

УДК 553.982

Автоматизация декомпозиции сложных радиоэлектронных приборов в логистике рециклинга

Канд. техн. наук, профессор **Григорьев М.Н.** grigorievmn@ya.ru

Д-р филос. наук, профессор **Кефели И.Ф.** geokefeli@mail.ru

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова
190005, Россия, Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д. 1

Д-р экон наук, профессор **Уваров С.А.** s_uvarov@mail.ru

Санкт-Петербургский государственный экономический университет
191023, Россия, Санкт-Петербург, ул. Садовая, д. 21

В статье рассмотрены проблемы формирования и развития логистики рециклинга как производные от влияния экологии на различные области знаний. Экология наука, в первоначальном определении изучающая взаимоотношение живой и неживой природы, в настоящее время изучает взаимоотношения человека и биосферы, а также техносферы с окружающей природной средой. Процесс проникновения проблем и основополагающих идей экологии в другие области знаний получил название экологизация. Результатом экологизации технологии переработки мусора и отходов явилась наука гарбология - отдельное направление экологии, занимается изучением мусорных отходов и методов их утилизации. Развитие экологии в сферу практических действий по защите природы привело к появлению прикладной экологии как комплекса мер, предназначенных для уменьшения отрицательного влияния человеческой деятельности на природу. Начиная с конца прошлого века, экологизация оказывает существенное влияние на логистику. В результате этого сформировалась экологическая логистика – наука и сфера практической деятельности, которая обеспечивает движение материала при осуществлении любых производственных процессов вплоть до его превращения в товар и отходы производства с последующим доведением отходов до утилизации или до безопасного хранения в окружающей среде, а также сбор и сортировку отходов потребления, их транспортировку, утилизацию или безопасное хранение в окружающей среде. Управление цепями поставок как новая предпринимательская парадигма восприняла экологическую максиму в качестве основополагающего фактора, и воплотила ее в свою важнейшую функцию – логистику рециклинга. В статье описаны примеры технологий, позволяющих осуществить декомпозицию изделий перед их утилизацией, что делает процесс рециклинга экологически эффективным.

Ключевые слова: экология, экологическая логистика, логистика рециклинга, автоматизация декомпозиции, радиоэлектронные приборы.

DOI:10.17586/2310-1172-2016-9-2-129-134

Automation decomposition complex electronic devices in the logistics recycling

Ph.D., professor **Grigoryev M.N.** grigorievmn@ya.ru

D.Sc., professor **Kefeli I.F.** geokefeli@mail.ru

Baltic State Technical University «VOENMECH» named after D.F. Ustinov
190005, Russia, Sankt-Peterburg, ul. 1-ya Krasnoarmejskaya, d. 1

D.Sc., professor **Uvarov S.A.** s_uvarov@mail.ru

Saint Petersburg State University of Economics
191023, Russia, Sankt-Peterburg, ul. Sadovaya, d. 21

The article deals with problems of formation and development of the logistics of recycling as derived from the environmental impact on the various fields of knowledge. Environmental Science, in the initial determination of which studies the relationship of living and inanimate nature, is currently studying the relationship between man and the biosphere and the technosphere with the natural environment. The process of infiltration problem and the fundamental ecological ideas in other areas of knowledge called greening. The result of greening technologies of recycling and waste was garbology science - a separate area of ecology, has been studying the landfill of waste and methods of disposal. Development of the environment in the sphere of practical action for the protection of nature has led to the emergence of Applied Ecology as a set of measures designed to reduce the negative impact of human activity on the environment. Since the end of the last century, greening has a significant impact on logistics. As a result, it formed Environmental Logistics - the science and the world of practice, which provides movement of the material in the implementation of any production process until its transformation into a commodity and waste production, to

reduce the waste to recycling or to safe storage in the environment, as well as collection and sorting waste consumption, transportation, disposal, or storage in a secure environment. Supply chain management as a new entrepreneurial paradigm of perceived environmental maxim as a fundamental factor, and embodied it in its most important function - logistics recycling. The paper describes examples of technologies that allow to decompose the products prior to disposal, making the recycling process is environmentally effective.

Keywords: ecology, environmental logistics, logistics of recycling, decomposition automation, radio-electronic devices.

Экология – наука, изучающая взаимоотношение живой и неживой природы. Этот термин впервые предложил в книге «Общая морфология организмов» в 1866 году биолог Эрнст Геккель.

