

На правах рукописи



АКУЛОВА АНАСТАСИЯ АЛЕКСАНДРОВНА

**ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УТИЛИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ
В УРАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ**

05.02.22 – Организация производства (транспорт, технические науки)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Екатеринбург 2017

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Научный руководитель: Кузнецова Елена Юрьевна
доктор экономических наук, профессор

Официальные оппоненты: Грязнов Михаил Владимирович,
доктор технических наук, доцент,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», кафедра «Логистика и управления транспортными системами», доцент
Ишкина Елена Геннадьевна,
кандидат технических наук, доцент,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет», кафедра «Технология машиностроения», доцент

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

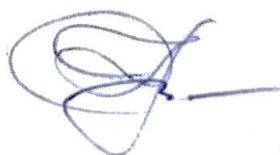
Защита состоится 15 декабря 2017 года в 14.00 часов на заседании диссертационного совета Д 218.013.02 на базе ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения» (УрГУПС) по адресу: 620034, Екатеринбург, ул. Колмогорова, д. 66, зал диссертационного совета, ауд. Б2-15.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке УрГУПС по адресу: 620034, Екатеринбург, ул. Колмогорова, д. 66 и на сайте www.usurt.ru.

Автореферат разослан 14 ноября 2017.

Отзывы на автореферат, заверенные гербовой печатью, просим направлять в двух экземплярах в адрес диссертационного совета по почте.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор технических наук, доцент



Н.Ф. Сирина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Обеспечение высоких социально-экономических показателей и деятельности значительного количества промышленных предприятий, расположенных на территории Уральского региона, требует развитой транспортной системы, отвечающей мировым стандартам. Недостаточное развитие транспортной системы создает значительные ограничения для роста других отраслей, являясь фактором их конкурентоспособности. Однако, несмотря на высокую приоритетность развития транспорта для региона, существует ряд проблем, среди которых острой проблемой является отставание в модернизации подвижного состава. Состояние многих транспортных средств подошло к критическому уровню, значительная часть их эксплуатируется за пределами нормативного срока службы.

Эксплуатация морально и физически устаревших транспортных средств, снижает безопасность и эффективность перевозок, оказывает негативное влияние на окружающую среду, и, следовательно, на здоровье человека, способствуют повышению ресурсо- и энергопотребления, поэтому обновление парка подвижного состава является важной задачей, стоящей перед отраслью. Решение такой задачи должно быть комплексным и состоять не только во введении в эксплуатацию новых транспортных единиц, но и выведении устаревших, то есть их утилизации. Утилизация, являясь завершающим этапом жизненного цикла транспортного средства, определяет возможность рециклинга, оказывает значительное влияние на показатели ресурсосбережения и экологичности. Актуальность поставленной проблемы заключается в необходимости теоретических исследований, определения организационной схемы и методического обеспечения оценки деятельности системы утилизации транспортных средств, создаваемой в виде специальной инфраструктуры внутри отрасли.

Степень разработанности проблемы. Проблемами организации производства и управления на транспорте, вопросами совершенствования транспортных систем занимались отечественные ученые В.А. Персианов, А.В. Резер, Л.Б. Миротин, В.М. Сай, О.Н. Ларин, М.Б. Петров, В.М. Круганов, М.В. Грязнов, И.Н. Пугачев. Вопросы управления жизненным циклом различных объектов рассматриваются в работах И. Азидеса, И. Ансоффа, М. Портера, Дж. Мура, А. Даунса, Г. Липпитта и У. Шмидта, Б. Ливехуда, Л. Грейнера, Э.М. Короткова, А.Е. Бром, Д.Б. Берга и т.д. Однако в работах приведенных авторов уделяется недостаточное внимание управлению завершающим этапом жизненного цикла и влиянию этого этапа на циклы объектов других уровней.

Вопросы организации рециклинга вышедших из эксплуатации транспортных средств и их отходов, ряд законодательных и финансово-экономических проблем построения системы утилизации рассмотрены в работах Ю.В. Трофименко, Ю.М. Воронцова, К.Ю. Трофименко, Р.Л. Петрова, В.Н. Луканина, В.А. Звонова, В.Ф. Кутенева, Е.Г. Ишкиной. Тем не менее, проблема организации процесса утилизации остается актуальной, предложенные решения недостаточно проработанными и комплексными.

Цель и задачи исследования. Целью диссертационного исследования является разработка системы организации процесса утилизации автомобилей в рамках транспортного комплекса региона и методики оценки вариантов размещения утилизационных центров, позволяющей на основании анализа инфраструктурных, географических и социально-экономических факторов определить привлекательность субъекта для размещения утилизационного центра.

Для достижения цели исследования потребовалось решить следующие задачи:

- выполнить анализ современного состояния и выявить основные проблемы транспортной системы Уральского региона, исследовать теоретический и практический опыт создания утилизационных центров;
- уточнить подходы теории жизненного цикла применительно к транспортной отрасли;
- обосновать выбор организационной схемы утилизации для автотранспортного комплекса региона;
- исследовать факторы, оказывающие наибольшее влияние на размещение утилизационных центров, и разработать методику определения оптимальных мест размещения предприятий системы утилизации в регионе;
- модернизировать алгоритм и организационные требования к процессу утилизации и разработать комплексный показатель оценки результативности системы утилизации.

Объект исследования: транспортная система Уральского региона.

Предмет исследования: комплекс организационно-технических решений, обеспечивающих формирование системы утилизации автотранспортных средств в Уральском регионе.

Научная новизна:

1. Введен в научный оборот термин «вмененный сервис по утилизации», который предполагает предельный срок службы (пробег) автомобиля по показателям безопасности и экологичности и является критерием для управления этапом спада жизненного цикла транспортных средств, что обеспечивает ресурсосбережение в транспортной отрасли.
2. Сформирована организационная схема утилизации автомобилей и их отходов в рамках автотранспортного комплекса УрФО, рассматривающая, в отличие от существующих, процесс утилизации в рамках концепции управления жизненным циклом, что позволяет обеспечить цикличность производства.
3. Предложена авторская классификация утилизирующих компаний в зависимости от их функционала и уровня «рециклирования» материалов, которая позволяет установить структуру перерабатывающих компаний и определить стратегию развития.
4. Разработана барицентрическая методика определения оптимальных мест размещения утилизационных центров, которая, в отличие от применявшихся ранее универсальных методик размещения объектов, учитывает специфические факторы, определяющие эффективность процесса утилизации, такие как уровень доходов населения, уровень автомобилизации населенных пунктов и их транспортная доступность.

