

Трансформация мировой автомобильной промышленности

Магистр экон. наук П. П. Сушкевич¹⁾

¹⁾Международный университет «МИТСО» (Минск, Республика Беларусь)

© Белорусский национальный технический университет, 2018
Belarusian National Technical University, 2018

Реферат. Мировая промышленность находится на пороге нового витка развития, характеризующегося появлением таких прорывных технологий, как: блокчейн, беспилотные устройства, трехмерная печать, виртуальная реальность, Интернет вещей, дополненная реальность и т. д. В результате этого коренные изменения произойдут в большинстве отраслей экономики. Автомобилестроение не исключение. Данная отрасль играет одну из ключевых ролей в экономике множества государств, и изменения, происходящие в ней, приводят не только к созданию новых продуктов, технических процессов, но и к совершенствованию уже имеющегося производственного плацдарма. В частности, для Республики Беларусь автомобильная промышленность – одна из ключевых отраслей экономики, и ее эффективность имеет высокую степень зависимости от скорости возникновения и реализации инноваций – стратегически важного аспекта повышения конкурентоспособности как на текущих, так и на потенциальных рынках сбыта. В статье уделено внимание двум основным трендам, возникающим в процессе формирования новой индустриализации: повышению экологичности топливных систем и цифровой трансформации. Проблемы мировой экологии оказали значительное влияние на разработки в сфере альтернативных источников энергии. Скорость развития и популяризации электромобилей значительно превосходит «прорывные» инновационные разработки прошлого. Однако на будущее электромобилей могут значительно повлиять множество факторов, два из которых подробно рассмотрены в статье: стоимость энергии (батарей) и цена нефти (при цене около 20 дол. за баррель темп развития значительно снизится). Помимо вопроса экологичности, уделено внимание сервисам цифровой трансформации. В мире уже существуют примеры использования удаленного управления карьерными самосвалами, телематики и т. д. Все это позволяет организациям значительно оптимизировать расходную часть бизнеса, тем самым увеличив эффективность использования имеющихся ресурсов. Приводится обзор инноваций в автомобилестроительной отрасли Беларуси (электромобили «БелДжи», электробусы «Белкоммунмаш», разработки представителей крупной промышленной техники).

Ключевые слова: инновации, новая индустриализация, автомобильная промышленность, электромобили, электрогрузовики, цифровая трансформация

Для цитирования: Сушкевич, П. П. Трансформация мировой автомобильной промышленности / П. П. Сушкевич // *Наука и техника*. 2018. Т. 17, № 5. С. 432–439. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2018-17-5-432-439>

Transformation of World Automotive Industry

P. P. Sushkevich¹⁾

¹⁾International University “MITSO” (Minsk, Republic of Belarus)

Abstract. The world industry is on a threshold of a new development cycle which is characterized by emergence of breakthrough technologies: distributed ledger technology, drone-type devices, 3D printing, virtual reality, Internet of things, augmented reality etc. Due to these technologies fundamental changes will take place in the majority of economic branches. The automotive industry is not an exception. This industry plays one of the key roles in economy in a great number of countries and changes occurring in it lead not only to creation of new products, technical processes but these changes also entail improvement of the industrial base which has been already created. The Republic of Belarus considers an automotive industry as one of key industries for its economy and its efficiency has a high dependency factor pertaining to speed of innovation emergence and implementation that is strategically important aspect of increase in competitiveness both on current sales markets and on potential ones. The paper pays a special attention to two main trends arising in the course of forming a new industrialization: increase in environmentally-friendly fuel systems and digital transformation. Problems of world ecology have exerted a considerable impact on developments in the field of alternative energy sources. Speed of development and promotion of electric vehicles considerably exceed “breakthrough” innovation developments of the past. However a great number

Адрес для переписки
Сушкевич Павел Петрович
Международный университет «МИТСО»
ул. Казинца, 21, к. 3,
220099, г. Минск, Республика Беларусь
Тел.: +375 17 279-98-54
pavelsushkevich@gmail.com

Address for correspondence
Sushkevich Pavel P.
International University “MITSO”
21, k. 3 Kazintsa str.,
220099, Minsk, Republic of Belarus
Tel.: +375 17 279-98-54
pavelsushkevich@gmail.com

of factors can have a significant effect on the future of electric vehicles and two of them are thoroughly considered in the paper: cost of energy (batteries) and price of oil (at the price of about 20 USD for barrel the development rate will considerably decrease). Besides the matter of environmental friendliness the paper pays attention to services of digital transformation. The world has already presented examples pertaining to usage of remote control for dump trucks, telematics etc. Such an approach makes it possible for organizations to optimize substantially an expenditure budget and doing so we increase resource use efficiency. The paper also contains a review of innovations in the automotive industry of the Republic of Belarus: BelGee electric cars, Belkommunmash electrobuses, developments of large industrial equipment.

