

УДК 658.567.1
УДК 628.477.6

А.В. Козлов, А.С. Теренченко, Е.А. Миренкова

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЗАТРАТ НА УТИЛИЗАЦИЮ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, ВЫШЕДШИХ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ

ГНЦ «НАМИ»

Представлена методика, предназначенная для комплексной оценки затрат, связанных со всеми этапами процесса утилизации транспортных средств, вышедших из эксплуатации.

Ключевые слова: автомобиль, вышедшие из эксплуатации транспортные средства, материалы, утилизация, рециклирование, повторное использование, жизненный цикл, эколого-экономическая оценка, загрязнение окружающей среды.

В настоящее время происходит интенсивное загрязнение окружающей среды опасными компонентами вышедших из эксплуатации транспортных средств (ВЭТС). Автотранспортные отходы загрязняют воздух, водные объекты, почву, отчуждают территории. Вред, наносимый окружающей среде ими в целом по РФ, оценивается в 82-85 млрд руб. ежегодно [1]. Значимость и острота этого вопроса растет с увеличением автомобилизации в стране. По данным Комитета по природным ресурсам, природопользованию и экологии Государственной Думы ФС РФ, в России ежегодно выбывает из эксплуатации, т.е. требуют утилизации, около 1,5 млн ед. транспортных средств. Вследствие этого безвозвратно теряются ценные материалы. К 2020 г. уровень выбытия автомобилей может составить 6% в год и численность ВЭТС, подлежащих утилизации, составит 3,0 млн ед. в год [2]. Численность выводимых из эксплуатации изношенных автомобильных шин в четыре раза больше численности изношенных шин, находящихся на образующихся ВЭТС, отработанных аккумуляторных батарей – в 6-7 раз больше, отработанных масел - в 32-34 раза больше [3]. Собирается и отправляется на переработку до 72% ВЭТС, из которых извлекают пригодные к использованию запчасти, черные и цветные металлы, 70% отработанных аккумуляторов, содержащих свинец; перерабатывается 40% электролита; собирается и перерабатывается только 8% (по массе) изношенных шин, 35% отработанных нефтепродуктов [3]. Автомобильные пластмассы, стекло, антифриз, другие материалы не собираются и не перерабатываются.

Необходимость определения затрат на утилизацию ВЭТС в РФ обусловлена отсутствием эффективной системы сбора и достаточной инфраструктуры по утилизации данных на территории РФ, недостаточностью заложенных в конструкцию автомобилей технических решений, позволяющих осуществлять их эффективную утилизацию после окончания срока эксплуатации.

В РФ отсутствует закон, касающийся авторециклинга, работает лишь ряд нормативно-правовых актов, касающихся проблемы переработки всех видов отходов, основным из которых является Федеральный Закон от 24.06.1998г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления». Этот базовый закон дополнен отдельными законами, регулирующими отношения в области обращения с радиоактивными, биологическими отходами, отходами лечебно-профилактических учреждений, выбросами вредных веществ в атмосферу и сбросами вредных веществ в водные объекты.

В реестр нормативно-правовых актов, относящихся к системе авторециклинга, можно также включить следующие документы:

- Общероссийский классификатор услуг населению (ОКУН);
- Федеральный Закон от 10 декабря 1995 г. № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения»;

- Федеральный Закон от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ (ред. 10 января 2003 г.) «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»;
- Федеральный Закон от 04 мая 1999 г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха»;
- Постановление Правительства РФ от 11 мая 2001 №370 «Об утверждении правил обращения с ломом и отходами цветных металлов и их отчуждения»;
- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 30 мая 2001 г. № 16 «О введении в действие санитарных правил» (Санитарные правила 2. 1. 7. 1038-01. Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов);
- Федеральный Закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»;
- Постановление Правительства РФ N 524 от 26 августа 2006 г. «Об утверждении положения о лицензировании деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, размещению отходов I – IV класса опасности».

