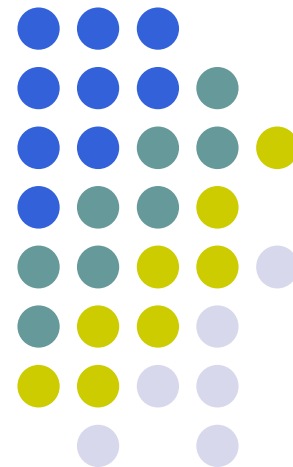
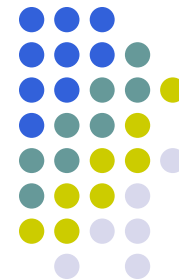


Региональная модель системы обращения с ТКО и ее апробация на примере Новосибирской области

Рогачев Никита Сергеевич
Гильмундинов Вадим Манавирович
ИЭОПП СО РАН





Актуальность и проблематика исследования

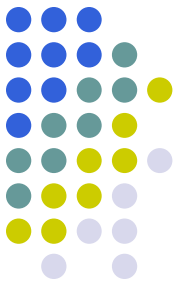
Всемирный банк:
ежегодно в мире
образуется более
2 млрд. тонн ТКО,
прогноз к 2050г –
3,4 млрд. тонн

40% ТКО
отправляются на
захоронение на
полигонах, около
33% - на открытые
свалки

Россия: 55,5 млн.
тонн ТКО в 2020г,
89% захоронены
на полигонах

**Экономическая
неэффективность:**
слабый уровень
возврата отходов в
экономический
цикл в качестве
ценного ресурса.

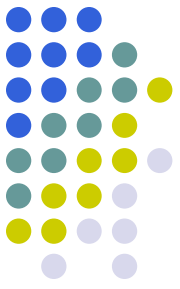
**Экологическая
неэффективность:**
загрязнение почвы и грунтовых
вод, разрушение локальных
экосистем, снижение уровня
жизни населения, рост
социальной напряженности



Существующие подходы к моделированию систем обращения с ТКО

- Агентские модели;
- Модели общего равновесия;
- Межотраслевые модели.

Основная проблема существующих подходов – недостаточный учет экологической и экономической эффективности региональных систем обращения с ТКО



Разработанная агентская модель региональной системы обращения с ТКО

Домашние хозяйства производят ТКО, а также принимают решение об их раздельном накоплении исходя из склонности к раздельному сбору и доступности инфраструктуры для его осуществления:

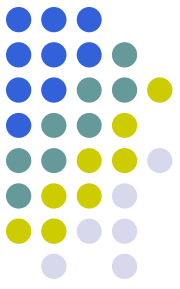
$$q_l^{sorted} = \mu \chi_l q_l^{prod}$$

$\mu = 1 - \frac{1}{\lambda + v}$ - склонность ДХ к РСО;

v – скидка на тариф за обращение с отходами, предоставляемая государством домашним хозяйствам за осуществление РСО;

λ – параметр, который подбирается таким образом, чтобы при $v = 0$ доля РСО в регионе принимала текущее статистическое значение;

χ_l - доля жилищного фонда района l , обладающего инфраструктурой для раздельного сбора ТКО.



Разработанная агентская модель региональной системы обращения с ТКО

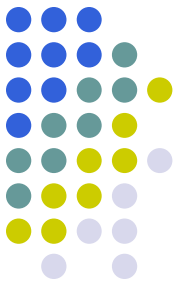
Региональный оператор полностью осуществляет обращение с ТКО в регионе и максимизирует прибыль от своей деятельности, выбирая транспортные маршруты перемещения отходов между объектами сферы обращения с ТКО, а также способы обращения с ТКО:

$$\pi_t = \sum_i p_i \sum_{k \in Disp} \sum_i \alpha_i q_k^{disp} - c^{tr} \sum_{l \in Prod} \sum_{k \in Disp} q_{lk}^{tr} d_{lk} - \sum_{k \in Disp} \sum_{g \in G} f_g(q_k^{disp}) q_k^{disp}$$

$\rightarrow \max_{q_{lk}^{tr}, q_k^{disp}}$

Тарифный доход оператора:

$$TR_\tau = \tau(\sum_l q_l^{prod} - \sum_l q_l^{sorted}) + (1 - v)\tau \sum_l q_l^{sorted}$$



Разработанная агентская модель региональной системы обращения с ТКО

Третий участник системы – **государство**, которое с целью минимизации негативного воздействия образующихся в регионе отходов на окружающую среду может использовать набор ограничительных и поощрительных мер в отношении других участников системы. Среди них:

- Предоставление домашним хозяйствам скидки на тариф за осуществление раздельного сбора отходов (РСО);
- Дополнительный налог на размещение отходов на полигонах;
- Установление допустимого предела объема ежегодно захораниваемых ТКО.