Keywords: innovation, new industrialization, automotive industry, electric cars, electric trucks, digital transformation

For citation: Sushkevich P. P. (2018) Transformation of World Automotive Industry. *Science and Technique*. 17 (5), 432–439. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2018-17-5-432-439> (in Russian)

Введение

Новое тысячелетие ознаменовалось глобальными изменениями (возникновение технологии блокчейн, использование беспилотных устройств, трехмерная печать, виртуальная и дополненная реальности, Интернет вещей и т. д.). Данные технологии вносят значительные преобразования в большинство сфер жизнедеятельности человека. Мы находимся на пороге нового витка индустриализации, которая, по оценкам экспертов, полностью нивелирует технологические границы, вследствие чего коренные изменения произойдут на всех производственных и технологических цепочках [1].

Существует несколько точек зрения касательно масштабов и классификации происходящей трансформации. В 2012 г. авторитетное британское издание *The Economist* в качестве одной из ключевых тем номера выбрало «Третью промышленную революцию» [2]. На Всемирном экономическом форуме в Давосе в 2016 г. применен термин «промышленность 4.0» [3], призванный консолидировать возникающие прорывные технологии. Независимо от классификации, тема новой индустриализации привлекает к себе все большее внимание в общемировой экономической проблематике.

В условиях новой индустриализации значительным изменениям будут подвержены все отрасли. В статье внимание сфокусировано на тех изменениях, которые уже начались и еще предстоят как легковому, так и грузовому автомобилестроению.

Векторы развития автомобилестроения

Сфера грузового автомобилестроения тяжело пережила кризис 2007–2010 гг. Только в 2013-м начали появляться первые признаки восстановления до прежнего уровня (рис. 1).

По оценкам экспертов PWC¹, средний прирост рынка в 2017–2020 гг. составит около 3,7 % [4].



Рис. 1. Динамика мирового рынка коммерческой техники (Источник: построено на основе данных OICA²)

Fig. 1. Dynamics of world commercial vehicles market (Source: Prepared on the basis of OICA² data)

Автомобилестроение – динамичная отрасль, развивающаяся под влиянием большого количества факторов. Ключевые из них принято делить на пять групп (рис. 2).



Рис. 2. Ключевые факторы, влияющие на развитие автомобилестроения (Источник: построено на основе исследования PWC: The truck industry in 2020 [4])

Fig. 2. Key factors influencing on development of automotive industry (Source: Prepared on the basis of PWC research: Truck industry in 2020)

¹ PWC – Price Waterhouse Coopers.

² OICA – International Organization of Motor Vehicle Manufacturers.

Рассмотрим детально наиболее важный фактор в условиях новой индустриализации – инновации. Сфокусируемся на таких направлениях, как:

- электромобили – как решение экологических проблем;
- цифровая трансформация (англ. Digital Transformation).

Экологичность транспорта

Климатические изменения в совокупности с проблемами мировой экологии заставили производителей автомобильной техники обратить внимание на повышение экологичности топливных систем, снижение выбросов в атмосферу, а также на разработку современных типов двигателей, призванных заменить двигатели внутреннего сгорания. Одним из ключевых моментов в решении данного вопроса является

используемое топливо. Будущее, которое ждет грузовое автомобилестроение в части источников энергии, уже сейчас можно наблюдать на примере легкового транспорта. С момента возникновения первых электромобилей прошел относительно небольшой временной промежуток, однако о скорости развития и распространения данной «инновации» уже можно делать выводы: ее темп значительно превышает темпы развития популярных разработок прошлого.

О запусках производства электромобилей говорят не только многие мировые автоконцерны, но и новые известные игроки из других сфер: Alibaba [5], Apple [6], Google [7]. В опубликованном Bloomberg New Energy Finance исследовании говорится, что продажи электромобилей к 2040 г. достигнут 41 млн единиц. Это составит 35 % от рынка продаж легковых автомобилей (рис. 4).