Современное значение этого термина имеет уже более широкое значение. Сегодня под экологическими вопросами чаще всего понимают проблемы охраны окружающей среды. Такое смещение произошло, прежде всего, благодаря все более ощутимым последствиям влияния деятельности человека на окружающую природу и привело к расширению первоначально обозначенной области знаний, касающейся исключительно биологии, на другие естественнонаучные и даже гуманитарные науки [1]. В англоязычной литературе, как правило, разделяют понятия ecological (англ., относящееся к науке экологии) и environmental (англ., относящееся к окружающей среде). Экология наука, в первоначальном определении изучающая взаимоотношение живой и неживой природы, в настоящее время изучает взаимоотношения человека и биосферы, а также техносферы с окружающей природной средой [2]. Процесс проникновения проблем и основополагающих идей экологии в другие области знаний получил название экологизация. Результатом экологизации технологии переработки мусора и отходов явилась наука гарбология. Гарбология (от англ. garbage «мусор») или мусорология - отдельное направление экологии, занимается изучением мусорных отходов и методов их утилизации. Развитие экологии в сферу практических действий по защите природы привело к появлению прикладной экологии [3, 4].

Прикладная экология (охрана окружающей среды) - комплекс мер, предназначенных для уменьшения отрицательного влияния человеческой деятельности на природу, включающий, в частности, ограничение вредных выбросов в атмосферу и гидросферу, замусоривания территорий различными отходами. В частности прикладная экология для борьбы с мусором предусматривает использование методов экологической логистики, о которой будет сказано ниже. Главная задача прикладной экологии состоит в разработке принципов рационального использования природных ресурсов в процессе сознательной деятельности человека на основе сформулированных общих закономерностей организации жизненного процесса. Наряду с перечисленными выше областями знаний не избежала экологизации и логистика [5, 6, 7]. Экологическая логистика – это наука и сфера практической деятельности, которая обеспечивает движение материала при осуществлении любых производственных процессов вплоть до его превращения в товар и отходы производства с последующим доведением отходов до утилизации или до безопасного хранения в окружающей среде, а также сбор и сортировку отходов потребления, их транспортировку, утилизацию или безопасное хранение в окружающей среде [8]. Любое вещество с точки зрения естественных наук может быть использовано тем или иным образом. Естественным ограничением использования является экономическая целесообразность использования [9, 10, 11]. Формирование, передача, трансформация различных логистических потоков и их взаимодействие между собой приводит к появлению потоков товарной продукции и услуг, что в дальнейшем сопровождается появлением потоков загрязнений и отходов, последние при рациональном отношении к себе требуют переработки и/или надежного захоронения [6, 7].

Товарная продукция и услуги в процессе эксплуатации и потребления должны соответствовать установленным требованиям безопасности, это снижает негативное воздействие на окружающую среду и человека и, в конечном счете, ведет к экономической выгоде для нормального функционирования социума, который должен быть заинтересован в защите от разрушения себя и своей среды обитания. На поздних этапах своего жизненного цикла поток товарной продукции неизбежно трансформируется в поток отходов, что также сопровождается появлением потока вторичных отходов и загрязнений [12]. Непосредственными объектами загрязнения служат атмосфера, вода и почва. Часто загрязнения классифицируются именно по объектам загрязнения. Загрязнения, чаще всего, подразделяют на природные, вызванные естественными причинами, и антропогенные, связанные с деятельностью человека. По механизму формирования выделяют микробиологические, биологические, химические, аэрозольные, механические, визуальные и физические загрязнения. Наряду с логистикой управление цепями поставок как новая предпринимательская парадигма восприняла экологическую максиму в качестве основополагающего фактора, и воплотила ее в свою важнейшую функцию – логистику рециклинга. Для ясности последующего изложения остановимся на используемых в этой статье терминах. Рециклинг (recycling) – возвращение отходов в круговорот «производство – потребление» [13].

Рециклинг – процесс возвращения отходов, сбросов и выбросов в процессы техногенеза [14]. Декомпозиция – разделение целого на части. Технологии декомпозиции по окончании срока службы для последующего рециклинга, адекватные поставленным задачам, рассмотрим на примере одного из самых массовых продуктов – мобильных телефонов.

