УДК 658.7, 656.02

Шубенкова К.А., кандидат технических наук, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», e-mail: ksenia.shubenkova@gmail.com;
Макарова И.В., доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», e-mail: kamIVM@mail.ru

РОЛЬ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ В ИНДУСТРИИ 4.0

Аннотация: Восстановление и ремонт отработавших запасных частей, в том числе повторное использование, реконструирование и рециркуляция является одной из стратегий в решении экологических проблем и в полной мере соответствует концепции Индустрии 4.0. В качестве единицы анализа выбрана крупнейшая автомобильная корпорация Российской Федерации ПАО «КАМАЗ», которая имеет широкую сеть дилеров и складов как внутри страны, так и заграницей. Выделены пункты доставки, для которых могут быть использованы более экологичные маршруты с учетом особенностей российской транспортной системы. Предложен алгоритм организации доставки негодных запасных частей для их восстановления обратно на завод-изготовитель обратными рейсами с крупных складов, что способствует минимизации порожних пробегов.

Ключевые слова: Индустрия 4.0; циркулярная экономика; реверсивная логистика; доставка запасных частей; международные транспортные коридоры; восстановление запасных частей

Введение. XXI век обострил проблемы, вызванные истощением природных ресурсов, потребностью в переработке все большего количества отходов и критическим состоянием экосистем в целом. Индустриализация, усиливающаяся конкуренция на глобальных рынках и развитие автомобильной отрасли приводит к росту потребности в перевозках, что сопровождается негативным воздействием на окружающую среду и приводит к изменению климата. В связи с этим человечеству необходимо найти умные решения для обеспечения комфортных условий жизни и ежедневной деятельности. Бурное развитие техники и технологий, направленных на поиск оптимальных устойчивых решений, а также проникновение интернета в жизнь каждого человека привело к четвертой промышленной революции.

Индустрия 4.0 как новый уровень управления производственными процессами.

С понятием четвертой промышленной революции связывают инициативу немецкого правительства, поддержанную производителями различного оборудования, так называемую Индустрию 4.0. Концепцию «Индустрии 4.0» можно сформулировать как внедрение «киберфизических систем» в заводские процессы. Предполагается, что эти системы будут объединяться в одну сеть, связываться друг с другом в режиме реального времени, самонастраиваться и учиться новым моделям поведения. Такие сети смогут выстраивать производство с меньшим количеством ошибок, взаимодействовать с производимыми товарами и при необходимости адаптироваться под новые потребности потребителей [1].

Интернет вещей (IoT – Internet of Things), облачные вычисления, 3D печать, системная интеграция, Большие Данные (Big Data), аддитивные технологии, автономные роботы, моделирование и симуляция, виртуальная и дополненная реальность, кибер-безопасность – это элементы, на которых основана Индустрия 4.0. Многие из этих элементов уже давно и успешно применяются на практике, но именно объединение их в одну целостную систему позволит развить концепцию «Индустрии 4.0» и обеспечить новый уровень эффективности производства и дополнительный доход за счет использования цифровых технологий, формирования сетевого взаимодействия поставщиков и партнеров, а также реализации инновационных бизнес-моделей.

В широком смысле, Индустрия 4.0 характеризует текущий тренд развития автоматизации и обмена данными, который включает в себя Интернет Вещей, Большие Данные, циркулярную экономику и реверсивную логистику. Распространение Интернета Вещей открывает возможности реализации циркулярных инноваций. Большие Данные дают возможность узнать место происхождения продукта, способ производства и количество энергии, затраченной на его производство. Эти данные лежат в основе циркулярной

экономики. С другой стороны, мощное развитие получит логистика, представленная современными решениями.

Индустрия 4.0 представляет собой новый уровень организации производства и управления цепочками поставок на протяжении всего жизненного цикла выпускаемой продукции.

