

## Индустрия 4.0 и автомобильный транспорт

*Д.З.Евсеев, М.М.Зайцева, В.В. Косенко, А.А Котесова, Т.К.Шульга*

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** В статье проведен системный анализ основных направлений четвертой научно-технической революции, получившей название «Индустрия 4.0» в сфере автомобильного транспорта. Суть индустрии 4.0 заключается в развитии цифровой экономики с использованием киберфизических систем, интернета вещей и больших данных. Применительно к автомобильному транспорту можно выделить три направления: создание беспилотного автомобиля, развитие технологического обеспечения движения грузового транспорта в автоколонне, разработка и внедрение «автомобильного интернета». Вместе с этим существует ряд технологических, правовых, этических проблем, препятствующих широкомасштабному развитию нового поколения транспорта.

**Ключевые слова:** индустрия 4.0, беспилотный автомобиль, интернет вещей, киберфизические системы, автономный транспорт, облачные технологии,

Стратегия Индустрия 4.0, отражающая четвертую промышленную революцию, явилась инициативой промышленной и культурной немецкой элиты. Как отмечалось в отчете Industrie 4.0 Working Group, «если немецкая промышленность хочет выжить и процветать, ей придется играть активную роль в формулировании четвертой промышленной революции» [1].

Эту высокотехнологичную стратегию подхватили США, создав некоммерческую коалицию лидеров «умных» производств, т.е. производств, частично уже использующих положения Индустрии 4.0. В 2014 году США создают консорциум Industrial Internet под руководством General Electric, At&T, IBM и Intel[1]. К реализации положений Индустрии 4.1 активно приступили в Европе, Японии, Южной Корее, Индии и Китае.

В Российской Федерации цифровая экономика вошла в перечень основных направлений стратегического развития России до 2025 года [2]. В рамках развития цифровой экономики ПАО «Ростелеком» совместно с рядом крупных российских компаний учредил Национальную ассоциацию участников рынка промышленного интернета.

Об интенсивности развития цифровой экономики красноречиво говорят следующие финансовые потоки:

- прямое государственное финансирование Германией составляет 200 млн. долларов США [2];
- по данным портала PwC, годовой объем инвестиций в цифровые технологии в мире составляет 907 млрд. долларов США. [3]

Суть Индустрии 4.0 упрощенно заключается в создании цифрового мира, базирующегося на 3 основных модулях:

1. Киберфизические системы (CPS) [4] представляют собой цифровые системы, управляющие объектами различного характера, совместимые друг с другом за счёт самообучения и адаптации.
2. Технологической основой CPS является интернет вещей (IoT) [5], как средство восприятия и перемещения информационных потоков от множества структур, устройств и датчиков и как средство общения между ними.
3. Система Big Data [6], предназначенная для аккумуляирования и анализа больших объемов данных.

Индустрия 4.0 может стать технологическим элементом различных частей цифровой экономики - промышленных процессов, энергетики, здравоохранения, городов, транспорта и т.д.[7,8] Ниже рассмотрим влияние Индустрии 4.0 на автотранспорт. Здесь можно выделить три основных направления развития.

Первое направление - развитие беспилотного транспорта, легкового, грузового, речных и морских судов, зерноуборочных комбайнов. Идея беспилотного автомобиля возникла практически одновременно с его созданием и ждала часа, когда появятся условия для реализации этой идеи. Такие возможности возникли в двадцать первом веке. Согласно классификации SAE, существует 6 категорий автономности автомобилей:

---

0-й уровень: машина полностью управляется водителем, может присутствовать система уведомлений

1-й уровень: водитель управляет автомобилем, могут присутствовать круиз-контроль, автоматическая парковочная система.

2-й уровень: водитель должен среагировать, если система не может справиться самостоятельно. Ускорение, торможение, рулевое управление зависят от системы, которая может быть отключена.

3-й уровень: водитель может не контролировать автомобиль на дорогах с "предсказуемым" движением, но должен быть готовым взять управление.

4-й уровень: автономное движение автомобиля в определенных условиях, при котором водитель уже не может повлиять на управление даже в критических ситуациях.

5-й уровень: со стороны водителя не требуется никаких действий кроме старта системы и указания пункта назначения.