Согласно принятым в июле 2012 г. поправкам в ФЗ «Об отходах производства и потребления» и другим нормативным актам о введении утилизационного сбора с некоторых категорий АТС, принято постановление Правительства РФ от 30 августа 2012 г. N 870 г. «Об утилизационном сборе в отношении колесных транспортных средств», т.е. начинался процесс практической реализации принципа ответственности производителя за утилизацию выпущенной продукции в автомобильной промышленности [4].

Находится на стадии межгосударственного согласования проект технического регламента Таможенного союза «О требованиях к колесным транспортным средствам по обеспечению их безопасной утилизации», который должен вступить в силу с 2015 г. [5].

Требования экологической безопасности [6] к связанным с требованиями к колесным транспортным средствам и их компонентам процессам утилизации, осуществляемым предприятиями по утилизации, заключаются в следующем. Во-первых, необходимо подготовить колесные транспортные средства к утилизации, а именно:

- демонтировать аккумуляторные батареи и емкости со сжиженным газом (при наличии);
- удалить или нейтрализовать взрывоопасные компоненты (в частности, подушки безопасности);
- предусмотреть отдельный слив и хранение жидкостей: топлива, моторного масла, трансмиссионных масел, рабочих жидкостей систем гидропривода, охлаждающих жидкостей, тормозных жидкостей, аккумуляторной кислоты, жидкостей из систем кондиционирования и прочих жидкостей, которые содержатся в выведенных из эксплуатации колесных транспортных средствах, если это не будет препятствовать последующему восстановлению деталей, узлов и агрегатов;
- демонтировать (с учетом технологических возможностей) все компоненты, содержащие ртуть;
- демонтировать все компоненты, содержащие экологически опасные материалы и имеющие соответствующую маркировку, либо указанные в руководстве по демонтажу как подлежащие демонтажу на стадии подготовки к утилизации.

Во-вторых, при подготовке материалов для рециклирования, разобрать выведенные из эксплуатации колесные транспортные средства, а именно:

- демонтировать каталитические нейтрализаторы и сажевые фильтры;
- демонтировать металлические детали, содержащие медь, алюминий и магний, если данные металлы не могут быть отделены на стадии дробления материалов;
- демонтировать крышки и большие узлы и детали из пластмассы (в том числе бамперы, комбинации приборов, емкостей для жидкостей), если данные материалы не мо-

гут быть отделены на стадии дробления, с обеспечением облегчения процедуры их дальнейшего рециклирования.

В-третьих, производственные и складские открытые площадки, осуществляющие прием и хранение (в том числе временное) выведенных из эксплуатации колесных транспортных средств, а также хранение всех компонентов и материалов, полученных в ходе осуществления утилизации, и любые другие процессы оборудуются бетонированным покрытием, системой отвода и сбора ливневых вод с отбортовкой по периметру с целью отведения ливневых вод в систему ливневой канализации, а также оснащаются средствами для предотвращения утечки жидкостей, отстойниками и очистными установками для обезжиривания стоков.

В-четвертых, складирование и хранение выведенных из эксплуатации колесных транспортных средств осуществляется таким образом, чтобы избежать повреждения их компонентов, в частности, стекол, а также пролива технических жидкостей. Выведенные из эксплуатации колесные транспортные средства не должны укладываться друг на друга, набок или на крышу.

В-пятых, хранить технические жидкости, слитые из колесных транспортных средств, необходимо в специальных подземных или надземных емкостях, расположенных на открытой площадке или в производственных помещениях. Все технические жидкости хранятся раздельно. Предусматриваются отдельные емкости для топлива, моторного масла, трансмиссионных масел, рабочих жидкостей систем гидравлического привода, охлаждающих жидкостей, тормозных жидкостей, аккумуляторной кислоты, жидкостей из систем кондиционирования и прочих жидкостей, которые содержатся в ВЭТС.

Хранение твердых отходов осуществляется в контейнерах на открытой площадке или в производственных помещениях. Складирование аккумуляторов и масляных фильтров осуществляется в отдельных специальных контейнерах. Перевозка и захоронение отходов утилизации (компонентов и эксплуатационных материалов) осуществляются отдельно от перевозки и захоронения бытового и промышленного мусора. Не допускается слив технических жидкостей и масел в систему канализации.