5. Модернизирован алгоритм утилизации транспортных средств включением, наряду с материальными потоками, информационных и финансовых схем обеспечения процесса утилизации и предложен комплексный показатель оценки результативности системы утилизации автомобильного транспорта, включающий ресурсную, экологическую эффективность и общественную вовлеченность организаций и частных пользователей в процесс.

Методология и методы исследования. Методологическую основу работы составляет интерпретация теории жизненного цикла к транспортной отрасли и труды отечественных и зарубежных ученых, специалистов в области управления этапом спада продукции. В ходе исследований применялись: методы системного и статистического анализа, математического моделирования; подходы теории жизненного цикла отрасли, организации, технологии и продукта; оценки экологического ущерба и ресурсо- и энергоэффективности.

Положения, выносимые на защиту:

1. Результаты анализа жизненных циклов транспортной отрасли и продукта «транспортное средство» и термин «вмененный сервис по утилизации».
2. Организационная схема утилизации автотранспортных средств как элемент управления этапом спада жизненного цикла продукта «транспортное средство- транспортный сервис» с учетом интересов участников процесса.
3. Классификация утилизирующих компаний по признаку функционала.
4. Барицентрическая методика, позволяющая определить оптимальные места размещения утилизационных центров.
5. Комплексная оценка результативности системы утилизации автомобильного транспорта, включающая ресурсную, экологическую эффективность и общественную вовлеченность организаций и частных пользователей в процесс.

Теоретическая и практическая значимость исследования. Теоретическая значимость результатов диссертационного исследования заключается в комплексном подходе к решению задачи утилизации автотранспортных средств на региональном уровне. Представленные в работе результаты расширяют теоретические аспекты организации и оценки деятельности системы утилизации автомобильного транспорта, развивают методический аппарат принятия решений о размещении утилизационных центров в регионе.

Практическая значимость исследования заключается в возможности использования полученных результатов для совершенствования организации процесса утилизации автотранспортных средств и применения полученных результатов для решения данной задачи для других видов транспорта. Предложенный подход к оценке результативности системы утилизации может быть использован правительственными структурами при принятии решения о выделении финансирования. Результаты работы могут использоваться работниками государственных учреждений, занятых решением задач управления отходами, в высших учебных заведениях для преподавания специализированных курсов.

Степень достоверности и апробации работы. Результаты, полученные в диссертационной работе, базируются на применении научно признанных и апробированных

теорий, надежных методов, реальностью исходных данных, в сочетании с их качественным анализом и интерпретацией. Теоретические выводы, научные положения и практические рекомендации обосновываются адекватностью использования математической модели предмету исследования, формальными логическими рассуждениями.

Основные положения и промежуточные результаты диссертационного исследования докладывались на конференциях: Всероссийская молодежная научно-практическая конференция с международным участием «Инженерная мысль машиностроения будущего 2013» (Екатеринбург, УрФУ, 2013), Международная молодежная научно-практическая конференция «Новые тенденции в экономике и управлении организацией» (Екатеринбург, УрФУ, 2014), Международная научно-практическая конференция, посвященная 80-летию кафедры «Детали машин» ММИ УрФУ «Развитие машиностроения, транспорта, технологических машин и оборудования в условиях рыночной экономики» (Екатеринбург, УрФУ, 2014), Международная научно – практическая конференция «Транспорт России: проблемы и перспективы - 2014» (Санкт-Петербург, ИПТ РАН, 2014), Международная научно-практическая конференция "Материаловедение. Машиностроение. Энергетика" (Екатеринбург, УрФУ, 2015).

Публикации. Основные результаты и положения диссертационной работы отражены в 12 печатных работах (из которых четыре статьи – в изданиях, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций), общим объемом 7,27 п.л., из которых автору принадлежит 3,5 п.л.

Структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, содержащего 123 наименования, 3 приложений. Основная часть работы изложена на 145 машинописных страницах, включающих 31 рисунок и 18 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность исследования и степень его разработанности, сформулированы цель, задачи исследования, объект и предмет исследования, изложены элементы научной новизны, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследования, выносимые на защиту научные положения и результаты.

В первой главе приведены статистические данные о состоянии транспортной системы страны и значительной роли в ее развитии Уральского транспортного комплекса. По данным Министерства транспорта проанализирована динамика пассажирских и грузовых перевозок, отмечается прирост грузооборота автомобильным транспортом на 11,6%, что говорит о росте автотранспортного комплекса. Помимо объемных показателей транспортной системы проанализированы основные проблемы, которые необходимо решить для достижения стратегических целей. Одной из наиболее острых проблем выделена необходимость обновления парка подвижного состава: 57% воздушных и 67% речных судов, 76% трамвайных и 64% вагонов метро старше 15 лет, 42 % автомобильного транспорта старше 10 лет; 44% грузовых вагонов железнодорожного транспорта эксплуатируется за пределами нормативного

срока. Поэтому развитие инфраструктуры транспортной отрасли должно предусматривать создание утилизационных предприятий, наряду с логистическими центрами, станциями технического обслуживания и ремонта для того, чтобы обеспечивать вывод из эксплуатации и правильное обращение с транспортными средствами, непригодными для дальнейшего использования.

Комплексную задачу обновления подвижного состава необходимо рассматривать с позиции теории, позволяющей оценивать динамику процесса в целом, в качестве такой теории была выбрана теория жизненных циклов. Концепция управления жизненным циклом принимает во внимание «вложенный» характер кривых жизненного цикла объектов различного уровня (рисунок 1).