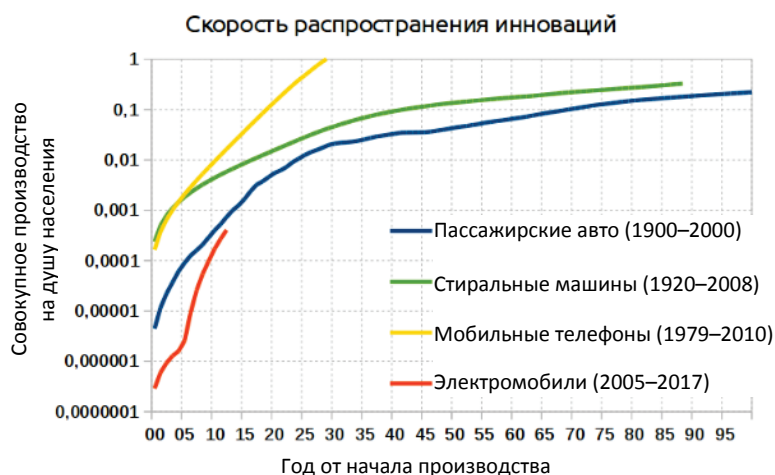


Рис. 3. Скорость распространения инноваций (Источник: Bento and Wilson, 2013)

Fig. 3. Speed of innovation diffusion (Source: Bento and Wilson, 2013)

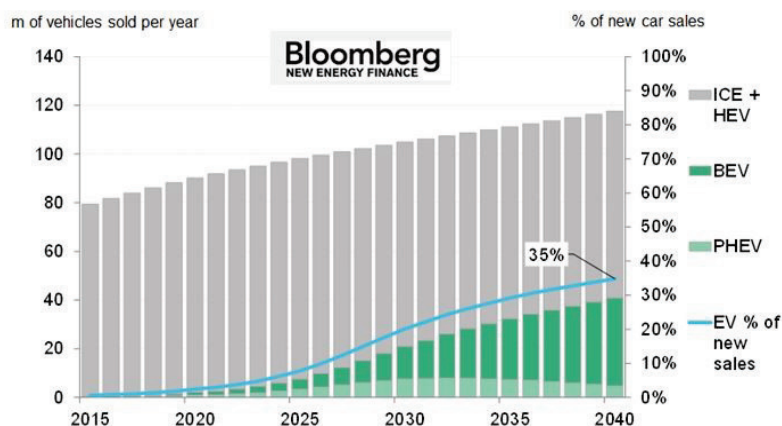


Рис. 4. Прогноз продаж электромобилей (Источник: исследование Bloomberg New Energy Finance)

Fig. 4. Forecasting for sales of electric cars (Source: Bloomberg New Energy Finance Research)

В основе данного прогноза лежит исследование по изменению стоимости литий-ионных батарей. Их стоимость заметно снижается (350 дол. за 1 кВт·ч в 2016-м), относительно 2010 г. падение составило 65 %. Прогнозируется, что к 2030 г. она снизится до 120 дол. (рис. 5). Наряду со стоимостью литий-ионных батарей одним из ключевых факторов является стоимость барреля нефти. В данном прогнозе ожидается ее рост до 70 дол. за баррель в 2040-м. При реализации противоположного сценария (падение до 20 дол.) темп развития электромобилей значительно снизится [8].

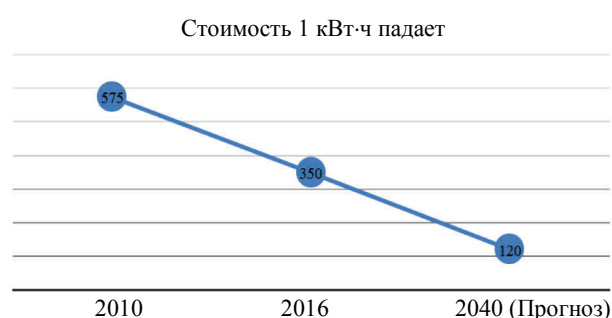


Рис. 5. Динамика стоимости 1 кВт·ч литий-ионной батареи (Источник: исследование Bloomberg New Energy Finance)