Одним из ключевых направлений Четвертой промышленной революции является формирование «природоподобных» технико-технологических систем. В связи с этим все больше компаний в мире начинают внедрять принципы циркулярной экономики в свою деятельность, что приводит к существенным экологическим, экономическим и социальным выгодам. Так, их внедрение в автомобильную отрасль, согласно исследованиям международной компании Persistence Market Research [2], создаст возможность сократить потребление сырьевых ресурсов на 98 %; обеспечить экономию энергии — на уровне 83 %, снижение стоимости готовой продукции — до 40 % и выбросов углекислого газа — до 87 %.

Линейные модели производства, доставшиеся нам в наследство от предыдущих революций и базирующиеся на принципе «take, make, waste», сегодня обнаруживают множество серьёзных недостатков, одним из которых являются растущие экологические проблемы [3]; и новая промышленная революция призвана исправить накопившиеся негативные факторы. Одним из инструментов решения проблемы загрязнения и обеспечения стабильного экологического будущего является циркулярная экономика, которой свойствен восстановительный и замкнутый характер и которая основана на минимизации потребления первичного сырья и снижении отходов, направляемых на захоронение.

Основу циркулярной экономики образуют замкнутые цепи поставок, для чего необходимо применять принципиально новые логистические подходы. Один из таких подходов получил название «реверсивная логистика» и подразумевает обеспечение движения материального потока от точки потребления до изначального места производства [4]. В случае логистики

автозапчастей, необходимо определять, подлежит ли запасная часть восстановлению на основании статистики отказов. Если запасная часть не подлежит восстановлению в условиях сервисного центра, ее необходимо доставить на завод изготовитель для разборки, замены компонентов, когда это необходимо, и сборки изделия, чтобы вернуть его в рабочее состояние с рабочим ресурсом как у новой запасной части (рисунок 1).

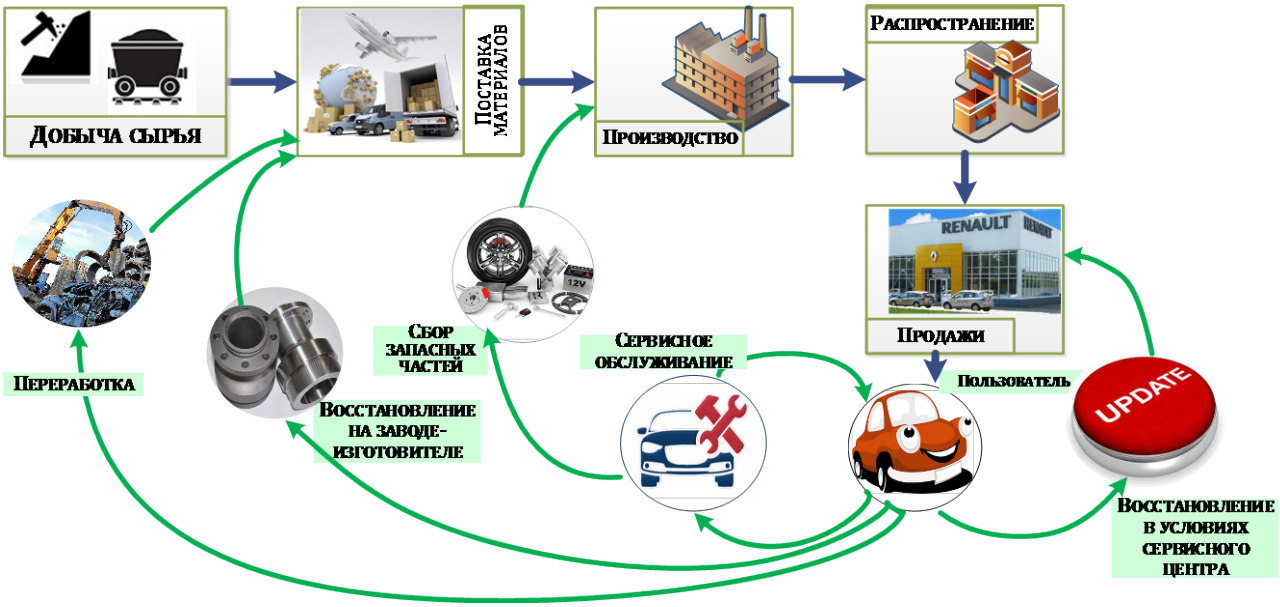


Рис. 1. Применение методов циркулярной экономики в автомобильной отрасли

Организация доставки запасных частей от производителя в дилерские центры.