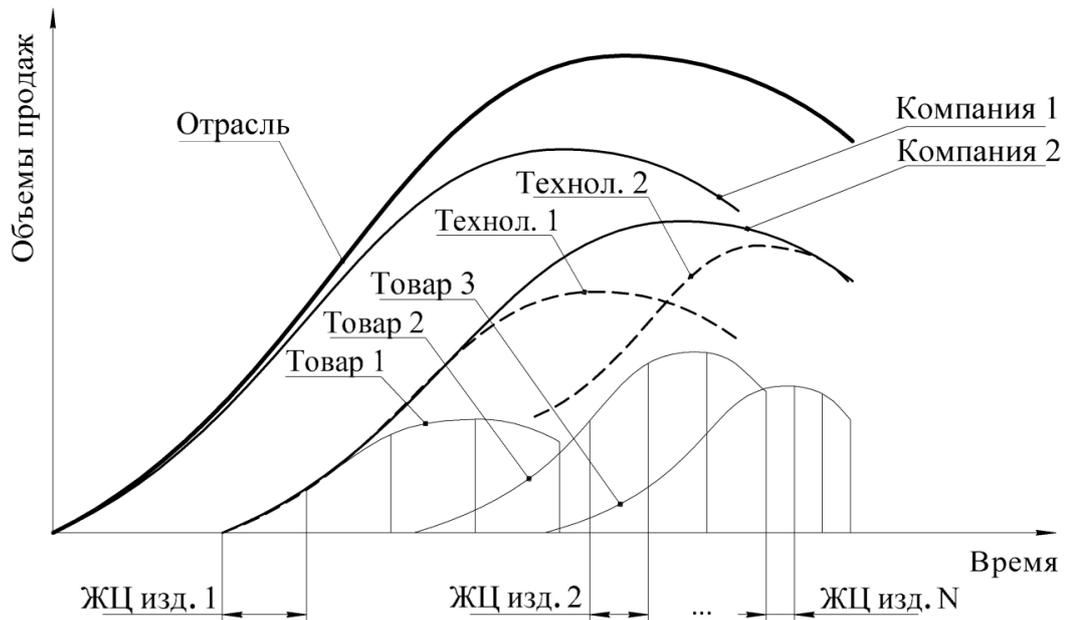


Рисунок 1 – Схема взаимного влияния ЖЦ различных объектов

Рассматривая транспортную отрасль с позиции эволюционных процессов, предложенных М. Портером в рамках теории жизненного цикла отрасли, можно говорить об ее активном росте, который определяется демографическими факторами и изменениями во внешней среде и смежных областях. Период упадка является неизбежным последствием экономического развития, однако большинство теорий жизненного цикла экономических и технических объектов концентрируют свое внимание на проблемах начальных этапов, не уделяя достаточного внимания завершающим этапам жизненного цикла. Сложно представить упадок транспортной отрасли, поскольку необходимость в перемещении грузов и пассажиров в условиях глобализации только растет, однако технологии на транспорте постоянно изменяются, позволяя отрасли развиваться и сохранять конкурентоспособность. Сегодня анализ смежных отраслей и мнения мирового сообщества позволяет сделать вывод о том, что следующим этапом развития транспортной отрасли будет внедрение «зеленых» технологий.

В рамках концепции «зеленой логистики» предлагается не просто снижение нагрузки на окружающую среду, а качественно новый подход к организации производства путем внедрения инновационных технологий, использования новейшего энергосберегающего эффективного

оборудования, переход к ресурсосберегающим подходам эксплуатации техники и выводу устаревшей техники и оборудования из эксплуатации, с применением принципов обратной логистики. При этом, учитывая рост стоимости сырьевых и энергоресурсов, переход к энергосберегающим принципам производства обещает быть экономически эффективным не только за счет эффекта общественного блага, но и повышения конкурентоспособности продукта, благодаря снижению себестоимости и маркетинговым усилиям.

Таким образом, для обеспечения высокого уровня объемных показателей жизненного цикла транспортной отрасли необходимо управлять жизненными циклами технологий и продукта с позиции комплексного объекта «транспортное средство – транспортный сервис». На сегодняшний день широко применяется управление жизненным циклом продукта на этапах производства и эксплуатации, последнее выражается в регламентах прохождения технического обслуживания и плановых ремонтов. Однако даже при соблюдении данных регламентов, при определенном пробеге эффективность транспортного средства начинает снижаться, что связано с износом и моральным устареванием узлов, агрегатов и систем автомобиля (рисунок 2).

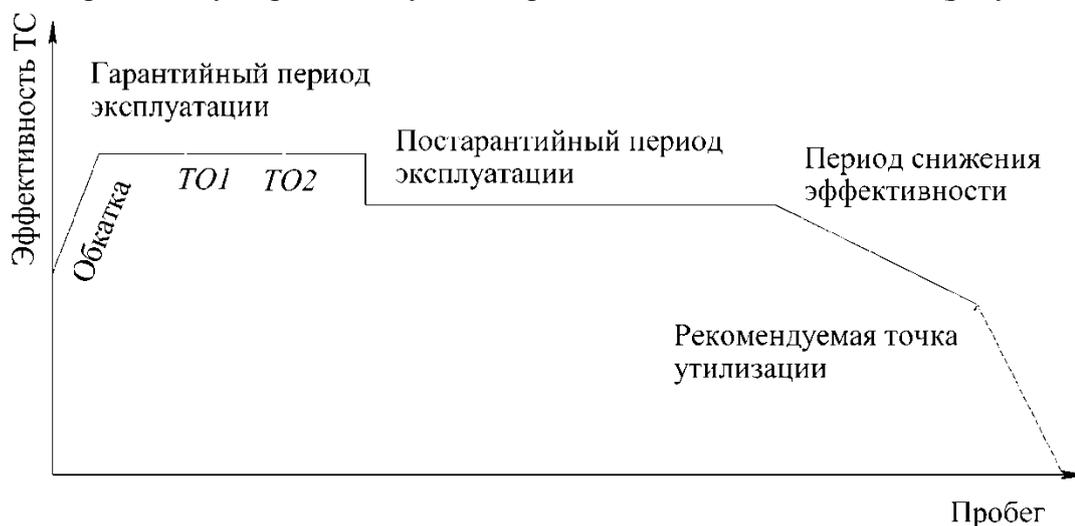


Рисунок 2 – Эффективность транспортного средства на протяжении жизненного цикла

Поэтому предлагается ввести понятие «*временный сервис по утилизации*», которое бы законодательно устанавливало предельный срок (пробег) эксплуатации автомобиля из соображений его экологичности и безопасности. Введение нового понятия позволит законодательно ограничить эксплуатацию транспортных средств за пределами их эффективной (безопасной) работы. Таким образом, управление этапом спада транспортных средств позволит обеспечить высокий уровень показателей отрасли.

Во второй главе рассмотрен мировой опыт организации процесса утилизации автомобилей: основные нормативные акты, регулирующие деятельность системы утилизации, механизмы государственного и рыночного регулирования, объемные показатели. Анализ мирового опыта показывает, что успешное функционирование системы утилизации возможно только при сильном государственном регулировании и поддержке этой системы. В России нет единой системы утилизации автотранспорта, наибольший прогресс в решении этой проблемы достигнут в Москве и Московской области, где функционирует несколько предприятий общей мощностью 50 тыс. ед. в год.