Fig. 5. Dynamics in cost of 1 kW-h Li-Ion battery (Source: Bloomberg New Energy Finance Research)

В данный момент говорить о полноценной борьбе электромобилей с автомобилями пока рано: за 2016 г. произведено 466 тыс. электромобилей против сотен миллионов автомобилей – разница более чем значительная [9]. Однако все может заметно измениться уже в ближайшие 5–10 лет (учитывая многочисленные заявления мировых автоконцернов о завершении производства автомобилей с ДВС, а крупных стран – о запрете на передвижения данных автомобилей). Имеют место теории о том, что переход на электромобили не сократит выбросы CO₂, а просто перенесет их с автомобилей на производственные мощности. Украинский источник «Экономические известия» представил расчеты на примере США (выбор обусловлен большим объемом статистических данных), согласно которым (исходя из средних показателей выбросов) объемы CO₂ сократятся чуть менее чем в два раза [10].

Электрогрузовики только начинают свой путь. Их отставание от электромобилей оценивается в 10 лет. Однако уже в 2017 г. компания Mercedes-Benz Trucks представила первую ограниченную серию электрогрузовиков с запасом хода 200 км [11]. Развитие электрогрузовиков выглядит перспективным не только из-за значительного снижения выбросов CO₂, но и из-за существенного снижения операционных расходов при их эксплуатации.

Цифровая трансформация

Отдельную и значимую роль играют сервисы цифровой трансформации автомобиля/грузовика: телематика, подключенность грузовиков к системам управления, BigData, облачные сервисы, Интернет вещей. Согласно исследованиям консалтинговой компании Navigant Research³, емкость рынка интеллектуальных технологий сбора данных в 2016 г. составил 57,6 млн дол., а к 2025-му увеличится до 223,6 млн дол. [12]. Активно в разработке интеллектуальных систем управления грузовыми автомобилями участвует Volvo Trucks. «Если есть та сфера, в которой развитие IT происходит с поразительной скоростью, так это автомобильная промышленность», – считает Per Adamsson, директор по стратегии и развитию бизнеса Volvo Group Telematics. Цифровая трансформация грузовых автомобилей позволяет получать в режиме онлайн большое количество данных о состоянии транспортных средств, что в результате поможет избежать незапланированных задержек при выполнении задач по причине поломок. Согласно исследованиям Volvo Trucks, прямые затраты на одну незапланированную остановку оцениваются примерно в 1 тыс. евро для средней по размерам европейской транспортной компании. И это только прямые затраты, помимо которых возникает никакая операционные и репутационные риски.

Volvo Trucks уже использует для анализа степени износа деталей телематику. Однако оснащение каждого агрегата собственным датчиком значительно увеличивает стоимость грузовика, поэтому стратегически важной задачей

³ Navigant Research – консалтинговая компания, специализирующаяся на исследовании глобальных экологически чистых технологий.

является поиск способа анализа данных, позволяющего охватывать весь грузовик. Один из проектов, направленных на решение данной задачи, – In4Uptime. В данном проекте вывод о техническом состоянии грузового автомобиля принимается на основе трех типов сигналов. В первую очередь используются самогенерируемые сигналы, получаемые от блока управления грузовика. Во-вторых, используются исторические данные с других грузовиков, к примеру, история обслуживания в мастерских. В-третьих, используются внешние данные – информация из Интернета или внешних поставщиков о дорожном движении, погоде и т. д. В результате система дает возможность выявить отклонения и сделать прогноз возникновения дефектов [13].

Еще одним примером применения цифровой трансформации в сфере грузовых автомобилей является опыт международной горнодобывающей компании Rio Tinto, которая решила задачу автоматизации добычи на железных рудниках. Данная организация оснастила свои горнодобывающие самосвалы диагностическими датчиками, благодаря которым менеджмент контролировал производительность собственных активов. Собранная совокупность данных обрабатывалась с целью достижения автоматизированного выполнения текущих задач. В настоящее время Rio Tinto имеет 69 автономных карьерных самосвалов Komatsu, каждый из которых использует GPS-модули для перемещения грузов без водителя. «Автоматизированные самосвалы гораздо лучше справляются с поставленными задачами, так как они сводят к минимуму задержки, оптимизируют расходы топлива, повышают безопасность», – подвел итог Жан-Себастьян Жак, генеральный директор Rio Tinto [14].