На выставке мобильной индустрии Mobile World Congress в Барселоне фирма Ford продемонстрировала концепт сервисного автообслуживания Autolivery. К 2021 году Ford планирует создать полностью автономный автомобиль, соответствующий категории 4 по классификации SAE для коммерческого использования в сервисах райд-шеринга и оказания услуг в сфере логистики. [9]

Новый Audi A8 разрабатывали с прицелом на внедрение систем автопилотирования 4 и 5 уровня. Сейчас Audi A8 стоит на 3 ступени. Это означает, что автомобиль способен брать управление на себя при скоростях до 60 км/ч. При этом речь идет не только об умении самостоятельно останавливаться перед препятствием, но и о возможности маневрировать в потоке без участия водителя. В концепткарах, представленных Audi на франкфуртском автосалоне 2017 года в Audi Elaine осуществлен 4 уровень автономности, а в Audi Aicon даже убрали руль и педали. [10]

---

Соглашение о совместной разработке автомобилей с 4-м и 5-м уровнем автономности подписали в апреле 2017 года Bosch и Daimler.

Электромобиль Nissan Leaf послужил основой для прототипа, на котором испытывается система автономного управления Nissan ProPilot. Данная система может контролировать машину в рамках одной полосы. Пока использовать автопилот возможно лишь при движении по скоростному шоссе: как только водитель активирует ProPilot, автоматика, самостоятельно подруливая, станет удерживать машину в выбранной полосе движения в диапазоне скоростей от 30 до 100 км/ч, возьмет под контроль дистанцию до идущего впереди автомобиля. К 2018 году автомобили Nissan должны научиться самостоятельно безопасно перестраиваться. Предполагается, что к 2020 году управляемые искусственным интеллектом машины станут спокойно перемещаться по городу [11].

В России вопросами развития автономного транспорта занимается «Автонет» - объединение компаний, разрабатывающее полуавтоматические и беспилотные транспортные средства. В него входят: ПАО «КАМАЗ», НАМИ, ПАО «СОЛЛЕРС», «АвтоВаз», группа ГАЗ [1]. Среди целей объединения – такие, как развитие рынка частично и полностью беспилотных автотранспортных средств и комплексных решений и услуг на их основе; развитие отрасли автомобилей с интеллектуальными системами (далее – АСИС); создание отечественного производства многофункциональной роботизированной техники для грузовых и пассажирских перевозок; создание беспилотных автомобилей различных классов общего и специального назначения, программно-аппаратных комплексов ИТС (информационно-технических систем) для АСИС; повышение транспортной мобильности. Дорожная карта (план мероприятий) рассчитана на три этапа, первый из которых - научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, планируется завершить уже в 2018 году [12].

---

В области автономного вождения грузового автотранспорта концерн WABCO объединил усилия с компанией Mobile Eye (глобальный лидер в области продвинутых систем содействия водителю ADAS и технологии автономного вождения). Решение будет сочетать ведущую видеосистему, картографическую технологию и технологию Road Experience Management компании Mobile Eye с технологиями контроля и управления концерна WABCO для решения вопроса точного позиционирования и определения полосы движения в высоком разрешении [13].

Также в 2016 году Scania представила автономные самосвалы большой грузоподъемности. Данную технологию планируется применять на горнодобывающих предприятиях и в портовых операциях. При этом компания показала не просто автономный самосвал, а промышленную транспортную систему. Грузовики с системами автопилотирования – это один из многих элементов комплексного проекта Scania по созданию безопасных и экологичных транспортных решений на альтернативных источниках энергии [14]. Однако в настоящий момент законодательство требует нахождения человека в кабине беспилотного автомобиля.

Самоуправляемые грузовики и автобусы в состоянии справиться с большинством сложных и неоднозначных ситуаций на дороге, но иногда они могут попасть в затруднительное положение. На этот случай в автомобиле должна быть предусмотрена система резервного управления. В настоящее время Scania совместно с телекоммуникационным концерном Ericsson работает над системой ручного дистанционного управления автономными транспортными средствами. Типовой случай, когда эта технология может быть полезна: беспилотный автомобиль встречает на своем пути преграду, которую не может распознать и объехать, не нарушив при этом ПДД. Следует запрос к оператору - человеку, который принимает решение.

---

Второе направление - развитие технологического обеспечения движения грузового транспорта в автоколонне. Эти технологии, имеющие различные названия: Караван, Конвой, Автолидер и т.д., преследуют одну и ту же цель, представленную на Ганноверской выставке IAA.2016 фирмой Borsch и концерном WABCO.