Основные шаги по переработке ВЭТС представлены на рис. 1 [7-10].

Утилизация – сложный процесс, при котором необходимо оценивать затраты как на создание самой системы утилизации, так и на ее функционирование. Методика расчета затрат на утилизацию транспортных средств, вышедших из эксплуатации предназначена для комплексной оценки затрат, связанных со всеми этапами процесса утилизации ВЭТС.

Затраты на утилизацию можно разделить на две категории:

- текущие затраты, связанные с обеспечением процесса утилизации;
- капитальные затраты на формирование инфраструктуры системы утилизации транспортных средств в стране.

В общем виде текущие затраты на утилизацию складываются из затрат на транспортировку, демонтаж, шредирование (измельчение) и сортировку материалов, переработку автокомпонентов, захоронение отходов. Из текущих затрат вычитаются доходы, получаемые от продажи вторичного сырья и компонентов, как показано в формуле

$$Z_{\text{ут}} = Z_{\text{тр}} + Z_{\text{дем}} + Z_{\text{сорт}} + Z_{\text{пер}} + Z_{\text{зо}} - D_{\text{вм}}, \quad (3.1)$$

где затраты: $Z_{\text{тр}}$ - на транспортировку транспортного средства до места утилизации; $Z_{\text{дем}}$ - на осушку и демонтаж транспортного средства; $Z_{\text{сорт}}$ - на измельчение материалов (например в шредере) и их сортировку; $Z_{\text{пер}}$ - на переработку автокомпонентов (аккумуляторов, технических жидкостей, резины, пластмасс, электронных компонентов, стекла и т.п.); $Z_{\text{зо}}$ - на захоронение отходов на полигоне промышленных отходов; $D_{\text{вм}}$ - доходы от реализации вторичных материалов и компонентов.