Первый раз проблемы утилизации электронной техники встали во весь рост перед современным обществом после начала массового производства настольных персональных компьютеров. В определенной мере их острота снижалась сравнительно низкой плотностью расположения деталей, подлежащих демонтажу, широким использованием разъемных соединений между ними, возможностью повторного использования, как самих персональных компьютеров, так и наиболее сложных деталей, практическим отсутствием аккумуляторных батарей, сравнительно большим сроком эксплуатации у каждого из пользователей, высокой ремонтпригодностью, низкой вероятностью разрушения в процессе эксплуатации.

Применительно к персональным компьютерам впервые в мире была отработана схема рециклинга электронных устройств. Она включала сбор ненужных потребителю компьютеров, их сортировку по признаку годности/не годности для повторной эксплуатации. Годные подвергались очистке от накопившейся в них пыли, программному уничтожению пользовательской информации на винчестерах, далее, в зависимости от обстановки на рынке [15], модернизации аппаратной и программной части и предложения изделия на возмездной или безвозмездной основе заинтересованным пользователям. Негодные для повторной эксплуатации компьютеры подвергались ручной шадящей разборке, направленной на выявление годных для повторного использования деталей, как правило, до уровня единиц, имеющих разъем. Годные для повторного использования детали продавались на рынке или использовались для ремонта и/или модернизации компьютеров первой группы.

Не годные для повторного использования детали, представляющие собой, как правило, печатные платы с установленными на них электронными и радио элементами, дробились на специальных предприятиях практически до уровня пыли и поступали в сортировочную камеру, где посредством химических реакций или механических действий происходила окончательная сортировка сырья. Дорогостоящие металлы экстрагировались, обрабатывались, дополнительно очищались и поступали на соответствующие предприятия для повторного использования. Описанная выше схема рециклинга электронных устройств имела такие преимущества, как включение в логистический цикл многократное использование готовых изделий, что в значительной мере объяснялось спецификой персональных компьютеров той поры, значительным числом вовлеченных в процесс высококвалифицированных специалистов, удачным сочетанием возможностей малого и среднего бизнеса, непосредственно общавшегося с потребителями и крупных предприятий, занимавшихся глубоким извлечением полезного сырья из лома. Здесь следует отметить бельгийскую компанию Umicore, которая с конца XIX века занималась добычей меди в африканском Конго и переплавляла её в Бельгии, сегодня ее гигантский завод близ Антверпена с цехами переплавки и электролиза, является признанным лидером переработки лома электронных приборов в Европе. Уровень рыночной капитализации компании Umicore достиг \$2 млрд. в значительной мере благодаря ее участию в рециклинге цветных и редкоземельных металлов. В планах компании увеличить на 40 % свои производственные мощности, вложив в это более \$100 млн. После этого она сможет перерабатывать около 0,5 млн. тонн электронных отходов в год.

Недостатки схемы рециклинга персональных компьютеров в значительной мере вытекали из ее достоинств. Это, прежде всего, необходимость для обеспечения преимуществ этой схемы, выполнения большого объема ручных операций по тестированию и, при необходимости, декомпозиции компьютеров. Стремительный рост производства электронных приборов, таких как ноутбуки, нетбуки, мобильные телефоны, спутниковые навигаторы [16], уличные информационные системы [17], обостряет в ближайшем будущем проблему их рециклинга. Узким местом является их эффективная декомпозиция без применения ручного труда. Сегодня особую проблему создали мобильные телефоны, их компактность, высокая удельная стоимость единицы объема прибора, наличие мощного аккумулятора, который содержит вредные для природы вещества и представляет опасность с точки зрения возможного взрыва и пожара существенно усложняют процесс декомпозиции, требуют большого объема ручного труда.

Объем мирового рынка мобильных телефонов в 2015 году по оценкам аналитиков CCS Insight составил 2,01 млрд. единиц, из них смартфонов – в пределах 1,45 млрд. штук, к 2019 г. он достигнет 2,24 млрд. штук, из которых около 2 млрд. устройств будут относиться к классу смартфонов. Сегодня с уверенностью можно говорить, что это мобильный телефон это самый распространенный в мире гражданский радиоэлектронный прибор. Он состоит примерно из 40 химических элементов, сегодня из них только 17 могут быть извлечены при рециклинге в лучшем случае на 95 %. Например, современный мобильный телефон в среднем содержит около 300 мг серебра и 30 мг золота, при этом концентрация золота в телефоне в 50 раз выше, чем в обычной золотоносной руде. Общая стоимость серебра и золота, использованных при изготовлении сотовых телефонов в 2014 году, достигла \$2,5 млрд. Жесткая конкуренция между их производителями, расширение возможностей используемых при этом технологий приводит к постоянному обновлению продвигаемого на рынок набора моделей, поэтому потребители меняют свои мобильные телефоны зачастую чаще, чем наручные часы. В среднем, каждые 18 месяцев. Более 100 миллионов мобильных телефонов потребители каждый год просто выбрасывают.