Разработанная агентская модель региональной системы обращения с ТКО

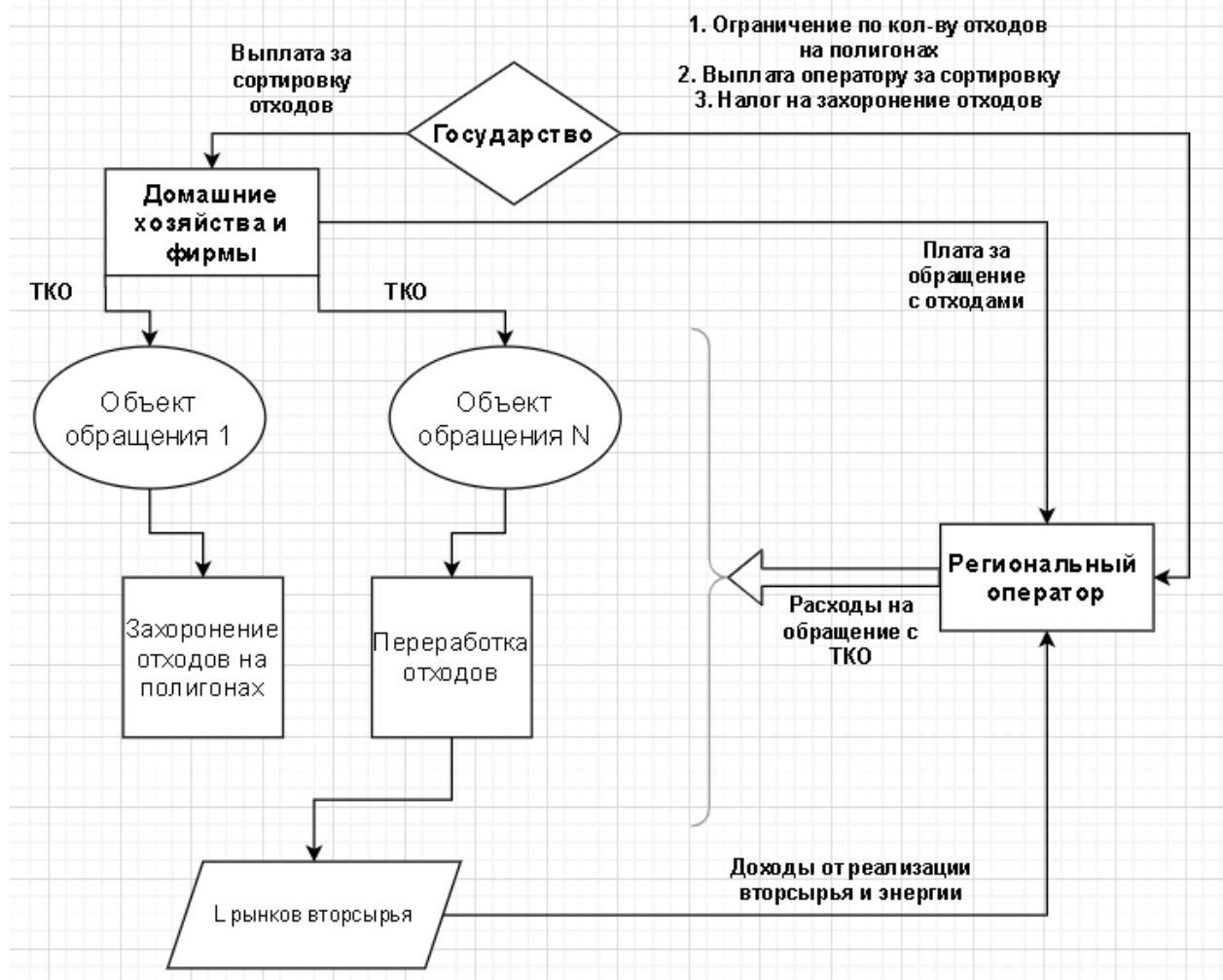
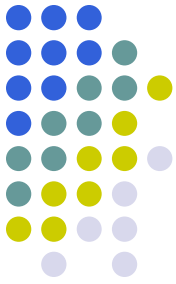
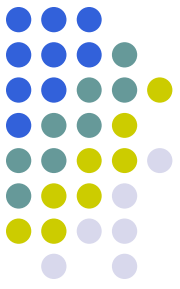