Фирма Bosch представила концепт Bosch VisionX с функцией автоматического движения в колонне. Как только автомобиль выйдет на шоссе, он может присоединиться к колонне других грузовиков, следующих в нужном направлении и будет двигаться вместе с ними в автоматическом режиме. Вся нужная информация будет передаваться в режиме реального времени через облачный сервис Bosch IoT Cloud. Концерн WABCO совместно с фирмой Peloton также разработал технологию формирования колонны грузового автотранспорта с интегрируемой связью между грузовиками.

В России в рамках национального проекта «Караван» состоится опытный заезд беспилотника в мае 2018 года [15]. Ранее «КАМАЗ» разработал прототип первого в РФ беспилотного грузовика, который распознает дорожные объекты и знаки, хорошо ориентируется по дорожной разметке. Также искусственный интеллект научился узнавать предписывающие и информационные знаки, в том числе указатели на парковки. Одно из назначений беспилотного «КАМАЗа» - движение в составе организованной колонны грузовиков.

Третье направление – развитие IoT (Internet of Things) для автотранспорта. Сюда можно отнести так называемое персонализированное производство, которое реализуется с помощью киберфизических систем. Под этим термином понимается двусторонняя связь между физическим процессом и управляющей программой. Элементы такой системы могут находиться как рядом, например в одной производственной зоне, так и

---

далеко друг от друга, а взаимодействие может осуществляться на всех стадиях «жизненного цикла» (планирование, производство, эксплуатация, ремонт, утилизация). К примеру, автомобиль, в который внедрена такая система, контролируется как системой управления, так и из сервисного центра. Износ оборудования, например, форсунки, приведет к изменению настроек системы зажигания, а также к формированию заказа на выпуск новых форсунок. Новые запчасти поступят на сервис, и одновременно с этим владелец будет проинформирован о необходимости замены.

В этом направлении работают китайские компании Huawei и Dongfeng Motors Group, объединившиеся для разработки автомобильного интернета IoV (Internet of Vehicle). Суть проекта заключается в интеграции транспортных средств и интернета, переходе от традиционных центров обработки данных к облачному сервису [16].

Планируется запуск различных сервисов беспилотной перевозки пассажиров, таких как сервис совместного пользования прокатным автомобилем и сервис управления транспортным парком. Кроме того, планируется создание интегрированной IoV-платформы на базе информационно-коммуникационных технологий [17].

Также инженеры Scania в сотрудничестве с Ericsson используют технологию 5G для прямого обмена данными между устройствами (device-to-device) или между устройством и облаком (device-to-cloud). В области автономного транспорта это позволит перенести обмен данными между оператором и автомобилем на выделенную частоту [14].

Таким образом, можно сказать, что в настоящее время развитие беспилотного автотранспорта идет полным ходом, однако, как и в любых инновационных разработках, случаются недочеты. Примером тому может служить серия ДТП с участием беспилотников Tesla, причем предполагаемой причиной аварий эксперты называют недочеты в системе обзора и

---



ориентирования в пространстве [18]. Кроме того, очень большую роль играет человеческий фактор – беспилотники Uber и Google, также попадавшие в ДТП, не нарушали правил дорожного движения, чего не скажешь о водителях-виновниках аварий.

Вместе с тем, в 2016 году американская компания Ottomotto LLC, которой владеет транспортная корпорация Uber, совместно с специалистами компании Anheuser-Busch создали грузовой автопоезд на шасси Volvo VNL 780 компании Volvo Truck Group North America. В октябре 2016 прошли его первые испытания, и менее чем через год «робот-дальнобойщик» осуществил беспилотную поездку длиной в 190 километров. Данный факт подтвержден в American Transportation Research Institute и даже занесен в Книгу рекордов Гиннеса [19].