Пример Rio Tinto – не единственный в своем роде. В 2016 г. на дорогах общего пользования прошли тестирование 12 беспилотных грузовиков, разработанных компаниями Scania, Daimler, Volvo, Man, Iveco, DAF. Крупный китайский производитель грузовой техники FAW планирует в 2018-м запустить серийный выпуск беспилотных грузовиков. Безусловно, присутствует множество ограничивающих факторов, которые не позволяют ускорить темп цифровой трансформации. Существуют законодательные

барьеры (ограничения на использование, в том числе сугубо на закрытых территориях), кибербезопасность (по экспертным данным, количество кибератак на подключенные к Интернету объекты за 2015–2016 гг. увеличилось в четыре-пять раз). Кроме того, существенной проблемой является степень распространения высокоскоростного Интернета [15]. Не во всех регионах существует возможность поддержания необходимого уровня связи, что приводит к потере контроля над автоматизированным грузовиком и может вызвать значительные последствия. Трансформации, аналогичные беспилотным грузовикам, нанесут значительный удар по рабочим местам: на Всемирном экономическом форуме в Давосе в ходе обсуждений начала новой промышленной революции было представлено исследование (на базе 350 крупнейших корпораций), согласно которому в результате трансформации текущей модели производства сокращению будет подвержено более 5 млн рабочих мест вследствие их невосприимчивости [16].

Инновации белорусского автомобилестроения

Вышеупомянутые инновации реализовывались в странах, входящих в топ-25 в The Global Innovation Index-2016. Все они имеют высокий уровень расходов на НИОКР по отношению к ВВП (от 1,2 % и более). Республика Беларусь по итогам 2016 г. имеет 0,4 % (в 2012-м – 0,64 %) – 116-е место в мире по удельному весу расходов на НИОКР в ВВП и 79-е место в глобальном инновационном рейтинге (рис. 6) [17].

Это невысокий результат, однако он не является индикатором отсутствия инновационной составляющей как в Республике Беларусь, так и в автомобилестроительной отрасли в частности.

В середине 2017 г. были представлены первые белорусские электромобили, реализованные на базе Geely CS7 и собранные на мощностях СЗАО «БЕЛДЖИ». Белорусский рынок электромобилей достаточно молод и только начинает делать свои первые шаги. Его развитие, скорее, усилия группы энтузиастов, нежели планомерная, комплексная и командная работа структур, в чьих компетенциях находится данный вопрос.

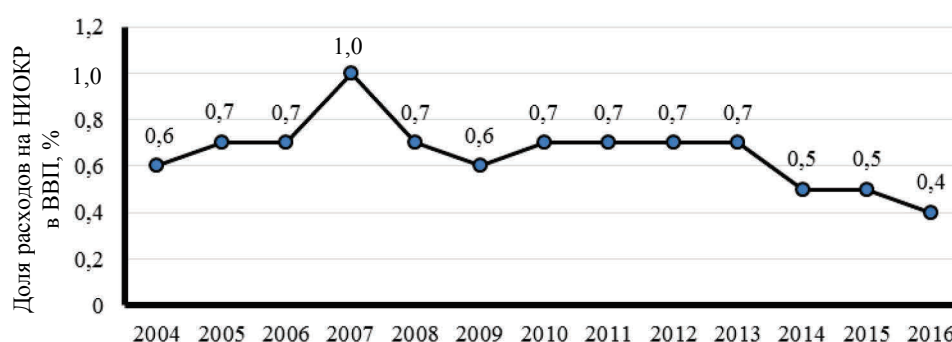


Рис. 6. Удельный вес расходов на НИОКР по отношению к ВВП Республики Беларусь за 2004–2016 гг.
(Источник: UNESCO INSTITUTE FOR STATISTICS)

Fig. 6. Ratio of expenditure on R&D in relation to GDP of the Republic of Belarus for 2004–2016
(Source: UNESCO INSTITUTE FOR STATISTICS)

Развитие электромобилей в Беларуси тормозит прежде всего отсутствие специального законодательства, а также слабые меры стимулирования населения к их покупке. Ключевыми «якорями» являются высокие таможенные платежи (могут достигать до 54 % от стоимости электромобиля), дорогой утилизационный сбор (разница доходит до 10 раз не в пользу электромобилей). Однако направление создания рынка электромобилей – перспективное и будет развиваться стремительными темпами: в соответствии с программой развития зарядной инфраструктуры и электромобильного парка в Беларуси к 2025 г. должно быть не менее 10000 электромобилей [18].