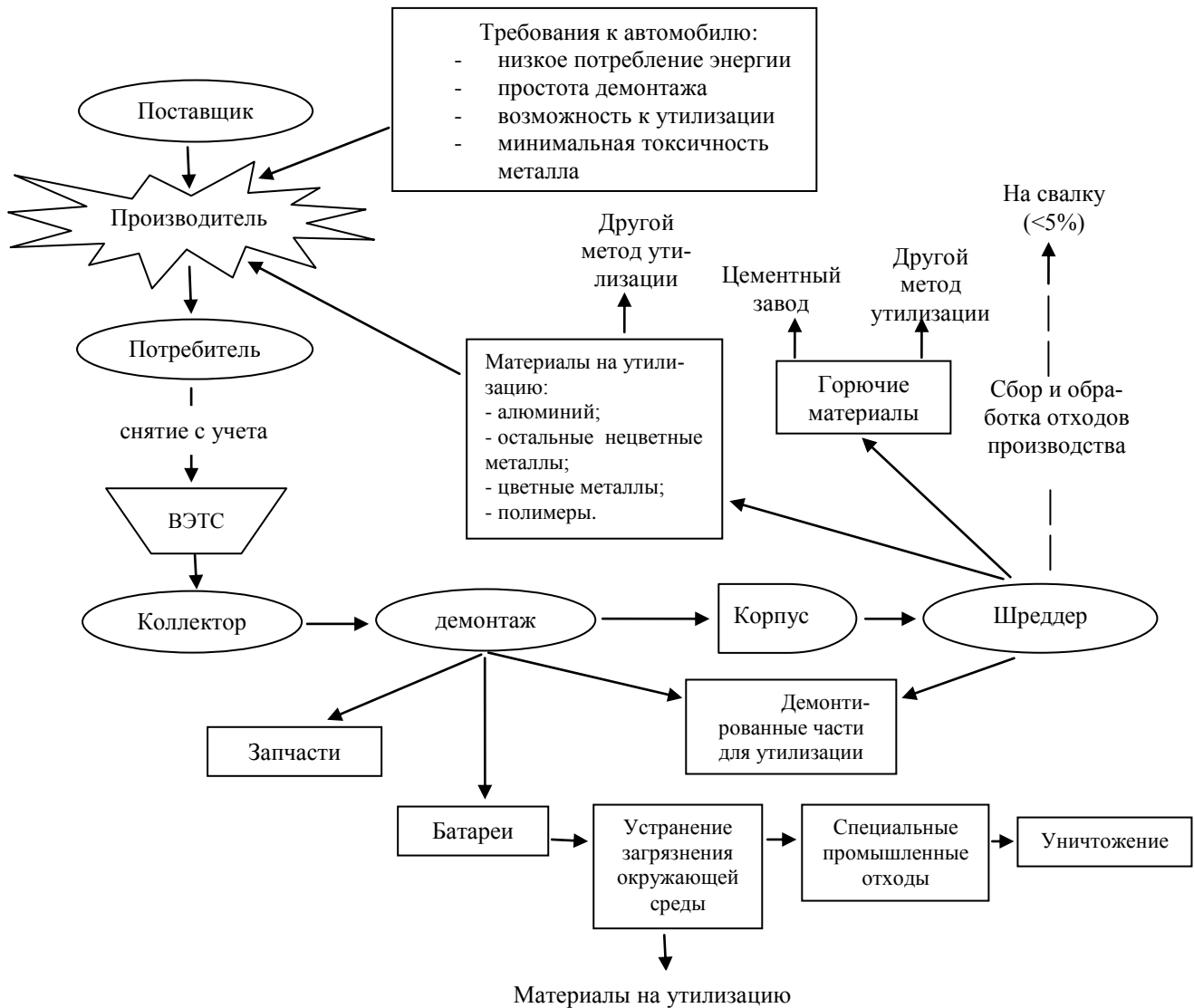


Рис. 1. Основные шаги по переработке ВЭТС

Представим зависимости для расчета всех составляющих затрат на утилизацию (руб.).

1. Затраты на транспортировку

$$Z_{\text{тр}} = c_{\text{ткм}} m_a L, \quad (3.2)$$

где $c_{\text{ткм}}$ - стоимость перевозки 1 т крупногабаритных грузов на расстояние в 1 км, руб./ткм; m_a - масса транспортного средства, вышедшего из эксплуатации, т; L - расстояние транспортировки, км;

2. Затраты на осушку и демонтаж транспортного средства

$$Z_{\text{дем}} = c_{\text{депт}} N_{\text{дем}}, \quad (3.3)$$

где $c_{\text{депт}}$ - удельные текущие затраты на демонтаж транспортного средства, руб./нормо-ч; $N_{\text{дем}}$ - затраты рабочего времени на демонтаж и осушку транспортного средства, нормо-ч;

3. Затраты на шредерование (измельчение) материалов и их сортировку

$$Z_{\text{сорт}} = c_{\text{сорт}} m_{\text{да}}, \quad (3.4)$$

где $c_{\text{сорт}}$ - удельные текущие затраты на измельчение и сортировку материалов массой 1 т, руб./т.;

4. Затраты на переработку автокомпонентов и автоматериалов

$$Z_{\text{пер}} = \sum c_{\text{пер}i} m_{\text{ак}i}, \quad (3.5)$$

где $m_{\text{ак}i}$ - масса i -го автокомпонента (материала), подлежащего переработке, кг; $c_{\text{пер}i}$ - удельные текущие затраты на переработку i -го автокомпонента (материала) массой 1 т, руб./кг. В

перечень автокомпонентов входят шины, ртутные лампы, электронные компоненты и пр., в перечень материалов - масла и технические жидкости.

5. Затраты на захоронение отходов вычисляют по формуле

$$Z_{30} = c_{30} m_o, \quad (3.6)$$

где c_{30} - плата за захоронение на полигоне 1 т отходов, руб./т; m_o - масса отходов, т.

6. Доходы от реализации вторичных материалов и компонентов

$$D_{вм} = c_{чм} m_{чм} + c_{цм} m_{цм} + \sum c_{aki} n_{aki}, \quad (3.7)$$

где $c_{чм}$, $c_{цм}$ - стоимость 1 т лома черных и цветных металлов соответственно, руб./т; $m_{чм}$, $m_{цм}$ - масса лома черных и цветных металлов, полученных после процесса измельчения и сортировки соответственно, т; c_{aki} - остаточная стоимость i -го автокомпонента, подлежащего реализации, руб.; n_{aki} - количество i -х автокомпонентов, установленных на транспортном средстве, шт.