Отсутствие лицензированных предприятий утилизации транспортных средств приводит к накоплению вышедших из эксплуатации автомобилей на общественных территориях, в частных жилых секторах, на мусорных полигонах, на территориях транспортных предприятий. Согласно статистическим данным, приведенным московскими исследователями, ежегодно около 4% транспортных средств подлежит выведению из эксплуатации, следовательно, на 2016 год в Свердловской области необходимо было утилизировать 63 679 автомобилей. Система утилизации транспортных средств сегодня находится на этапе зарождения, поэтому особенную роль играет организационная схема взаимодействия и логистические потоки системы утилизации в транспортной системе региона.

Система утилизации как элемент транспортной системы выполняет функцию управления отходами автотранспортного комплекса, которая заключается в сборе и распределении отходов автотранспортного комплекса, их переработке во вторичные изделия, материалы и энергию для использования в транспортной или другой отрасли, а также рационального обращения с не утилизируемым остатком. В то же время система утилизации взаимодействует с различными субъектами транспортного комплекса. По видам взаимодействий можно выделить информационный (при консультировании, обучении, инжиниринговых и научно-исследовательских работах), финансовый (при продвижении и продаже вторичных материалов, услуг утилизирующих компаний) и материальный потоки (в процессе приема транспортных средств и отходов их эксплуатации) (таблица 1).

Таблица 1 – Определение взаимодействий между предприятиями системы утилизации транспортных средств и субъектами транспортной системы и правительственными органами

Участники автотранспортного комплекса		Тип и интенсивность взаимодействий			Интересы участников системы
		инф.	мат.	фин.	
Внутренние	Автопроизводители	П +++	О +++	П +	Получение выгоды за счет использования более дешевого вторичного сырья
	Автовладельцы	О +++	П +++	К ++	Получение свидетельства об утилизации, для снятия автомобиля с учета, освобождение площади от автоотходов, получение скидки на новый автомобиль
	Ремонтные и сервисные предприятия	О ++	П +++	К ++	Освобождение площади от автоотходов, снижение расходов, за счет сокращения требуемых площадей и транспортных расходов
	Официальные дилеры автопроизводителей	П ++	–	К ++	Дополнительный спрос на автомобили по программе утилизации, компенсация из утилизационного фонда
	Автотранспортные компании	О +	П +++	К ++	Освобождение площади от автоотходов, снижение расходов, за счет сокращения требуемых площадей и транспортных расходов, получение субсидий
Внешние	Министерство транспорта	П +++	–	–	Повышение экологичности, безопасности транспортной системы и энергосбережения, в частности, за счет омоложения автопарка
	Министерство промышленности и торговли	К +++	–	К +	Стимулирование обновления парка подвижных средств
	Региональное правительство	П +++	–	П ++	Сокращение издержек в транспортной системе региона, снижение экологического ущерба

Продолжение таблицы 1

НИИ	П +++	–	К ++	Получение грантов от правительства на разработку новых материалов и технологий для системы утилизации
Рынок автомобильных запчастей	О +++	О +++	П ++	Получение прибыли от продажи автозапчастей годных для эксплуатации, полученных из системы утилизации

П – прямой поток (направленный к системе авторециклинга); О – обратный поток; К – косвенный поток; «+++» – сильное взаимодействие; «++» – умеренное взаимодействие; «+» – слабое взаимодействие; «–» – взаимодействие отсутствует.

Особенность дивизиональной структуры заключается в сочетании децентрализованного управления с централизованной координацией. Роль координатора в системе утилизации транспортных средств (функции контроля и регулирования) отводится государству на различных уровнях, а функция управления оперативно-хозяйственной деятельностью осуществляется утилизирующими компаниями различных классов.

Классификация утилизирующих компаний может осуществляться по различным классификационным признакам, например, по продукту на выходе, занимаемой доле рынка, однако авторы считают наиболее целесообразным провести аналогию с классификацией логистических операторов. Поскольку процесс управления завершающим этапом жизненного цикла является вопросом, связанным с «обратной» логистикой материальных и сопутствующих потоков. Предлагается все компании, занятые в утилизации транспортных средств, разделить на четыре класса (таблица 2) А, В, С и D, исходя из спектра выполняемых функций.

Таблица 2 - Классификация утилизирующих компаний

Класс	Характеристика утилизирующих компаний, принадлежащих к классу	Функции, выполняемые компаниями в системе авторециклинга	Аналог логистического оператора	Индекс «Рециркуляции»
А	Крупные утилизирующие компании, обеспечивающие решение полного спектра задач системы утилизации и осуществление высокой интенсивности всех потоков взаимодействий, выполнение уникальных комплексных проектов, связанных с разработкой решений по утилизационным свойствам объекта на всех его этапах ЖЦ	Все функции, а так же взаимодействие с элементами надсистемы (интересы системы утилизации в транспортном комплексе)	4PL	До 95%
В	Крупные утилизирующие компании, обеспечивающие решение полного спектра задач системы утилизации и осуществление большинства потоков взаимодействий, являющиеся локальными игроками на рынке	Сбор, транспортировка, демонтаж, рециклинг изделий, рециклинг материалов	3PL	До 80%
С	Специализированные утилизирующие компании, выполняющие определенный сегмент работ по утилизации и выпускающие узкий перечень вторичных материалов, на которые имеется наибольший спрос на рынке	Сбор, транспортировка, рециклинг металлов	2PL	До 55%
Д	Пункты приема специализируются на оформлении актов об утилизации и предоставлении транспортных услуг; переработкой материалов занимаются, как правило, сторонние организации	Сбор, транспортировка	–	–

В качестве одного из классификационных признаков предлагается использовать индекс «рециклируемости», который показывает отношение веса материалов, восстанавливаемых для повторного использования, к общему весу автомобиля. Как правило, данный показатель используется для оценки приспособленности конструкции автомобиля к переработке, однако применительно к утилизационным компаниям данный индекс покажет их технологическую оснащенность и готовность перерабатывать различные классы материалов.

В третьей главе ставится задача оптимального размещения утилизационных предприятий на территории Свердловской области. На основании предложенной классификации утилизационных предприятий предлагается разделить задачу поиска оптимальных мест размещения утилизационных центров на два этапа. На первом этапе необходимо определить размещение крупных предприятий, предоставляющих комплексные услуги по переработке. В зависимости от положения крупных предприятий и их загрузки предлагается найти оптимальное расположение для компаний по утилизации автомобилей классов C и D. Обеспечение деятельности крупных предприятий требует постоянной загрузки производственных мощностей, поэтому одним из наиболее значительных факторов при выборе мест их размещения является интенсивность образования автоотходов. Кроме этого, необходимо учитывать величину производственных затрат: арендную плату, стоимость трудовых ресурсов и др. Расположение пунктов приема и мелких утилизационных центров должно определяться величиной транспортных затрат на доставку автоотходов к месту утилизации, с одной стороны, и удобством для автовладельцев, с другой.