Помимо легковых электромобилей, весной 2017 г. в Беларуси введены в эксплуатацию электробусы, разработанные ОАО «Управляющая компания холдинга «Белкоммунмаш». На данный момент регулярные рейсы выполняют около 20 единиц такой техники. Электробус способен преодолевать до 20 км на одном заряде, время зарядки составляет 7–8 мин [19]. В отличие от украинских коллег (концерн «Электрон» выпускает электробусы с запасом хода более 200 км, но зарядкой 6–7 ч), «Белкоммунмаш» сделал ставку на мобильность, которая помогает стабильно выполнять небольшие по протяженности городские перевозки, но абсолютно не подходит для междугородних перевозок.

Грузовой сегмент также предлагает новые инновационные решения. К примеру, в середине 2016 г. БелАЗ представил новую технологию – лазерную активно-импульсную систему

видения «ЛАИСВ-1». Это совместная разработка управляющей компании холдинга «БелАЗ-Холдинг» и Института физики имени Б. И. Степанова НАН Беларуси. Данная система, в отличие от инфракрасных камер, позволяет формировать качественное изображение в кабине не только в темноте, но и в условиях ограниченной прозрачности атмосферы (снег, туман, дождь и проч.) [20]. Весной 2017 г. ОАО «МАЗ» представило уникальные коммунальные машины, разработанные совместно с европейскими производителями. Высокотехнологичные машины выполняют функции наведения порядка как на дворовых территориях и дорогах, так и в городских стоках. Первая партия машин уже реализована и отправлена в Санкт-Петербург.

ВЫВОДЫ

1. Автомобилестроение восстанавливается после очередного кризиса. В условиях роста рынка на первый план выходят технологии, позволяющие сформировать конкурентные преимущества. Одними из важнейших инновационных направлений развития являются создание экологичного транспорта и цифровая трансформация.

2. Происходящие в автомобилестроительной отрасли трансформации достаточно масштабны. Новые технологии повышения экологичности транспорта возникают и распространяются во многих странах. Миру уже известны успешные проекты: Tesla в легковом автомобилестроении, e-Trucks от Mercedes-Benz

в грузовом. К созданию экологически чистого транспорта подключаются не только игроки автомобильного рынка, но и лидеры иных крупнейших сфер: Alibaba, Google и т. д.

3. Цифровая трансформация также имеет яркие примеры реализации: телематика Volvo Trucks, автоматизированные карьерные самосвалы Rio Tinto. Проекты уже существуют и дают ощутимые преимущества своим разработчикам.

4. Примечательно, что Республика Беларусь не является исключением: белорусские электромобили СЗАО «БЕЛДЖИ», электробусы ОАО «Управляющая компания холдинга «Белкоммунмаш», лазерная активно-импульсная система видения БелАЗ – все это примеры инновационных разработок отечественного автомобилестроения.

