформы обращения с ТКО, часть этих объектов (утилизация) не регулируется и работает на основе исключительно рыночных механизмов.

Информация о количестве объектов, их технических характеристиках, используемых технологических решениях разрознена и часто не верифицирована,

а изменения, происходящие в инфраструктуре, практически не контролируются. В результате отмечаются следующие негативные последствия:

1. Отсутствует объективная картина о балансе отходов. Нет данных обо всех потоках ТКО с момента их образования и до момента окончания процесса обращения с ними.
2. Отсутствует объективная информация о фактической загрузке каждого из объектов обработки, утилизации и размещения, их эффективности, массе и параметрах выходного потока вторичного сырья или производимой продукции.
3. Отсутствует возможность проанализировать агрегированные данные и сделать выводы о необходимости реконструкции или строительства объектов обращения с ТКО и, как следствие, о необходимости и возможности привлечения инвесторов.
4. Действующие объекты утилизации часто недозагружены и собственники вынуждены увеличивать расценки на обработку, утилизацию и размещение отходов. При этом не известно, куда из объектов обработки можно передать извлеченные вторичные ресурсы на наиболее выгодных условиях, что приводит к необходимости размещения этих ресурсов на полигонах для размещения отходов.

Для решения вышеуказанных проблем авторский коллектив разработал и внедрил в ряде субъектов Российской Федерации информационную подсистему, введение в эксплуатацию которой позволило агрегировать и актуализировать на постоянной основе информацию обо всех объектах обращения с ТКО, а также организовать в режиме реального времени взаимодействие между всеми участниками системы.

Это позволило:

- располагать информацией о балансе ТКО в любой момент времени.
- Организовывать проверочные мероприятия при нарушении баланса и фиксировать их результаты;

- владеть информацией обо всех объектах инфраструктуры и процессах обращения с ТКО на каждом из них. Принимать решение о легитимности и эффективности каждого объекта, необходимых мероприятиях по реконструкции и модернизации объекта либо о его выводе из эксплуатации;

- организовать площадку взаимодействия между объектами обработки и объектами утилизации ТКО, в том числе в части конкурентных процедур для реализации вторичных материальных ресурсов. Это, помимо прочего, позволит сократить тарифы на объектах обработки и расценки на объектах утилизации;

- принимать решения о дефиците или профиците мощностей по обработке и утилизации ТКО, привлекать к сотрудничеству инвесторов, которые на основе данных, содержащихся в подсистеме, смогут принимать взвешенные решения о возможности инвестирования в тот или иной проект.

В качестве параметров, характеризующих систему обращения с отходами, используются параметры, являющиеся эндогенными для системы технические параметры (емкость полигонов, мощность объектов обезвреживания, показатели выработки электрической и тепловой энергии и другие), а также временные показатели, характеризующие сроки ввода или вывода объектов в эксплуатацию и из эксплуатации, сроки реализации инвестиционных мероприятий и другие.

Оптимизация осуществляется путем выбора оптимальных технических, пространственных и временных показателей территориальной схемы обращения с отходами при заданном сценарии и целевых показателях.

Основу функционала оптимизации программного обеспечения составляет система алгоритмов, каждый из которых специально разработан для решения задачи моделирования всей отрасли обращения с отходами с учетом требований и ограничений законодательства. Результаты вычисления этих алгоритмов позволяют представить наиболее эффективный план развития отрасли обращения с отходами на ближайшее десятилетие, точность которого зависит только от качества исходных данных.

Значение результатов для практики: сформирован экономически обоснованный тариф; оптимизированы потоки транспортирования отходов; определены оптимальный для существующих потребностей набор объектов инфраструктуры и их характеристики; обеспечена возможность прогнозирования потребности в новой инфраструктуре обращения с отходами.

Внедренные в 2019-2020 годах в 42 субъектах Российской Федерации цифровые решения в полном объеме обеспечивают функциональность по оптимизации маршрутов и расчету финансово-экономических показателей деятельности региональных операторов, исключая возможность манипулирования данными в части определения: расходов на транспортирование ТКО; расходов на полный цикл обращения с ТКО; тарифов для населения; инвестиционных затрат региональных операторов и других экономических показателей.

Комплексное программное обеспечение всех бизнес-процессов обращения с ТКО уникально (в настоящее время отсутствует в других странах и ранее не существовало в России). Оно выполнено в виде единой программной среды, в которой работают органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, региональные операторы, операторы (перевозчики и управляющие компании на объектах инфраструктуры) и образователи ТКО.

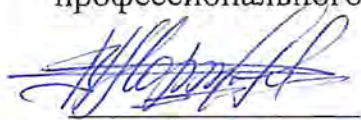
Экономический и социальный эффект, полученный от внедрения результатов работы коллективом авторов в 14 регионах Российской Федерации в 2019-2020 годах, составил более 6 млрд рублей за счет снижения тарифов на обращение с ТКО для населения вследствие внедрения цифровой отраслевой модели обращения с отходами. Указанный экономический эффект достигнут за счет разницы тарифов в 2019 и в 2020 годах и подтверждается выписками из приказов о предельных единых тарифах на услуги регионального оператора по обращению с ТКО, утвержденных в установленном порядке уполномоченными департаментами и службами по тарифам субъектов Российской Федерации.

Были получены рекомендательные письма от:



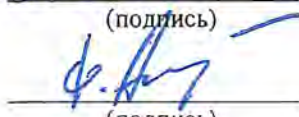
- 1) Федеральное государственное унитарное предприятие «Федеральный экологический оператор» Исх. 214-3/1490И от 16.04.2020;
- 2) Федеральная служба по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) Исх. ЮА-07-01-32/11990 от 16.04.2020;
- 3) ППК Российский экологический оператор Исх. РЭО-02-2161/20-1 от 16.04.2020.

Материалы работы опубликованы в совместной научной статье в журнале ФИЦ ИУ РАН «Информационные технологии и вычислительные системы» (<https://publications.hse.ru/articles/405112636>), доложены на тематических конференциях, представлены в средствах массовой информации, получили высокую оценку заинтересованных органов государственной власти и профессионального сообщества, защищены 15 авторскими свидетельствами.



(подпись)

Б.А. Моргунов  
(расшифровка)



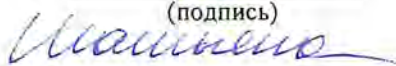
(подпись)

Ф.Т. Алескеров  
(расшифровка)




(подпись)

С.М. Абрамов  
(расшифровка)

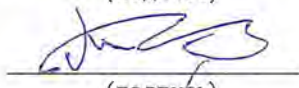


Т.А. Журавлёва  
(расшифровка)



(подпись)

А.В. Седов  
(расшифровка)



(подпись)

М.С. Фаворов  
(расшифровка)



(подпись)

С.В. Шикунова  
(расшифровка)



(подпись)

А.Б. Коган  
(расшифровка)



(подпись)

Н.В. Попова  
(расшифровка)



(подпись)

Ю.М. Хаханов  
(расшифровка)