Решение логистической задачи размещения объектов достаточно часто встречается в исследовательских работах, в решении данных задач получили распространение методы и алгоритмы математического программирования, теории графов. В общих методах, как правило, не учитывается ряд параметров, от которых существенно зависит решение поставленной задачи. Поэтому такие методы дают приближенные решения, оставляя дальнейшее определение экономически целесообразного размещения центра утилизации на усмотрение управленческих структур.

Следовательно, необходима специализированная методика и адаптированные к поставленной задаче методы определения расположения центров утилизации автомобильных отходов. Для решения данной задачи предлагается построить графо-географическую модель региона, которая представляет из себя плоский граф с помеченными вершинами и ребрами $G = \{V_i, E_{ij}; P_i, R_{ij}\}$, где $\{V_i\}$ – множество вершин, $\{E_{ij}\}$ – множество ребер графа G ; $P_i \in \mathbf{R}$ – числовая метка вершины V_i , R_{ij} – числовая метка ребра E_{ij} , соединяющего вершины V_i и V_j . Вершины V_i графа G соотносятся с населенными пунктами рассматриваемого региона, размещены на плоскости в соответствии с их географическим положением; ребра E_{ij} графа G – транспортным магистралям (автомобильным дорогам), соединяющим населенные пункты. Процесс построения графа G на основании географической карты Свердловской области схематично показан на рисунке 3. Проведенный анализ плотности расселения и образования автоотходов на территории Свердловской области показывает необходимость разделения графа

на две независимые части: «северную» с центром влияния в г. Н. Тагил и «южную» с центром влияния в г. Екатеринбург.

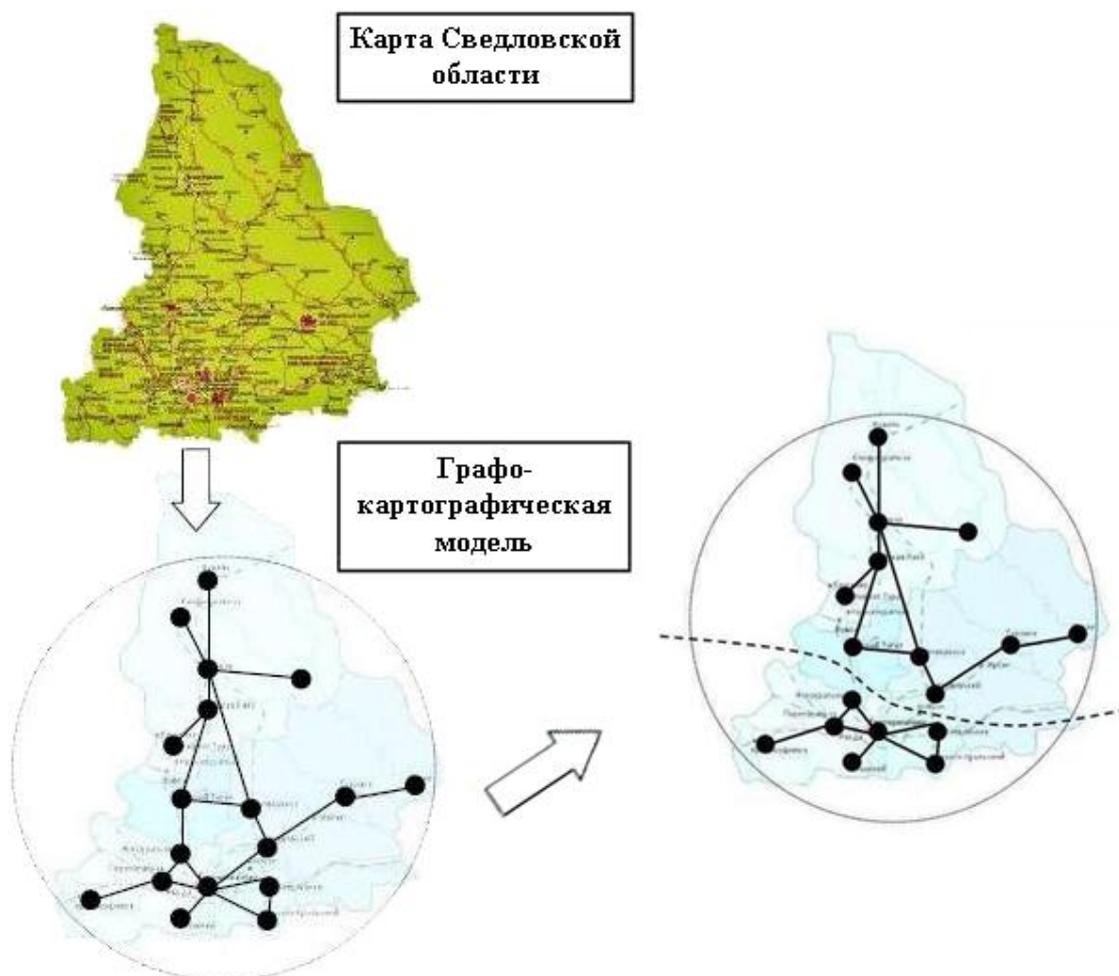


Рисунок 3 – Формирование графо-географической модели на основании географической карты региона

Далее определяются метки вершин и ребер графо-географической модели. Потенциал («масса») вершины V_i определяется с помощью линейной формы:

$$P_i = w_1 \alpha_1 N_i + w_2 \alpha_2 Z_i + w_3 \alpha_3 K_i \quad (1)$$

Традиционным показателем для определения потенциала является N_i численность населения (тыс. чел.) в пункте V_i . Средняя заработная плата населения Z_i (тыс. руб.) в пункте V_i отражает возможность приобретения населением новых автотранспортных средств, вызывающую необходимость утилизации старых. Количество автотранспортных средств K_i на 1000 чел. в пункте V_i , отражает уровень автомобилизации. В рассматриваемой линейной форме для определения потенциала вершины весовые коэффициенты w_1 , w_2 , w_3 придают веса (значимость) учитываемым факторам N_i , Z_i , K_i . В настоящей работе принято $w_1 = w_2 = w_3 = 1$, то есть факторы являются равнозначными.