5. Несмотря на все имеющиеся ограничения, новая индустриализация набирает обороты и, как было отмечено ранее, текущий темп развития в совокупности с прогнозами экспертов говорит об одном – автомобилестроение переживает не кризисные времена, а вступает в новую реальность, оперативная адаптация к которой станет ключевым конкурентным преимуществом на мировом рынке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Индустриальная революция 4.0 [Электронный ресурс]. PWC. Режим доступа: <https://www.pwc.ru/ru/assets/pdf/industry-4-0-pwc.pdf>. Дата доступа: 23.01.2018.
2. The Third Industrial Revolution – Manufacturing [Electronic resource]. The Economist. 21 April 2012. Mode of Access: <http://www.economist.com/node/21553017>. Date of Access: 06.02.2017.
3. German Trade and Invest [Electronic resource]. GTAI. Mode of Access: https://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf. Date of Access: 06.08.2017.
4. The Truck Industry in 2020: How to Move in Moving Markets [Electronic resource]. Strategy&. Mode of Access: <https://www.strategyand.pwc.com/reports/truck-industry-2020>. Date of Access: 06.08.2017.
5. Alibaba представит умный электромобиль собственной разработки [Электронный ресурс]. Автоцентр. Режим доступа: <https://www.autocentre.ua/news/novinka/alibaba-predstavit-umnyy-elektromobil-sobstvennoy-razrabotki-41016.html>. Дата доступа: 21.10.2017.
6. Apple строит электромобиль [Электронный ресурс]. Apple Insider. Режим доступа: <https://appleinsider.ru/sluxi/smi-apple-stroit-elektromobil.html>. Дата доступа: 21.10.2017.
7. Google выпустит электромобиль-робот без рулевого колеса [Электронный ресурс]. QWRT. Режим доступа: <http://www.qwrt.ru/news/2136>. Дата доступа: 21.10.2017.
8. Electric Vehicles to be 35 % of Global New Car Sales by 2040 [Electronic resource]. Bloomberg New Energy Finance. Mode of Access: <https://about.bnef.com/blog/electric-vehicles-to-be-35-of-global-new-car-sales-by-2040/>. Date of Access: 21.10.2017.
9. Электромобили и «пик нефти» [Электронный ресурс]. Geektimes. Режим доступа: <https://geektimes.ru/post/290539/>. Дата доступа: 13.08.2017.
10. Как переход на электромобили повлияет на выработку электроэнергии в мире и загрязнение воздуха [Электронный ресурс]. Экономические известия. Режим доступа: <http://www.es365.com/uncategorized/>. Дата доступа: 13.08.2017.
11. E-Trucks Rolls in Series [Electronic resource]. Mercedes-Benz Trucks. Mode of Access: <https://www.mercedes-benz.com/en/mercedes-benz/next/e-mobility/e-truck-rolls-in-series/>. Date of Access: 13.08.2017.
12. Waste Management Enters the Digital Revolution [Electronic resource]. Ready for the Resource Revolution. Mode of Access: <http://www.ready-for-the-resource-revolution.com/en/waste-management-enters-the-digital-revolution/>. Date of Access: 20.08.2017.
13. A Digital Revolution is Rapidly Approaching the Truck Industry [Electronic resource]. Volvo Trucks Global. Mode of Access: <http://www.volvotrucks.com/en-en/news-stories/volvo-trucks-magazine/2016/aug/digital-revolution-approaching.html>. Date of Access: 20.08.2017.
14. The Robots Are Coming! Driverless Dozers and the Dawn of Autonomous Vehicle Technology in Construction [Electronic resource]. AUTODESK. Mode of Access: <https://lineshapespace.com/autonomous-vehicle-technology-in-construction/>. Date of Access: 24.08.2017.
15. Автомобилестроение – новые возможности в борьбе за лидерство на мировом рынке [Электронный ресурс]. ТАСС. Режим доступа: <http://tass.ru/pmef-2017/articles/4284698>. Дата доступа: 30.08.2017.
16. The Future of Jobs [Electronic resource]. World Economic Forum. Mode of Access: http://www3.weforum.org/docs/WEF_FOJ_Executive_Summary_Jobs.pdf. Date of Access: 06.08.2017.
17. The Global Innovation Index 2016 [Electronic resource]. World Intellectual Property Organization. Mode of Access: http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2016.pdf. Date of Access: 27.10.2017.
18. Программа развития зарядной инфраструктуры и электромобильного транспорта в Беларуси [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://minenergo.gov.by/wp-content/uploads/2016-06-06.06.docx>. Дата доступа: 23.01.2018.
19. В Минске запустили новый вид транспорта. 10 интересных фактов об электробусах [Электронный ресурс]. Белорусские новости. Режим доступа: <http://naviny.by/article/20170516/1494947256-v-minske-zapustili-novyy-vid-transporta-10-interesnyh-faktov-ob>. Дата доступа: 27.10.2017.
20. Новые технологии на карьерных самосвалах БЕЛАЗ [Электронный ресурс]. БЕЛАЗ. Режим доступа:

http://www.belaz.by/press/news/2016/novie_tehnologii_na_kar_ernih/. Дата доступа: 28.10.2017.