В качестве автокомпонентов, при утилизации которых может быть получен доход, могут использоваться аккумуляторные батареи, каталитические нейтрализаторы и пр.

Капитальные затраты на формирование инфраструктуры системы утилизации транспортных средств включают: затраты на средства транспортировки (автоэвакуаторы, погрузчики, краны и т.п.), оборудование для демонтажа и осушки транспортных средств, контейнеры для раздельного хранения материалов и отходов, шредер и сортировщики (сепараторы) материалов, оборудование для переработки автокомпонентов:

$$Z_{ук} = Z_{трк} + Z_{демк} + Z_{кк} + Z_{сортк} + Z_{перк}, \quad (3.8)$$

где затраты на приобретение: $Z_{трк}$ - средств транспортировки транспортного средства до места утилизации и перемещению транспортного средства, компонентов, материалов и отходов внутри предприятия по утилизации; $Z_{демк}$ - оборудования для осушки и демонтажа транспортного средства; $Z_{кк}$ - контейнеров для раздельного хранения отходов, материалов и автокомпонентов; $Z_{сортк}$ - шредера и сортировщиков (сепараторов) материалов; $Z_{перк}$ - оборудования для переработки автокомпонентов и автоматериалов (технических жидкостей, электронных компонентов, ламп, фильтров и т.п.).

Приведем зависимости для расчета всех составляющих капитальных затрат на утилизацию (руб.):

1. Затраты на приобретение средств транспортировки транспортного средства до места утилизации и перемещению транспортного средства, компонентов, материалов и отходов внутри предприятия по утилизации вычисляют по формуле

$$Z_{трк} = c_{трк} m_a, \quad (3.9)$$

где $c_{трк}$ - удельные капитальные затраты на средства транспортировки в пересчете на транспортное средство массой 1 т, руб./т;

2. Затраты на приобретение оборудования для осушки и демонтажа транспортного средства

$$Z_{демк} = c_{демк} m_a, \quad (3.10)$$

где $c_{демк}$ - удельные капитальные затраты на демонтаж транспортного средства массой 1 т, руб./т;

3. Затраты на приобретение контейнеров для раздельного хранения отходов, материалов и автокомпонентов

$$Z_{кк} = c_{кк} m_a, \quad (3.11)$$

где $c_{кк}$ - удельные капитальные затраты на приобретение контейнеров для раздельного хранения отходов, материалов и автокомпонентов транспортного средства массой 1 т, руб./т.

4. Затраты на приобретение шредера и сортировщиков (сепараторов) материалов

$$Z_{сортк} = c_{сортк} m_{да}, \quad (3.12)$$

где $m_{да}$ - масса транспортного средства, после процесса демонтажа и осушки, т; $c_{сортк}$ - удель-

ные капитальные затраты на приобретение шредера и сортировщиков (сепараторов) материалов массой 1 т, руб./т.

5. Затраты на приобретение оборудования для переработки автокомпонентов и автомобильных материалов

$$Z_{\text{перк}} = c_{\text{перк}} m_{\text{ак}}, \quad (3.13)$$

где $m_{\text{ак}}$ - масса автокомпонентов, подлежащих переработке, т; $c_{\text{перк}}$ - удельные капитальные затраты на переработку автокомпонентов массой 1 т, руб./т.

В рамках данной методики принято, что затраты на переработку новых транспортных средств включают только текущие затраты на утилизацию $Z_{\text{ут}}$. Затраты на переработку транспортных средств, с даты выпуска которых прошло более 3 лет, включают как текущие $Z_{\text{ут}}$, так и капитальные затраты $Z_{\text{ук}}$.