### Литература

1. Индустрия 4.0: что такое четвертая промышленная революция?  
URL: [hi-news.ru/business-analitics/industriya-4-0-chto-takoe-chetvertaya-promyshlennaya-revolyuciya](http://hi-news.ru/business-analitics/industriya-4-0-chto-takoe-chetvertaya-promyshlennaya-revolyuciya)
  2. Протокол заседания Совета по стратегическому развитию и приоритетным проектам от 19 июля 2017 года. URL: [kremlin.ru/acts/assignments/orders/55100](http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/55100)
  3. Industry 4.0: Building the digital enterprise URL: [pwc.com/gx/en/industries/industry-4.0.html](http://pwc.com/gx/en/industries/industry-4.0.html)
  4. Куприяновский В.Н., Намиот Д.Е., Синягин С.А. Кибер-физические системы как основа цифровой экономики. // International Journal of Open Information Technologies. - 2016. -№ 1. -pp 18-25.
  5. Kranenburg R. The Internet of Things. A critique of ambient technology and the all-seeing network of RFID. - Amsterdam. - 2008. 61 p.
  6. Чемякин Е. Big Data. То о чем все слышали, но мало кто знает, что это. URL: [in-scale.ru/blog/big-data.html](http://in-scale.ru/blog/big-data.html).
-





7. Погорелов В.А. Перспективы применения беспилотных летательных аппаратов в строительстве // Инженерный вестник Дона, 2016, №1 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3571](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3571).
  8. Веремеенко Е.Г. Применение системы радиочастотной идентификации (RFID) для автоматизации работ автомобильного транспорта в порту // Инженерный вестник Дона, 2013, №4 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2116](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2116).
  9. Цыганов С. Ford создает коммерческий транспорт будущего / С. Цыганов // Грузовик-Пресс. – 2017. – № 4. – С. 15.
  10. Левина А. Новый Audi A8 / А.Левина // Автомир. – 2017. – № 30. – С. 12.
  11. Малов О. Nissan Leaf ProPilot / О.Малов // Автомир. – 2017. – № 15. – С. 18.
  12. AutoNet. Распределенная сеть управления автотранспортом без водителя. URL: [nti2035.ru/markets/autonet](http://nti2035.ru/markets/autonet)
  13. Ремизов А.Е. Промышленная автоматизация / А.Е.Ремизов // Грузовик-Пресс. – 2016. – №7. – С. 22.
  14. Самосвалы под самоуправлением Ericsson // Грузовик-Пресс. – 2017. – № 10. – С. 13.
  15. Росавтодор пригласит к участию в проекте «Караван» перевозчика с беспилотными фурами на маршруте Москва – Краснодар URL: [rosavtodor.ru/truck/ekspluatatsiya-federalnykh-avtodorog/avtomobilnye-dorogi/450](http://rosavtodor.ru/truck/ekspluatatsiya-federalnykh-avtodorog/avtomobilnye-dorogi/450)
  16. Huawei's Partnership with Dongfeng Motors Drives Connected Cars-ICT Integration Forward URL: [e.huawei.com/en/publications/global/ict\\_insights/201708310903/manufacturing/201708311120](http://e.huawei.com/en/publications/global/ict_insights/201708310903/manufacturing/201708311120)
-



17. Huawei представила шесть революционных решений на базе платформы Huawei Cloud URL: [content-review.com/articles/41753/](http://content-review.com/articles/41753/)
18. Авария Tesla со смертельным исходом: кто виноват и что делать дальше? URL: [geektimes.ru/post/278154/](http://geektimes.ru/post/278154/)
19. Грузовой автомобиль-робот осуществил первую в истории доставку товара. URL: [dailytechinfo.org/auto/9488-gruzovoy-avtomobil-robot-osuschestvil-pervuyu-v-istorii-dostavku-tovara.html](http://dailytechinfo.org/auto/9488-gruzovoy-avtomobil-robot-osuschestvil-pervuyu-v-istorii-dostavku-tovara.html)
20. Каптун А. Между прошлым и будущим // Автомир. – 2017. – № 30. – С. 38.
21. Фишер И. Поддержка с воздуха // Автомир. – 2017. – № 28. – С. 12.
22. Роцин Д. Ваш выход, водитель! // Автомир. – 2017. – № 42. – С. 44.
23. Фишер И. Киборги на дорогах // Автомир. – 2017. – № 15. – С. 10.
24. Самоходная картография // Автомир. – 2016. – № 51. – С. 46.
25. Мировой опыт и перспективы развития Индустриального (Промышленного) Интернета Вещей в России URL: [crn.ru/news/detail.php?ID=113441](http://crn.ru/news/detail.php?ID=113441)