Расстояние R_{ij} между вершинами графа (населенными пунктами) V_i и V_j характеризует минимальную протяженность среди протяженностей всевозможных путей L_{ij} через промежуточные пункты $(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{m-1})$, соединяющих вершины V_i и V_j :

$$R_{ij} = \min_{\substack{\text{по всевозможным} \\ \text{путям } L_{ij}(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{m-1})}} S(L_{ij}(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{m-1})). \quad (2)$$

Таким образом, расстояние R_{ij} является «стоимостью» проезда по самому короткому и наиболее удобному, с точки зрения качества дорог, пути между пунктами V_i и V_j . Введенное расстояние учитывает не только географическое расстояние между населенными пунктами, но и – за счет учета категории дорог – время и удобство передвижения между населенными пунктами. Далее для каждой вершины графо-географической модели вычисляется следующий показатель пригодности для размещения центра утилизации:

$$W(V)_i = P_i + \sum_{\substack{\text{по всем вершинам} \\ V_j \text{ графа } G, \text{ где } i \neq j}} \frac{P_j}{R_{ij}}. \quad (3)$$

Предлагаемый показатель пригодности имеет стандартный вид, используемый в методе потенциала, но включает в себе специфику рассматриваемой задачи. Населенный пункт тем более пригоден для размещения в нем центра утилизации, чем больше его собственный потенциал P_i . Эти три этапа составляют предлагаемую барицентрическую методику определения месторасположения центров утилизации автоотходов на территории рассматриваемого региона. На основании реальных статистических данных проведено вычисление потенциалов 60 населенных пунктов Свердловской области – районных центров и населенных пунктов с населением свыше 3 тыс. чел. Значения потенциалов некоторых населенных пунктов области приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Потенциалы населенных пунктов Свердловской области

Населенный пункт	Численность	Средняя зарплата, руб.	Количество автоотходов на 1000 чел.	Нормировочный коэффициент α_1	Нормировочный коэффициент α_2	Нормировочный коэффициент α_3	Значение потенциала
Екатеринбург	1477737	31522	409,5	0,00000068	0,00003172	0,002442	3,0000
Н. Тагил	359450	25301	318,3				1,8232
В. Пышма	81530	29318	318,3				1,7625
...
Алапаевск	43756	23960	318,3				1,5670
...
Шая	20326	20177	318,3				1,4311

Далее были проанализированы расстояния между населенными пунктами по различным путям с учетом категории дорог. Таким образом, были получены данные для расчета показателя пригодности размещения объектов системы утилизации для двух частей графо-географической модели Свердловской области, полученные данные выборочно приведены в таблице 5.

Предложенная методика позволяет оценить целесообразность размещения утилизационных центров в том или ином населенном пункте, исходя из основных факторов. Однако окончательное решение о размещении предприятия по утилизации или сбору автомобильных отходов должно приниматься с учетом корректирующих факторов. Такие факторы могут определяться стратегией развития региона, комплексной программой развития моногородов, экологическими факторами и т.д.

Таблица 5 – Показатели пригодности размещения объектов системы утилизации в населенных пунктах Свердловской области

Северная часть		Южная часть	
Населенный пункт	Показатель пригодности	Населенный пункт	Показатель пригодности
Н. Тагил	1,935	Екатеринбург	3,339
Лесной	1,851	В. Пышма	2,175
Н. Тура	1,841	Камышлов	2,001
В. Салда	1,782	В. Дуброво	1,993
Красноурьинск	1,694	Верх-Нейвинский	1,985
...
Н. Салда	1,655	Первоуральск	1,858
...
Восточный	1,447	Туринск	1,481

В четвертой главе рассматривается алгоритм утилизации автомобилей, который включает такие пункты как: сбор транспортных единиц, демонтаж узлов и агрегатов, отбор механизмов для поставки на рынок запчастей, шредерная переработка, сортировка по материалам, восстановление во вторичные ресурсы или утилизация (сжигание, захоронение). Отмечается, что вопросы взаимодействия с автовладельцами, урегулирование правовых вопросов между утилизационными центрами и собственниками транспортных средств не могут быть решены в общей канве, их решение должно быть адаптировано под конкретный случай. Поэтому необходимо модифицировать алгоритм утилизации транспортных средств таким образом, чтобы учесть особенности взаимодействия всех лиц, заинтересованных в процессе переработки транспортных средств.

Проведённый анализ позволил выявить основные пробелы в юридическом и нормативном обеспечении процесса утилизации и предложить ряд нормативных документов, необходимых для регулирования того или иного процесса. Важным в данном случае является внедрение законодательных актов и регламентов, которые бы регламентировали процесс утилизации не только автомобильного транспорта, но и других видов (морского, железнодорожного, воздушного). Помимо юридического регулирования, вопрос мотивации владельцев транспортных средств должен быть проработан более подробно с точки зрения экономических механизмов регулирования, результатом чего должна стать программа стимулирования, которая бы предусматривала различные сценарии и возможности получения выгоды владельцем транспортного средства.

Важным аспектом обеспечения деятельности системы утилизации является привлечение потребителей вторичных ресурсов, что требует обеспечения заданного качества и наличия информации о свойствах и структуре получаемых материалов. Создание прозрачного информационного потока способствует повышению эффективности системы утилизации, предоставляя ее участникам возможность отслеживать материальные, документальные и финансовые потоки. Таким образом, алгоритм процесса утилизации включает не только технические аспекты, и должен рассматривать финансовые и информационные взаимосвязи между субъектами системы (рисунок 4).