Значимость проблемы привела к поиску конструкторских и технологических решений, позволяющих увеличить эффективность декомпозиции сотовых телефонов. Так английский проект CLEVER (Closed Loop Emotionally Valuable E-waste Recovery), предусматривает использование в сотовых телефонах полностью растворимых печатных плат, чтобы облегчить извлечение из них микросхем и различных металлов. Завершение

разработки запланировано на конец 2016 года. Сегодня также среди разработчиков сотовых телефонов определенную популярность имеет принцип модульного исполнения. Первую попытку его реализовать в 2007 году предприняла израильская компания Modu, которая обанкротилась вскоре после выпуска первой партии продукта. Позднее идея была подхвачена Google, которая приобрела разработки Modu. Прототип устройства в исполнении Google представляет собой алюминиевую раму с восемью слотами для функциональных модулей и двумя слотами для дополнительных функций, например, клавиатуры. Для соединения модулей вместо разъемов используются магниты. Однако существенный прорыв в классической цепочке создания и эксплуатации современной радиоэлектронной аппаратуры, включающей в себя добычу полезных ископаемых, производство современных материалов, создание из них отдельных элементов и узлов, монтаж из них их самого радиоэлектронного изделия, его эксплуатацию, вывод из эксплуатации, хранение с неопределенными целями, передачу на утилизацию в организованной, а чаще всего в не организованной форме, декомпозицию прибора до состояния исходного сырья и далее по описанному циклу, произошел в 2016 г., когда на презентации 21 марта в своей штаб-квартире фирма Apple продемонстрировала роботизированную линию Liam, в ее задачи входит разборка мобильных устройств iPhone на составные части, с тем чтобы они могли быть использованы повторно.

Линия, смонтированная в Купертино недалеко от главного офиса Apple, состоит из 29 роботизированных модулей, способных, удерживая iPhone в «механической руке», быстро и точно разбирать прибор до отдельных комплектующих, включая стекла экранов, микросхемы, крепеж и даже SIM-карты. Она автоматически сортирует по отдельности детали для их повторного использования или извлечения из них ценных металлов – алюминия, олова, кобальта, меди, золота, вольфрама и серебра

Производительность первой линии Liam составляет более 1,2 млн. приборов в год. На разборку одного прибора уходит порядка 11 секунд. Сегодня линия может демонтировать только iPhone 6 и iPhone 6s. В компании Apple существует программа, направленная на адаптацию Liam для работы с иными изделиями Apple. Инженеры и ученые фирмы Apple разрабатывали Liam почти три года, расширение номенклатуры разбираемых ею устройств потребует порядка двух лет. Вторую аналогичную линию предполагается запустить в Европе, где активно продвигается на рынок программа обмена старых iPhone на новые. Авторы склонны рассматривать описанный выше факт как поворотный в логистике рециклинга. По их мнению, эффективная автоматизация декомпозиции сложных радиоэлектронных приборов существенно изменит характер формирования потоков сырья и энергии, используемых для их создания. Следует отметить, что рассмотренный факт не является единичным. Схожие явления наблюдаются и в строительном деле. Снос зданий очень пыльное занятие, процесс требует тяжелой техники и оставляет после себя облако пыли и гигантские груды щебня, которые зачастую отправляются напрямиком на свалку.

Студент шведского института дизайна Умео (Umeå Institute of Design) Омер Хакиомероглу (Omer Haciomeroglu), сконструировал робота ERO, который используется для сноса зданий и перерабатывает бетон энергосберегающим способом, прямо на месте, отделяя его от арматуры. Этот проект получил награду International Design Excellence Award (IDEA) 2013 г. в категории студенческих работ. Основная идея проекта – перейти от неизбежного разрушения к интеллектуальному демонтажу с минимизацией расходов времени и денег на транспортировку материалов и сокращения вредного воздействия на природу. Демонтаж ведется с помощью струи воды, которая под большим давлением воздействует на бетонную поверхность, разрушая ее и позволяя разделять наполнитель и очищенный цемент методом, не образующим пыли. Группа роботов ERO размещается в здании, подлежащему разрушению таким образом, чтобы они сами и шланги питания водой, электроэнергией, а также предназначенные для удаления пульпы не оказывались в зоне разрушения. Взаимное перемещение роботов во времени и пространстве является сложной логистической задачей и сегодня выполняется предварительно в рамках проектирования процесса демонтажа. В процессе демонтажа роботы передают отдельно наполнитель и фильтрованную цементную суспензию вниз на станцию обеспечения для упаковки и хранения. Очищенный наполнитель, которым обычно являются гравий, песок, щебень, а так же другие природные и искусственные материалы, упаковывается в биг-беги (мешки промышленного назначения, вмещающие до 2х кубических метров материала), которые маркируются и отправляются на ближайший цементный завод для повторного использования.