### References

1. Industrija 4.0: chto takoe chetvertaja promyshlennaja revoljucija? [Industry 4.0: what is the fourth industrial revolution?]. URL: [hi-news.ru/business-analitics/industriya-4-0-chto-takoe-chetvertaya-promyshlennaya-revoljuciya](http://hi-news.ru/business-analitics/industriya-4-0-chto-takoe-chetvertaya-promyshlennaya-revoljuciya)
  2. Protokol zasedanija Soveta po strategicheskomu razvitiju i prioritnym proektam ot 19.07. 2017. [Minutes of the meeting of the Council for Strategic Development and Priority Projects of July 19, 2017]. URL: [kremlin.ru/acts/assignments/orders/55100](http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/55100)
-



3. Industry 4.0: Building the digital enterprise. URL: [pwc.com/gx/en/industries/industry-4.0.html](http://pwc.com/gx/en/industries/industry-4.0.html)
  4. Kuprijanovskij V.N., Namiot D.E., Sinjagin S.A. International Journal of Open Information Technologies. 2016. № 1. Pp. 18-25.
  5. Kranenburg R. The Internet of Things. A critique of ambient technology end the all-seeing network of RFID. Amsterdam. 2008. 61 p.
  6. Chemjakin E. Big Data. To o chem vse slyshali, no malo kto znaet chto jeto. [That is what everyone has heard about, but few know what it is]. in-scale.ru/blog/big-data.html.
  7. Pogorelov V.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2016, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3571](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3571).
  8. Veremeenko E.G. Inženernyj vestnik Dona (Rus). 2013. №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2116](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2116).
  9. Cyganov S. S. Cyganov. Gruzovik-Press. 2017. № 4. p. 15.
  10. Levina A. Avtomir. 2017. № 30. p. 12.
  11. Malov O. Avtomir. 2017. № 15. p. 18.
  12. AutoNet. Raspredelelnaja set' upravlenija avtotransportom bez voditelja [AutoNet. Distributed network management of vehicles without a driver] URL: [nti2035.ru/markets/autonet](http://nti2035.ru/markets/autonet).
  13. Remizov A.E. Gruzovik-Press. 2016. №7. p. 22.
  14. Gruzovik-Press. 2017. № 10. p. 13.
  15. Rosavtodor priglasit k uchastiju v proekte «Karavan» perevozchika s bespilotnymi furami na marshrute Moskva-Krasnodar [Rosavtodor will invite a carrier with unmanned waggons to take part in the Caravan project on the Moscow-Krasnodar route]. URL: [rosavtodor.ru/truck/ekspluatatsiya-federalnykh-avtodorog/avtomobilnye-dorogi/450](http://rosavtodor.ru/truck/ekspluatatsiya-federalnykh-avtodorog/avtomobilnye-dorogi/450)
  16. Huawei's Partnership with Dongfeng Motors Drives Connected Cars-  
ICT Integration Forward URL:
-



e.huawei.com/en/publications/global/ict\_insights/201708310903/manufacturing/201708311120

17. Huawei predstavila shest' revoljucionnyh reshenij na baze platformy Huawei Cloud [Huawei introduced six revolutionary solutions based on the Huawei Cloud platform] URL: [content-review.com/articles/41753/](http://content-review.com/articles/41753/)

18. Avarija Tesla so smertel'nym ishodom: kto vinovat i chto delat' dal'she? [Tesla fatal accident: who is to blame and what to do next?]. URL: [geektimes.ru/post/278154/](http://geektimes.ru/post/278154/)

19. Gruzovoj avtomobil'-robot osushhestvil pervuju v istorii dostavku tovara [The truck-robot carried out the first in the history of delivery of goods]. URL: <https://dailytechinfo.org/auto/9488-gruzovoy-avtomobil-robot-osuschestvil-pervuyu-v-istorii-dostavku-tovara.html>

20. Картун А. p Avtomir. 2017. № 30. p. 38.

21. Fisher I. Avtomir. 2017. № 28. p. 12.

22. Roshhin D. Avtomir. 2017. № 42. p. 44.

23. Fisher I. Avtomir. 2017. № 15. p. 10.

24. Avtomir. 2016. – № 51. p. 46.

25. Mirovoj opyt i perspektivy razvitija Industrial'nogo (Promyshlennogo) Interneta Veshhej v Rossii [World experience and prospects of development of the Industrial Internet of Things in Russia]. URL: [crn.ru/news/detail.php?ID=113441](http://crn.ru/news/detail.php?ID=113441)