На основании изложенного, можно сделать следующие выводы:

1. Необходимо создать условия для развития и экономически устойчивого функционирования сети специализированных предприятий по сбору и утилизации ВЭТС и их компонентов на территории РФ. В результате будут полезно использованы значительные объемы вторичных материальных ресурсов, часть из которых возвратится в автомобильную промышленность и сферу эксплуатации АТС в виде рециклированных конструкционных и эксплуатационных материалов.

2. Разработанная методика учитывает тот факт, что затраты на утилизацию транспортных средств, вышедших из эксплуатации, складываются из текущих затрат, связанных с обеспечением процесса утилизации, т.е. затрат на транспортировку, демонтаж, шредерование (измельчение) и сортировку материалов, переработку автокомпонентов, захоронение отходов, и капитальных затрат на формирование инфраструктуры системы утилизации транспортных средств в стране, а именно, затрат на средства транспортировки (автоэвакуаторы, погрузчики, краны и т.п.), оборудование для демонтажа и осушки транспортных средств, контейнеры для раздельного хранения материалов и отходов, шредер и сортировщики (сепараторы) материалов, оборудование для переработки автокомпонентов.

Библиографический список

1. **Трофименко, Ю.В.** Проблемы и перспективы создания в России системы утилизации вышедшей из эксплуатации техники / Ю.В. Трофименко // Автопром. Автокомпоненты: форум автомобильной индустрии. – М., 2013.
2. Решение Высшего экологического совета Комитета по природным ресурсам, природопользованию и экологии Государственной Думы ФС РФ от 13 сентября 2010 г. N 10.1.
3. **Трофименко, Ю.В.** Прогноз негативного воздействия автотранспортного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года / Ю.В. Трофименко, Т.Ю. Григорьева // Автотранспортное предприятие. 2009. № 3. С 31–35.
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 30 августа 2012 г. N 870 г. «Об утилизационном сборе в отношении колесных транспортных средств».
5. Проект технического регламента «О требованиях к колесным транспортным средствам по обеспечению их безопасной утилизации». [Электронный ресурс] <http://www.gost.ru/wps/portal/pages.Notif.OrderAbout>
<http://www.tsouz.ru/db/techreglam/Documents/TR%20UtilAuto.pdf>
6. **Звонов, В.А.** Экологическая безопасность автомобиля в полном жизненном цикле / В.А. Звонов, А.В. Козлов, В.Ф. Кутенев. – М.: НАМИ, 2001. – 248 с.
7. **Трофименко, Ю.В.** Утилизация автомобилей: монография / Ю.В. Трофименко, Ю.М. Воронцов, К.Ю. Трофименко. – М.: АКПРЕСС, 2011. – 336 с.
8. Утилизация автомобильной техники: концепция специального технического регламента / В.А. Звонов [и др.] // Стандарты и качество, 2004. № 8. С. 17–25.

9. **Кутенев, В.Ф.** Проблема утилизации автомобилей в РФ, состояние и пути решения / В.Ф. Кутенев, Т.С. Лаптева, А.С. Теренченко // Журнал автомобильных инженеров. 2006. №1. С. 20–27.
10. **Кутенев, В.Ф.** Состояние и перспективы создания системы утилизации / В.Ф. Кутенев, А.С. Теренченко // Автомобильная промышленность. 2008. №10. С. 7–15.

*Дата поступления
в редакцию 09.10.2014*

A.V. Kozlov, A.S. Terenchenko, E.A. Mirenkova

TECHNIQUE OF CALCULATION OF END OF LIFE VEHICLES RECYCLING COST

State centrer HAMI

Purpose: Development of cost-effective and environmentally sound end of life vehicles recycling system in Russian Federation.

Design/methodology/approach: Technique of calculation of end of life vehicles recycling cost for complex assessment of the cost associated with all stages of the recycling process of end of life vehicles.

Findings: Is necessary to create conditions for the development of sustainable and cost-effective network of specialized facilities for the collection and recycling of end of life vehicles and their components on the territory of Russian Federation.

Research limitations/implications: The result will be useful to use a significant amount of recyclable materials resources, some of which go back to the automotive industry and save natural resources.

Originality/value: Developed technique is original one.

Key words: car, end of life vehicles, materials, recycling, reusing, life cycle, environmental pollution.