ПАО «КАМАЗ» было выбрано в качестве единицы анализа, поскольку оно является крупнейшей автомобильной корпорацией Российской Федерации и входит в десятку крупнейших производителей грузовых автомобилей большой грузоподъемности в мире. Поскольку «КАМАЗ» является одним из крупнейших российских экспортеров своей продукции и сопроводительных услуг в Азию, Африку и Южную Америку и намерен расширить рынок, нет необходимости говорить, что ПАО «КАМАЗ» имеет широкий опыт управления цепями поставок. Однако, в современных условиях перехода к «циркулярной экономике» и потребности внедрения методов реверсивной логистики, компании требуется проанализировать существующие алгоритмы поставок запасных частей и рассмотреть возможности повышения их экономической и

экологической эффективности. Для этого использовалась официальная информация, в том числе опубликованная на официальном сайте ПАО «КАМАЗ» [5], а также на сайтах KAMAZ MOTORS ([6] сайт, ориентированный на рынок Индии) и KAMAZ TRUCKS UAE ([7] сайт, ориентированный на рынок Объединенных Арабских Эмиратов и других близлежащих стран).

На карте на рисунке 2 отмечен сам завод-производитель ПАО «КАМАЗ», а также некоторые точки продаж и обслуживания. Поскольку у ПАО «КАМАЗ» по всей России и странам СНГ более 150 дилеров различных типов и уровней, на слайде отмечены лишь те города, процесс доставки запасных частей в которые является сложной задачей по тем или иным причинам и, на наш взгляд, может быть усовершенствован.

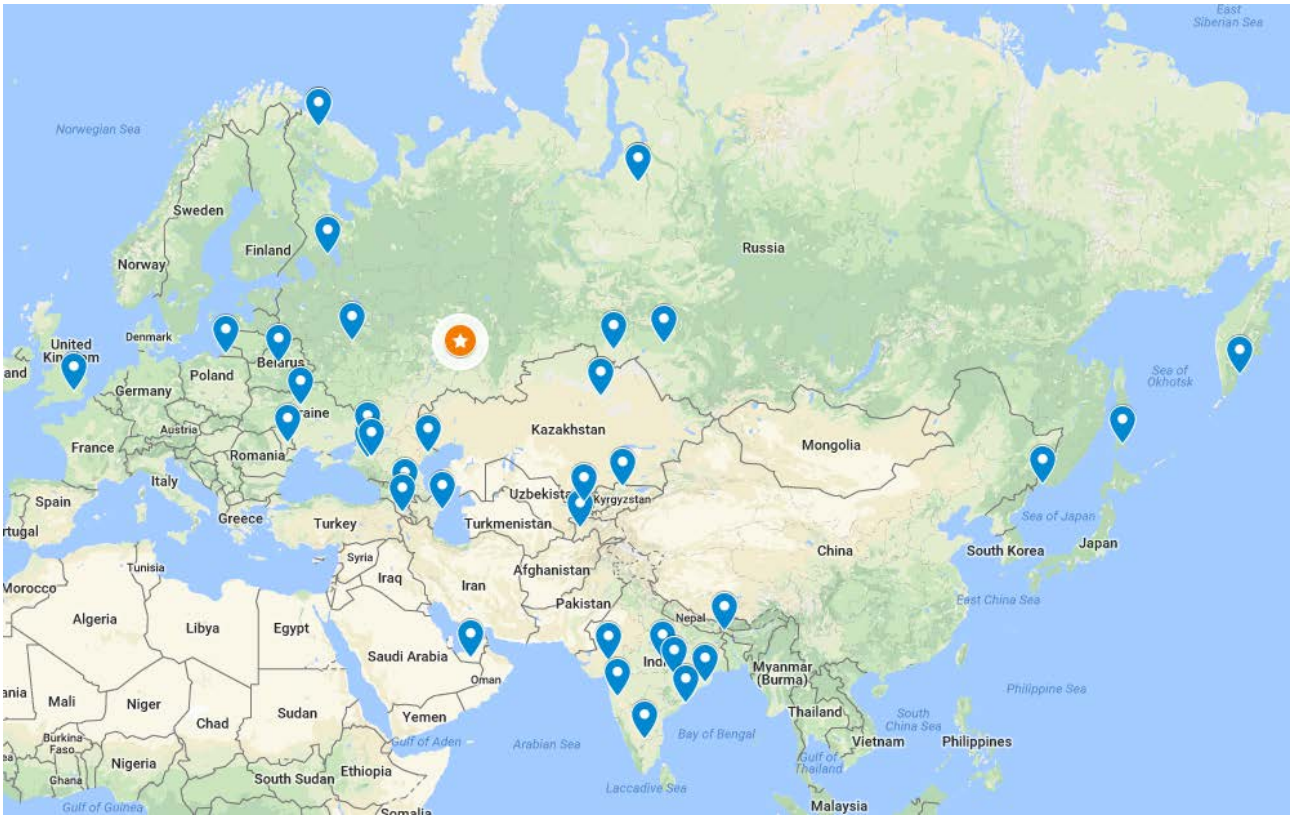
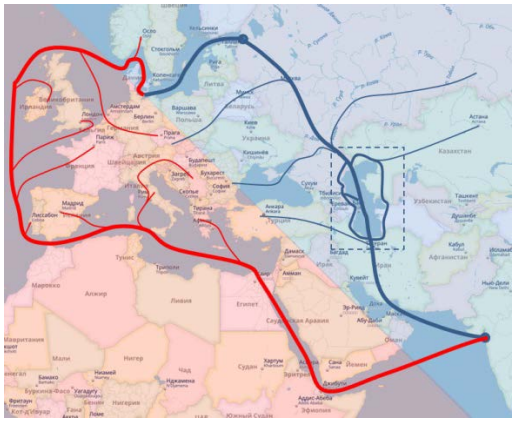