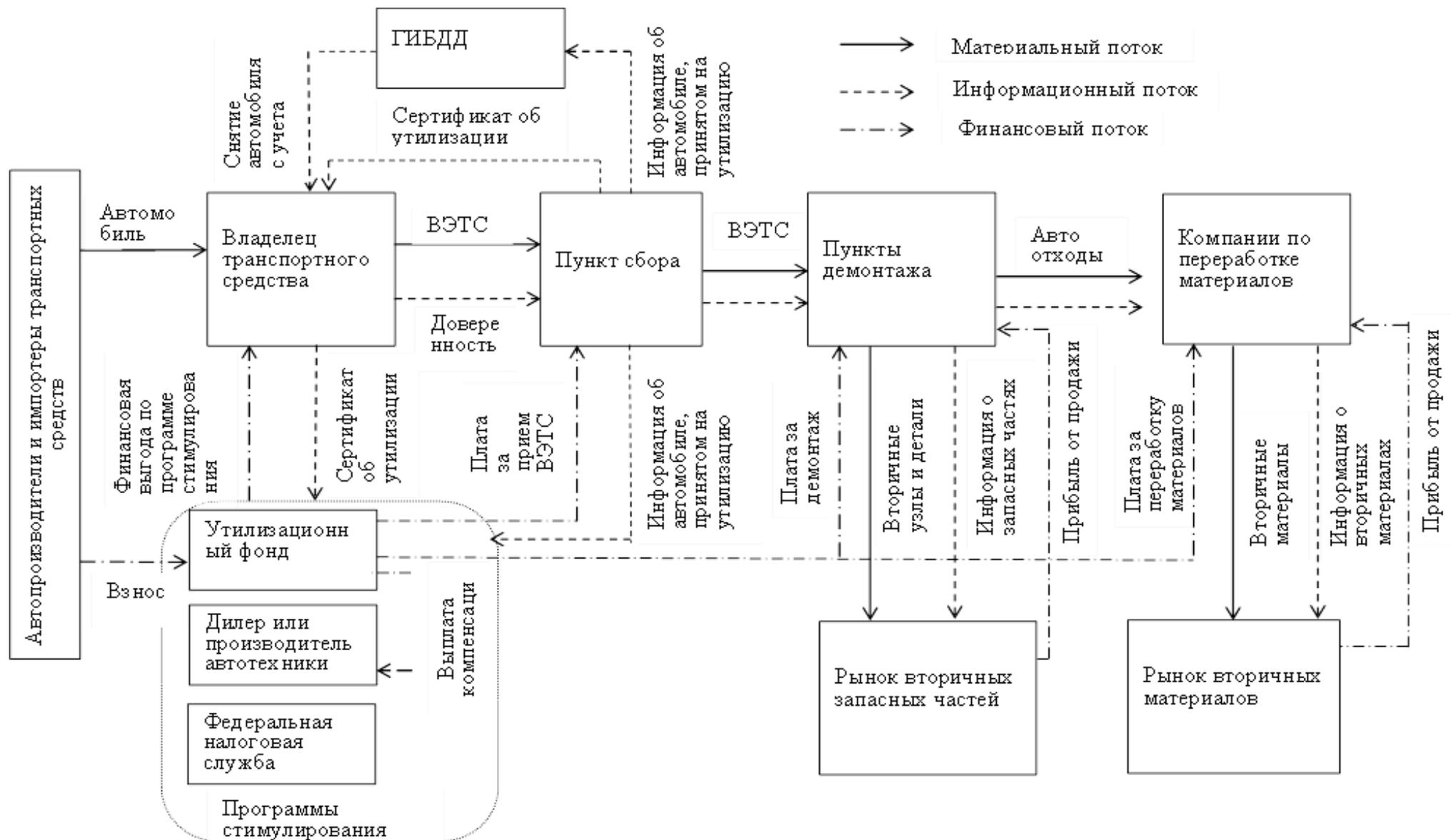


Рисунок 4 - Алгоритм утилизации транспортных средств

Помимо выгоды для владельцев транспортных средств, результатом процесса утилизации должно быть получение выгоды утилизирующими компаниями, потребителями вторичных материалов и запасных частей, дилеров и автопроизводителей, а также создание общественного блага. Таким образом, эффект, оказываемый от создания системы утилизации автомобилей, может рассматриваться относительно различных участников процесса и «заинтересованных» субъектов. Как показывает мировой опыт, на начальном этапе развитие системы утилизации происходит за счет государственного финансирования в форме дотаций и субсидий, поэтому предлагается ввести комплексный показатель результативности, который бы позволял определить результаты деятельности системы утилизации в регионе с позиции государственных структур. Основными задачами, которые ставятся перед системой утилизации автотранспорта, являются задачи поддержания и создания общественных благ, в первую очередь, задачи ресурсо- и энергосбережения, сохранения и восстановления экологических ресурсов, максимальное удаление автомобильных отходов с общественных и частных территорий. На рисунке 5 изображена схема, отражающая взаимосвязи основных задач системы утилизации автотранспорта, создаваемых общественных благ и индикаторов результативности системы.



Рисунок 5 – Схема формирования интегрального показателя результативности системы утилизации

Учитывая все вышеизложенное, интегральный показатель результативности может быть определен по следующей формуле:

$$IP_3 = R \cdot \gamma_1 + E \cdot \gamma_2 + S \cdot \gamma_3, \quad (4)$$

где $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ – коэффициенты значимости показателей.

Показатель ресурсной эффективности R позволяет определить непосредственное ресурсосбережение как долю возвращаемых материалов в производственный процесс ДВ, и косвенный эффект энергосбережения, который получается за счет экономии энергии на получении первичных материалов ЕЭ.

$$R = ДВ \cdot a_1 + ЕЭ \cdot a_2, \quad (5)$$

где a_1 и a_2 – весовые коэффициенты.

Показатель экологической эффективности E оценивает предотвращение экологического ущерба за счет правильного обращения с отходами и обновления автопарка. Показатель можно определить как отношение предотвращенного ущерба от загрязнения вышедшими из эксплуатации автомобилями и их отходами $Y_{эк}^{пр}$ к наносимому вреду окружающей среде данным типом отходов $B_{ок.ср.}^{авт.}$:

$$E = \frac{Y_{эк}^{пр}}{B_{ок.ср.}^{авт.}}. \quad (6)$$

Показатель вовлеченности автовладельцев S учитывает долю автовладельцев и автопредприятий, сдающих автомобили и отходы их эксплуатации на утилизацию, от общего числа, что позволяет оценить социальное осознание необходимости правильного обращения с отходами.

$$S = \frac{m_{сав}}{m_{об. ав}}, \quad (7)$$

где $m_{сав}$ – масса сданных на утилизацию автомобилей и отходов их эксплуатации, т;

$m_{об. ав}$ – масса автомобилей и отходов их эксплуатации, подлежащих утилизации, т.

Кроме этого, формирование в регионе системы обращения с автомобильными отходами позволяет улучшить ряд социальных показателей. Обновление автопарка, помимо улучшения экологической обстановки, способствует повышению безопасности дорожного движения. К социальным эффектам также можно отнести создаваемые рабочие места, снижение негативного влияния на здоровье людей, проживающих в городах, создание дополнительных возможностей для развития малого и среднего бизнеса за счет интеграции региона в мировую транспортную систему и т.д. Однако на сегодняшний день нет разработанных методик для оценки социального эффекта от создания системы утилизации, поэтому в предложенный показатель они не включены. Разработка такой методики является темой для дальнейших исследований и разработок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения исследования поставленные цели достигнуты. К основным результатам диссертационного исследования относятся следующие положения:

1. Проведенный анализ современного состояния и основных проблем транспортной системы Уральского региона определил необходимость решения задачи выведения из

эксплуатации подвижного состава, эксплуатируемого за пределами нормативного срока, т.е. формирования системы утилизации транспортных средств, для этого был исследован теоретический и практический опыт создания утилизационных центров в России и за рубежом.