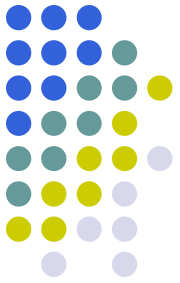
Рисунок 1. Концептуальная схема разработанного подхода



Подготовка информационной базы для расчетов по НСО

В рамках работы с источниками была подготовлена следующая информация для расчетов по Новосибирской области:

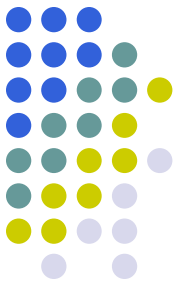
- Система обращения с ТКО НСО была разделена на 44 района, 28 объектов, 3 вида вторичного сырья (ПЭТ, стекло, макулатура), 3 технологии обращения с отходами;
- Матрица расстояний «Район-Объект» из 1232 элементов;
- Функции удельных затрат на транспортировку, захоронение и переработку отходов (на текущих объектах и концессионных МСК);
- Цены на вторичное сырье;
- Морфологический состав ТКО и РСО;



Результаты расчетов по НСО

Итоговые результаты расчетов по заложенным сценариям представлены в Таблице 1:

Сценарий/показатель	Доля отходов, отправляемых на полигоны, %	Доля перерабатываемых отходов, %	Годовая прибыль/убыток оператора, тыс. руб.	Финансовый результат оператора без учета доходов от тарифа, тыс. руб.
Текущее состояние	87,40%	12,60%	-26 293	-2 933 420
Текущее состояние + РСО	87,40%	12,60%	1 891	-2 905 236
Концессия	22,10%	77,90%	2 599 162	-307 965
Концессия с закрытием полигонов "Гусинобродский" и "Левобережный"	17,70%	82,30%	2 089 263	-817 865
Концессия+ РСО+ скидка 7,5%+инфр50%	21,70%	78,30%	2 776 126	-125 988

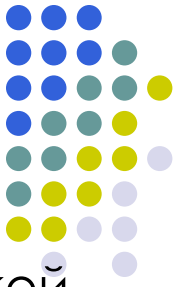


Результаты расчетов по НСО

Результаты деятельности оператора при различных уровнях скидки за РСО:

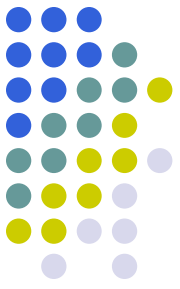
Скидка	Прибыль оператора, тыс.	Масса перерабатываемых РСО, тыс.
	руб.	тонн
0%	1 891,3	15,9
5%	3 205,1	23,4
7,5%	3 370,8	25,1
8,5%	3 356,3	25,8
10%	3 249,2	26,7
20%	100,2	32,6
30%	-6 624,4	37,7
50%	-29 020,0	46,1
100%	-114 487,4	60,6

Таблица 2. Показатели при различной скидке за РСО



Выводы по расчетам и рекомендации для НСО

- Текущее состояние сферы обращения с ТКО Новосибирской области характеризуется слабой экономической эффективностью, так как текущим результатом деятельности оператора является убыток в размере 26,3 млн.руб.;
- Низкой также является и экологическая эффективность, так как доля переработки отходов составляет лишь 12,6%;
- Развитие РСО без ввода дополнительных перерабатывающих мощностей позволяет оператору выйти на годовую прибыль в размере 1,9млн. руб., но не снижает негативное влияние ТКО на экосистему региона;
- Концессионный вариант, особенно со стимулированием РСО и вложениями в соответствующую инфраструктуру видится оптимальным с точки зрения достижения экологических целей (уровень переработки около 80%) и финансовой устойчивости системы (годовая прибыль оператора в размере 2-2,5 млрд.руб.);
- Стимулирование государством отдельного сбора отходов, например, через предоставление скидки на единый тариф, может являться эффективным методом увеличения объемов переработки, но только в совокупности с расширением инфраструктуры для РСО.



Заключение

- В рамках исследования была разработана собственная агентская модель региональной системы обращения с ТКО, позволяющая в полной мере учесть факторы экологической и экономической эффективности, что является ее преимуществом по сравнению с другими современными подходами;
- Апробация модели на примере НСО показала ее состоятельность и целесообразность использования для принятия решений по реформированию региональных систем обращения с ТКО в России;
- В результате сценарных расчетов были выработаны рекомендации по наиболее эффективным направлениям реформирования системы обращения с ТКО НСО.