Рис. 2. Расположение некоторых авторизованных дилерских центров, складов и торговых точек ПАО «КАМАЗ»

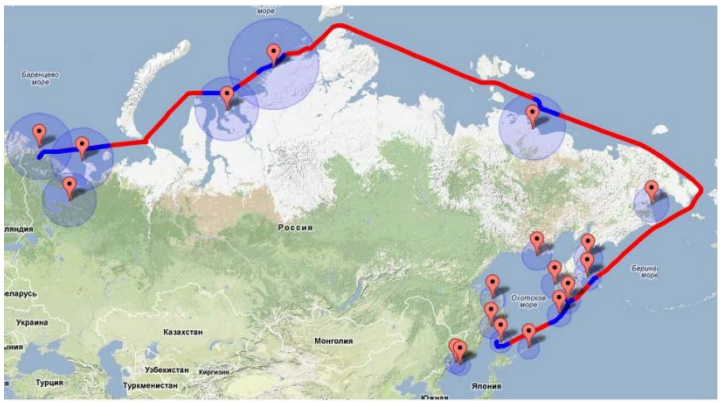
На сегодняшний день, в связи с тем, что Россия имеет сухопутные границы и развитое автомобильное и железнодорожное сообщение с Азербайджаном, Туркменистаном и Казахстаном, поставки осуществляются наземными видами транспорта. Однако в связи со вступлением в силу

Стратегии развития российских морских портов в Каспийском бассейне, мы предлагаем рассмотреть следующий маршрут: доставка крупных партий запасных частей наземными видами транспорта до терминала в Каспийском регионе, откуда доставлять автомобильным транспортом мелкие партии в близлежащие российские города и в Грузию, а морским транспортом – в Азербайджан, Туркменистан, Узбекистан, Казахстан, а также в Индию, по коридору «Север – Юг» от г. Санкт-Петербурга до порта Мумбаи (Бомбей), который после модернизации войдет в новый Шелковый путь, когда он будет закончен (рисунок 3а).