Вода на станцию обеспечения очищается и подается обратно в систему. Арматура, оставшаяся от железобетонной конструкции, получается отчищенной от бетона и ржавчины и может быть порезана немедленно для повторного использования. Каждый элемент несущей конструкции может быть использован для строительства новых зданий. Автоматизация эффективной декомпозиции материальных объектов в строительном деле стала наблюдаться раньше, однако, в перспективе, по своим масштабам автоматизация декомпозиции сложных радиоэлектронных приборов будет иметь более продолжительное и важное значение, поскольку уровень финансовых вложений в информационно – коммуникационную сферу неуклонно растет, разнообразие используемых в ней материалов существенно выше, чем, например, в строительном деле, значительная их часть является дефицитной. Особого внимания заслуживает и тот факт, что проблемы обороноспособности и безопасности страны в значительной мере связаны с производством и декомпозицией радиоэлектронных приборов.

Литература

1. *Василенок В.Л.* Политико-экономические проблемы взаимодействия общества и природной среды, диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Ленинград, 1983 – 158 с.
2. *Шубов Л.Я.* Технология твёрдых бытовых отходов: учебник / Л. Я. Шубов, М. Е. Ставровский, А. В. Олейник; под ред. Л. Я. Шубова. – Москва: Альфа-М: ИН-ФА-М, 2011. – 400 с.
3. Обращение с отходами производства и потребления в системе экологической безопасности : научно-методическое пособие / В. А. Грачев, А. Т. Никитин, С. А. Фомин и др. ; под общ. ред. член-корр. РАН, проф. В. А. Грачева и проф. А. Т. Никитина. – Москва: Изд-во МНЭПУ, 2009. – 500 с.
4. *Сметанин В.И.* Защита окружающей среды от отходов производства и потребления: учебное пособие / В. И. Сметанин. – Москва: Колос, 2000. – 232 с.
5. *Григорьев М.Н., Уваров С.А.* Эколого-технологические императивы управления цепями поставок в экономике XXI века//В книге: В.И. Вернадский и ноосферная парадигма развития общества, науки, культуры, образования и экономики в XXI веке коллективная научная 3-х томная монография. Под научной редакцией А.И. Субетто и В.А. Шамахова. Том 3. Санкт-Петербург: Астерион, 2013. – 580с. С. 355-374.
6. *Григорьев М.Н.* Логистика. Краткий курс лекций: учебник по направлению "Менеджмент" / М. Н. Григорьев, С.А. Уваров. Москва: Юрайт, 2012. – 200 с.
7. *Букринская Э.М.* Реверсивная логистика: учеб. пособие /Э.М. Букринская. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2010. – 79 с.
8. *Бобович Б.Б.* Переработка промышленных отходов: учебник для вузов / Б. Б. Бобович. – Москва: «СПИнтернет Инжиниринг», 1999. – 445 с.
9. *Бобович Б.Б.* Утилизация автомобилей и автокомпонентов: учебное пособие / Б. Б. Бобович. – Москва: МГИУ, 2010. – 176 с.
10. Рециклинг и утилизация тары и упаковки: учебное пособие /А. С. Клинков, П. С. Беляев, В. К. Скуратов, М. В. Соколов, О. В. Ефремов, В. Г. Однолько. – Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО «ТГТУ», 2010. – 112 с.
11. *Абрамов А.В.* Об эффективности рециклинга / А.В. Абрамов, О.С. Кусраева // Рециклинг отходов. – 2009. – № 5 (23).
12. Рециклинг и утилизация тары и упаковки: учебное пособие: в 2 ч. / А. С. Клинков [и др.] – Ч. 2. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. – 88 с.
13. Экология и природопользование в России: энциклопедический словарь / В. В. Снакин, Москва: Academia, 2008 – 814 с.
14. ГОСТ Р 54098 2010: Ресурсосбережение. Вторичные материальные ресурсы. Термины и определения.
15. *Григорьев М.Н.* Маркетинг. Учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям 061500 "Маркетинг", 060800 "Экономика и управление на предприятии (по отраслям), 3-е изд., перераб. и доп./ М. Н. Григорьев. Москва: Юрайт, 2011. – 448 с.
16. *Мищенко И.Н., Волынкин А.И., Волосов П.С., Григорьев М.Н.* Глобальная навигационная система «НАВСТАР»//Успехи современной радиоэлектроники. 1980. № 8. С. 52-83.
17. *Григорьев М.Н., Груберт Л.Ю., Иванов В.Н., Писарев С.Б.* Информационная система,
18. патент на изобретение RUS 2133508 26.01.1998