2. Интерпретация теории жизненного цикла применительно к транспортной отрасли позволила установить взаимное влияние жизненных циклов транспортной технологии, продукта и отрасли, в результате чего было отмечено, что управление завершающим этапом жизненного цикла транспортного средства позволяет управлять жизненным циклом отрасли. Для регулирования предельного срока (пробега) эксплуатации транспортного средства предложено ввести новое понятие «вмененный сервис по утилизации».

3. Обоснован выбор организационной формы рынка утилизации для автотранспортного комплекса региона с учетом взаимодействий между участниками системы и внешними по отношению к ней элементами. Введена классификация утилизирующих компаний в зависимости от их функционала и уровня «рециклирования» материалов.

4. Для решения задачи оптимального размещения центров утилизации исследованы факторы, оказывающие наибольшее влияние на их размещение, и разработана барицентрическая методика, адаптированная под условия поставленной задачи. Согласно предложенному алгоритму определения мест размещения утилизационных компаний произведены расчеты, позволяющие оценить пригодность населенных пунктов Свердловской области для создания в них утилизационных центров.

5. Модернизирован алгоритм утилизации транспортных средств с учетом мер юридического регулирования, программ стимулирования автовладельцев, информационной поддержки, организационных требований к качеству и безопасности процесса утилизации автомобильных отходов. Предложен комплексный показатель оценки результативности системы утилизации автомобильного транспорта, включающий ресурсную, экологическую эффективность и вовлеченность владельцев транспортных средств.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в рецензируемых научных журналах, определенных ВАК.

1. Акулова, А. А. Организация процесса утилизации в российском автотранспортном комплексе / Е. Ю. Кузнецова, А. А. Акулова // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2015. – № 4 (28). – С. 81–90.

2. Акулова, А. А. Интерпретация концепции жизненного цикла в транспортной отрасли / А. А. Акулова, О. О. Подоляк, Г. А. Маркин // Международный технико-экономический журнал. – 2016. – № 5. – С. 19–24.

3. Акулова, А. А. Графо-географическая модель региона и барицентрическая методика размещения предприятий утилизации автотранспортных отходов в уральском регионе / С. В. Сизый, Е. Ю. Кузнецова, А. А. Акулова // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2017. – № 2 (34). – С. 57–66.

4. Акулова, А. А. Размещение предприятий утилизации автотранспорта в уральском регионе / Е. Ю. Кузнецова, А. А. Акулова, Г. А. Маркин, Е. О. Юферова // Вестник СибАДИ, №3 (55). – 2017. – С. 81–87.

Другие публикации по теме диссертационного исследования.

5. Акулова, А. А. Утилизация автотранспорта как организационная задача развития отрасли / Е. Ю. Кузнецова, А. А. Акулова // Современный менеджмент: проблемы и перспективы. Материалы IV Международной научной интернет-конференции / под. общ. ред. к. п. н. Е. Н. Фомичевой и Н. А. Шимица. – Н. Новгород, 2012. – С. 7–9.

6. Акулова, А. А. Утилизация транспортных средств: мировой опыт и задачи РФ / Е.Ю. Кузнецова, А.А. Акулова // Наука-Образование-Производство : материалы региональной науч.-практ. конф. в 2 т. – Нижний Тагил : НТИ (филиал) УрФУ, 2013. – С. 4–7.

7. Акулова, А. А. Проблема формирования ответственности за полный жизненный цикл продукта / Е. Ю. Кузнецова, А. А. Акулова, Б. М. Лазарев // Инженерная мысль машиностроения будущего : Сборник материалов Всероссийской молодежной научно-практической конференции с международным участием. Екатеринбург : УрФУ. – 2013. – С. 389–393.

8. Акулова, А. А. Формирование рынка утилизации транспортных средств / А.А. Акулова // Развитие машиностроения, транспорта, технологических машин и оборудования в условиях рыночной экономики : материалы международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры «Детали машин» ММИ УрФУ. Екатеринбург : УрФУ. – 2014. – С. 56–62.

9. Акулова, А. А. Технологическое обеспечение утилизации машиностроительной продукции / А. А. Акулова // Электротехника. Энергетика. Машиностроение: в 3 ч.: сборник научных трудов I международной научной конференции молодых ученых / коллектив авторов. – Новосибирск : Изд-во НГТУ. – 2014. – С. 8–11.

10. Акулова, А. А. Проблемные этапы жизненного цикла транспортного комплекса / А. А. Акулова // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2014. Материалы международной научно – практической конференции. СПб. : ИПТ РАН. – Санкт-Петербург, 2014. – С. 210–213.

11. Акулова, А. А. Роль «зеленых» технологий в решении стратегических задач российского транспортного комплекса / Е. Ю. Кузнецова, М. А. Журавская, А. А. Акулова // Материаловедение. Машиностроение. Энергетика [Электронный ресурс] : [сб. науч. тр.] / под рук. В. В. Кружаева ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. – С. 387–397.

12. Akulova, A. A. "Green" innovations in transport branch: restrictions, ways of realization / A. A. Akulova, O. O. Podolyak, T. A. Mineeva // SHS Web of Conferences. – 2017. – Vol. 35. – 4 p. – doi: 10.1051/shsconf/20173501079

Личный вклад автора в работах, опубликованных в соавторстве, заключается в следующем: [5, 6, 7, 11] – анализ существующего мирового и отечественного опыта управления завершающим этапом жизненного цикла автомобиля, обобщение задач требующих решения для формирования системы утилизации транспортных средств, [2, 10] – анализ

влияния управления завершающим этапом жизненного цикла транспортного средства на транспортную отрасль и ее показатели, [1, 12] – классификация утилизационных предприятий, определение видов и интенсивности взаимодействия между участниками процесса утилизации автомобилей, формирование организационной схемы утилизации автомобилей и их отходов, [3, 4] – выбор и обоснование факторов, оказывающих влияние на размещение утилизационных центров на территории региона, сбор статистических данных, математическая модель оптимального размещения утилизационных центров.

Подписано в печать 13.10.2017. Формат 60X84 1/16.
Бумага писчая. Ризография. Тираж 130 экз. Заказ 198

Ризография НИЧ УрФУ
620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19