Перспективным направлением для России является развитие Северного морского пути (рисунок 3б), который проходит по морям Северного Ледовитого океана, поскольку это кратчайшая дорога между Европой и Азией. Кроме того, маршрут Мурманск – Диксон – Тикси – бухта Певек - Берингов пролив - Петропавловск-Камчатский, Владивосток – это единственная дорога для снабжения населения Крайнего Севера продовольствием, топливом и техникой. Сегодня Арктика, имеющая выходы во все мировые океаны, становится гигантским международным перспективным проектом XXI века. По оценкам китайских экспертов, проводка морского торгового каравана из Шанхая в Гамбург через Берингов пролив по Северному морскому пути сокращает время доставки грузов на 40%.



а)



б)

Рис. 3. а) Международный транспортный коридор «Север – Юг» после вхождения в Новый Шелковый путь; б) Северный морской путь

Примером удаленных и труднодоступных российских городов могут служить Магадан, Южно-Сахалинск, Петропавловск-Камчатский, где наземные транспортные пути развиты слабо. Поэтому необходимо рассмотреть вариант доставки запасных частей по Северному морскому пути.

В целом, неисправные детали могут быть трех типов:

1) подлежат восстановлению в условиях автосервиса (for repair) – эти детали после восстановления отправляются на склад и в последующем могут использоваться для ремонта автомобилей.

2) подлежат восстановлению только в условиях завода-изготовителя (for remanufacturing) – эти детали складируются отдельно, и в случае, если это дилерский центр типа *B* или *C* (с малыми складскими площадями), то эти детали хранятся на более крупном складе дилерского центра типа *A*. Когда накапливается достаточное количество для формирования партии, их отправляют на завод-изготовитель обратным рейсом, тем самым исключая порожние пробеги.

3) подлежат только переработке (for recycling) – для экономии пространства эти детали могут хранить и перевозить в прессованном виде.

При переходе к циркулярной экономике возникает необходимость доставки неисправных запасных частей на завод-производитель (for remanufacturing). Для снижения негативного воздействия на окружающую среду обратную доставку неисправных деталей также необходимо оптимизировать. На рисунке 4 представлен предлагаемый алгоритм доставки новых автомобилей и их гарантийных комплектов в дилерские центры и на склады, а также неисправных деталей обратно на завод-изготовитель.

Заключение. Конкурентоспособность предприятия на сегодняшний день во многом зависит от его экологической эффективности. Поскольку на этап транспортировки приходится не только большая часть логистических издержек, но и большая часть негативного воздействия на окружающую среду, управление цепочками поставок запасных частей имеет большое значение, особенно в таких отраслях сложных производств, как автомобильная,

аэрокосмическая и т.д. Рассмотренные в статье предложения по совершенствованию маршрутных схем в дальнейшей работе будут проверены на имитационных моделях.