Поступила 26.12.2018

Подписана в печать 05.03.2018

Опубликована онлайн 28.09.2018

REFERENCES

1. Industrial Revolution 4.0. *PWC*. Available at: <https://www.pwc.ru/ru/assets/pdf/industry-4-0-pwc.pdf>. (Accessed 23 January 2018).
2. The Third Industrial Revolution – Manufacturing. *The Economist*. 21 April 2012. Available at: <http://www.economist.com/node/21553017>. (Accessed 6 February 2017).
3. German Trade and Invest. *GTAI*. Available at: https://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf. (Accessed 6 August 2017).
4. The Truck Industry in 2020: How to Move in Moving Markets. *Strategy&*. Available at: <https://www.strategyand.pwc.com/reports/truck-industry-2020>. (Accessed 6 August 2017).
5. Alibaba Will Present a Smart Electric Car of its Own Development. *Autocenter*. Available at: <https://www.auto-centre.ua/news/novinka/alibaba-predstavit-umnyy-elektromobil-sobstvennoy-razrabotki-41016.html>. (Accessed 21 October 2017) (in Russian).
6. Apple is Developing An Electric Car. *Apple Insider*. Available at: <https://appleinsider.ru/sluxi/smi-apple-stroit-elektromobil.html>. (Accessed 21 October 2017) (in Russian).
7. Google Will Manufacture a robotic Electric Car Without Steering Wheel. *QWRT*. Available at: <http://www.qwrt.ru/news/2136>. (Accessed 21 October 2017) (in Russian).
8. Electric Vehicles to be 35 % of Global New Car Sales by 2040. *Bloomberg New Energy Finance*. Available at: <https://about.bnef.com/blog/electric-vehicles-to-be-35-of-global-new-car-sales-by-2040/>. (Accessed 21 October 2017).
9. Electric Cars And “Oil Peak”. *Geektimes*. Available at: <https://geektimes.ru/post/290539/>. (Accessed 13 August 2017) (in Russian).
10. As Transition to Electric Cars Will Influence on Electric-Power Generation in the World and Air Pollution. *Economic News*. Available at: <http://www.es365.com/uncategorized/>. (accessed 13 August 2017) (in Russian).
11. E-Trucks Rolls in Series. *Mercedes-Benz Trucks*. Available at: <https://www.mercedes-benz.com/en/mercedes-benz/next/e-mobility/e-truck-rolls-in-series/>. (Accessed 13 August 2017).
12. Waste Management Enters the Digital Revolution. *Ready for the Resource Revolution*. Available at: <http://www.ready-for-the-resource-revolution.com/en/waste-management-enters-the-digital-revolution/>. (Accessed 20 August 2017).
13. A Digital Revolution is Rapidly Approaching the Truck Industry. *Volvo Trucks Global*. Available at: <http://www.volvotrucks.com/en-en/news-stories/volvo-trucks-magazine/2016/aug/digital-revolution-approaching.html>. (Accessed 20 August 2017).
14. The Robots Are Coming! Driverless Dozers and the Dawn of Autonomous Vehicle Technology in Construction. *AUTODESK*. Available at: <https://linesha.pespace.com/autonomous-vehicle-technology-in-construction/>. (Accessed 24 August 2017).
15. Automotive Engineering – New Possibilities in the Struggle for World Market Leadership. *TASS* [Russian News Agency TASS]. Available at: <http://tass.ru/pmef-2017/articles/4284698>. (Accessed 30 August 2017) (in Russian).
16. The Future of Jobs. *World Economic Forum*. Available at: http://www3.weforum.org/docs/WEF_FOJ_Executive_Summary_Jobs.pdf. (Accessed 6 August 2017).
17. The Global Innovation Index 2016. *World Intellectual Property Organization*. Available at: http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2016.pdf. (Accessed 27 October 2017).
18. Program for Development of Charging Infrastructure and Electric Car Transport in Belarus. Available at: <http://min-energo.gov.by/wp-content/uploads/2/Программа-развития-зарядных-станций-2016-06-06.docx>. (Accessed 23 January 2018) (in Russian).
19. Minsk Has Launched a New Type of Transport. 10 Interesting Facts About Electric Buses. *Belarusian News*. Available at: <http://naviny.by/article/20170516/1494947256-v-minske-zapustili-novy-vid-transporta-10-interesnyh-faktov-ob>. (accessed 27 October 2017) (in Russian).
20. New technologies for BELAZ dump trucks. *BELAZ*. Available at: http://www.belaz.by/press/news/2016/novie_tehnologii_na_kar_ernih/. (Accessed 28 October 2017) (in Russian).

Received: 26.12.2018

Accepted: 05.03.2018

Published online: 28.09.2018