References

1. Vasilenok V.L. Political and economic problems of interaction between society and the natural environment of the dissertation for the degree of Candidate of Economic Sciences / Leningrad 1983. – 158 p.
2. Shubov L.Y. Technology of solid waste: the textbook / L.Y. Shubov, M.E. Stavrovsky, A.V. Oleynik; ed. L.Y. Shubova. – Moscow: Alpha M: MI-FA-M, 2011. – 400 p.
3. Waste production and consumption in the ecological security of waste: research handbook / V.A. Grachev, A.T. Nikitin, S.A. Fomin, and others; under the total. Ed. Corresponding Member. Russian Academy of Sciences, prof. V.A. Grachev and prof. A.T. Nikitin. – Moscow: Publishing House of MNEPU, 2009. – 500 p.
4. Smetanin V.I. Protection of the environment from the production and consumption waste: Tutorial / V.I. Smetanin. – Moscow: Kolos, 2000. – 232 p.
5. Grigoriev M.N., Uvarov S.A. Ecological - technological imperatives of supply chain management in the twenty-first century economy // In the book: VI Vernadsky noosphere paradigm and the development of society, science, culture, education and economy in the XXI century, collective scientific 3-volume monograph. Under the scientific editorship of Subetto A.I. and Shamakhov V.A. Volume 3. St. Petersburg: Asterion, 2013. – 580p., pp. 355-374.
6. Grigoriev M.N. Logistics. Short lectures: textbook for the direction of "Management" / M.N. Grigoryev, S.A. Uvarov. Moscow: Yurayt, 2012. – 200 p.
7. Bukrin E.M. Reverse Logistics: Textbook. /E.M. Bukrin. – SPb. : Publishing house SPSUEF, 2010. – 79 p.

8. Bobovich B.B. Recycling of industrial wastes: a textbook for high schools / B.B. Bobovich. - Moscow: "SP Internet Engineering", 1999. – 445 p.
9. Bobovich B.B. Disposal of cars and car parts: a tutorial / BB Bobovich. – Moscow: MGIU, 2010. - 176 p.
10. Recycling and disposal of packaging: a tutorial / A. S. Blades, P.S. Belyaev, V.K. Skuratov, M.V. Sokolov, O.V. Efremov, V.G. Odnolko. - Tambov: Publishing House of the GOU VPO "TSTU", 2010. - 112 p.
11. Abramov A.V. The effectiveness of the recycling /A.V. Abramov, O.S. Kusraeva // *Waste Recycling*. 2009. №5 (23).
12. Recycling and disposal of packaging: Tutorial.: 2 h / A. Blades [et al.] -h. 2. - Tambov: Publishing House of VPO "TSTU", 2014. – 88 p.
13. Ecology and nature in Russia: Encyclopedic Dictionary / V.V. Snakin; Moscow: Academia, 2008. - 814 p.
14. GOST R 54098 2010: Resource. The secondary material resources. Terms and Definitions.
15. Grigoriev M.N. Marketing. Textbook for university students studying in the field 061500 "Marketing" 060800 "Economics and Management (according to branches), 3rd ed, revised and enlarged / M.N. Grigoryev Moscow: Yurayt, 2011. – 448 p.
16. Mishchenko I.N., Volinkin A.I., Volosov P.S., Grigoriev M.N. Global Navigation System "NAVSTAR" // *Successes of modern electronics*. 1980. № 8. pp. 52-83.
17. Grigoriev M.N., Grubert L.Y., Ivanov V.N., Pisarev S.B. Information system,
18. Patent RUS 2133508 26.01.1998.

Статья поступила в редакцию 04.05.2016 г.