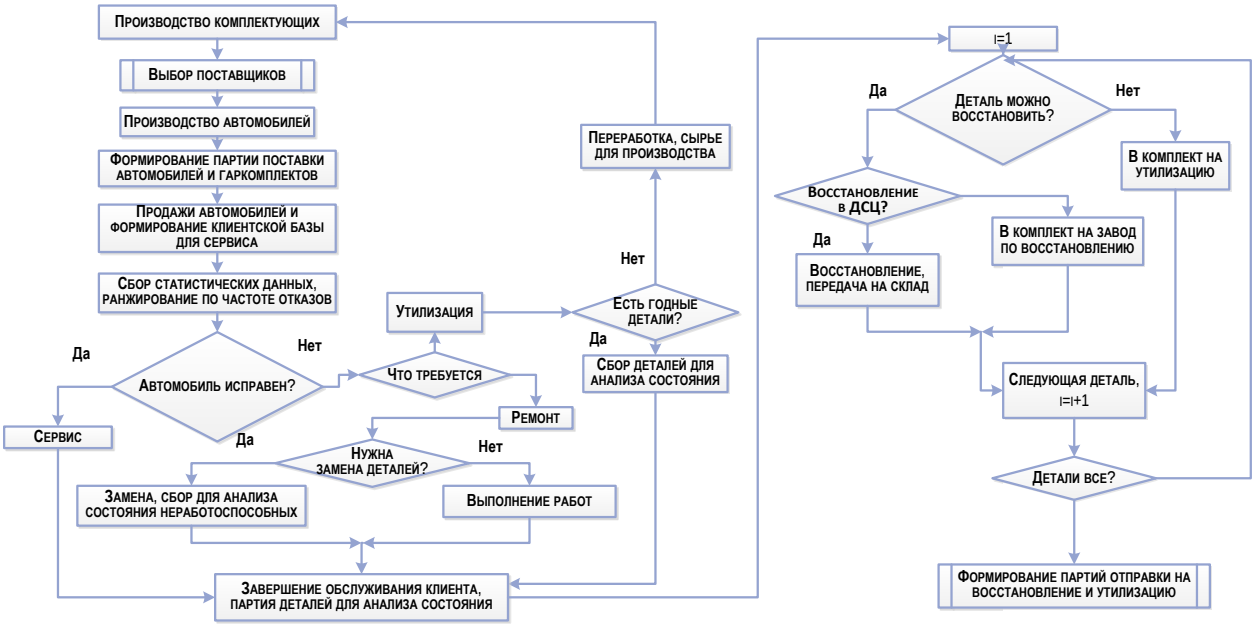


Рис. 4. Алгоритм организации доставки новых запасных частей в дилерские центры и торговые точки, а также неисправных запасных частей обратно на завод-изготовитель

Литература

1) The Village [Электронный ресурс]: сайт. – URL: http://www.furfur.me/furfur/changes/changes/216447-4-aya-promyshlennaya-revolyutsiya (дата обращения 02.02.2018).

2) Persistence Market Research, 2015. Automotive Parts Remanufacturing Market: Global Industry Analysis and Forecast 2016–2024. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: http://www.persistencemarketresearch.com/market-research/automotive-parts-remanufacturing-market.asp (дата обращения 02.02.2018).

3) Пахомова Н. В., Рихтер К. К., Ветрова М. А. Переход к циркулярной экономике и замкнутым цепям поставок как фактор устойчивого развития // Вестник СПбГУ. Экономика. - 2017. - Т. 33. - Вып. 2. - С. 244–268.

4) Niknejad, A., Petrovic, D., 2014. Optimisation of integrated reverse logistics networks with different product recovery routes // European J. of Operational Res. - 238 (1). –P. 143-154.

5) Официальный сайт ПАО «КАМАЗ» [Электронный ресурс]: сайт. – URL: https://kamaz.ru/ (дата обращения 02.02.2018).

6) KAMAZ MOTORS [Электронный ресурс]: сайт. – URL: http://kamazmotors.in/?page_id=44 (дата обращения 02.02.2018).

7) KAMAZ TRUCKS UAE [Электронный ресурс]: сайт. – URL: https://www.kamazexport.com/service-parts/ (дата обращения 02.02.2018).

Shubenkova K.A., Ph.D., senior lecturer, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan Federal University, e-mail: ksenia.shubenkova@gmail.com
Makarova I.V., doctor of engineering, professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan Federal University, e-mail:kamIVM@mail.ru

THE ROLE OF TRANSPORT LOGISTICS IN INDUSTRY 4.0

Abstract: Product recovery activities including repair, remanufacturing, and recycling is one of the strategies to solve environmental problems and fully correlates with the concept of Industry 4.0. The automobile corporation PC "KAMAZ" has been selected as the unit of analysis because it has a wide network of dealers and warehouses both inside the country and abroad. Authors have determined points of delivery, for which more environmentally friendly routes taking into account the peculiarities of the Russian transport system can be developed. The algorithm for organizing the delivery of faulty spare parts for their remanufacturing from large warehouses to the manufacturer by vehicles' return trips, which helps to minimize empty runs, is proposed.

Key words: Industry 4.0; circular economy; reverse logistics; spare parts delivery; international transport corridors; remanufacturing